

## **Estudio de tres zonas productoras de tabiques de arcilla en la región centro del Estado de Guerrero**

Alfredo Cuevas, Flaviano Godínez y Raziel Barragán

A. Cuevas, F. Godínez y R. Barragán  
Universidad Autónoma de Guerrero, General Plutarco Elías Calles, Terrenos de Rectoría, Chilpancingo de Los Bravo, Guerrero, Ingeniería y Tecnología  
acuevas36@hotmail.com

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

## **Abstract**

El ladrillo o tabique de arcilla recocido es elemento básico en la conformación de mampostería para la construcción de vivienda en el mundo y en particular en Latinoamérica, incluyendo México. Los sitios de producción ubicadas en las tres zonas o municipios seleccionados que comprende este trabajo, en la zona centro del estado de Guerrero; son tejerías básicamente de tipo artesanal con un bajo nivel de desarrollo tecnológico en los procesos, que genera altos costos de producción. Los resultados muestran indicadores importantes de la calidad de las piezas producidas debido a que valores como la resistencia a compresión se relaciona a la capacidad de soporte en un muro de mampostería. Además, se sugieren estrategias a implementar a fin llevar un control de calidad para que los productos sean competitivos en el mercado regional de la industria de la construcción.

## **8 Introducción**

Para la construcción de viviendas en el mundo y en particular en Latinoamérica, incluyendo a México, el material más utilizado es el ladrillo o tabique hecho de arcilla recocida, con maquinaria o a mano.

Motivo por el que debe ser considerado un insumo que cumple con especificaciones de calidad. Más aún, si las viviendas se ubican en zonas de riesgo, en especial sismos, entre otros. El tabique es un insumo de gran importancia para la conformación de mampostería estructural en la región de los municipios de Chilapa, Quechultenango y Juan R, escudero.

<sup>1</sup> Proyecto con financiamiento interno del fondo de investigación de la UAGro, 2012.

<sup>2</sup> Profesor Investigador, Unidad Académica de Ingeniería, UAGro.

<sup>3</sup> Profesor Investigador, Unidad Académica de Matemáticas, UAGro.

La calidad de los materiales para la construcción de vivienda es un factor que se encuentra asociado a la capacidad de soporte o resistencia de los elementos estructurales, a la seguridad, confort, estética y costo. La conveniencia de conocer el cumplimiento de estos requisitos, en especial en piezas producidas de forma artesanal, donde es común tener un bajo nivel de desarrollo tecnológico en los procesos de extracción y de producción.

El presente trabajo sobre la producción de ladrillo en tres zonas o municipios seleccionados de la región centro del Estado de Guerrero, se convierte en un estudio que permite evaluar el nivel de calidad de estos productos de arcilla con información adicional del sector y estadísticas, para identificar algunos parámetros que afecten la calidad y en consecuencia establecer las posibles estrategias a implementar a fin de obtener piezas que cumplan los parámetros señalados en las normas mexicanas.

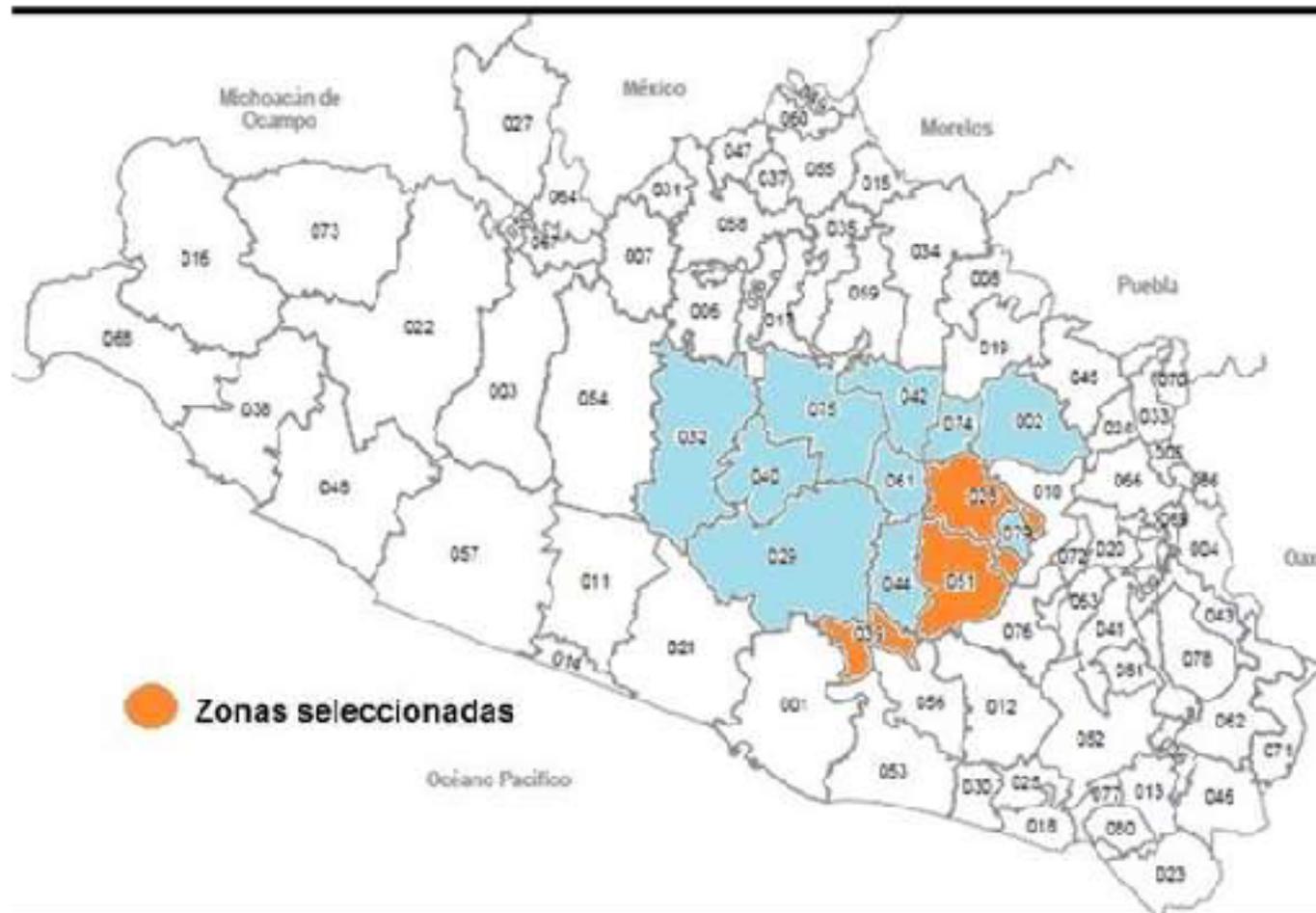
Los ensayos más comunes en piezas de ladrillo son dimensionamiento, % absorción, resistencia a compresión y flexión. Los resultados de los ensayos permitirán hacer una comparación de calidad entre los sitios de producción de las zonas elegidas.

Finalmente, de acuerdo al Censo General de Vivienda (INEGI, 2010), 62% de la población estatal habita en construcciones con muros de mampostería, donde la fabricación manual de las piezas no siempre cumple con estándares de calidad y sus características mecánicas tienen una fuerte variación. Los parámetros experimentales aquí referenciados son de uso importante en el diseño de estructuras de mampostería, permitiendo construir de manera más segura y económica, porque el 90% de construcción habitacional que se hace en nuestro país es de mampostería (tabique rojo: industrializado, block y tabicón), de este porcentaje, la mampostería de tabique de arcilla recocido representa el 50%.

Objetivo: Determinar la calidad de los sitios de producción de ladrillo o tabique de arcilla en tres zonas o municipios seleccionados al azar de la región Centro del Estado de Guerrero, para verificar que cumplen con los estándares de calidad vigentes.

## **8.1 Metodología**

El presente estudio se llevó a cabo en tres zonas o municipios elegidos al azar de los 13 que conforman a la región Centro del estado de Guerrero, Figura 1, los municipios seleccionados fueron: Chilapa de Álvarez, Quechultenango y Juan R. Escudero. El Tipo de Estudio que se realizó fue descriptivo y transversal.

**Figura 8** Localización de las zonas o municipios estudiados

#### a. Población y Muestra

La población de estudio son los productores de ladrillo o tabique de arcilla recocido en activo, localizados en Chilapa de Álvarez, Quechultenango y Juan R. Escudero. La muestra estuvo formada por los productores que estaban trabajando y que aceptaron participar en el estudio, por lo que no es probabilística. De todos los productores que estaban en activo produciendo tabique de arcilla, se trabajó con una muestra de 18.

Para la obtención de especímenes en los hornos de cocción se aplicó muestreo aleatorio estratificado, es decir, en cada estrato se obtienen de tres a cuatro piezas por muestreo aleatorio simple. En cada punto o sitio de producción se obtuvo una muestra de 10 especímenes, a los cuales se les aplicaron principalmente ensayos de dimensionamiento y de compresión.

#### b. Selección

**Criterios de inclusión:** Productores que estuvieran en activo elaborando tabiques o ladrillos de arcilla recocida ubicados en las zonas o municipios elegidos de la región centro del estado de Guerrero, incluyendo a productores que estaban afiliados a la misma tejería o fábrica.

Criterios de exclusión: Productores que no estuvieran elaborando tabiques o ladrillos de arcilla recocidos ubicados en las zonas o municipios seleccionados o que estaban produciendo pero fuera de los municipios referidos.

c. Técnica e instrumento

El instrumento de medición utilizado fue a través de un cuestionario elaborado para tal fin. El cuestionario incluyó aspectos, sobre los materiales que componen a los tabiques, extracción de materiales, mezclado, elaboración de piezas, cocción, venta y aspectos diversos de esta industria. La aplicación del instrumento de medición se realizó en el sitio de trabajo de los productores de tabiques en entrevista directa, (Figura 8.1).

**Figura 8.1** Encuesta por entrevista directa a productores de ladrillo



Para la ejecución de los ensayos se consideraron las normas mexicanas, normativa de la SCT para calidad de los materiales y normas de la Sociedad americana para la prueba de materiales (ASTM, siglas en inglés). Para el ensaye de dimensionamiento se utilizaron en promedio 10 piezas de cada punto de muestreo, de estas 10 piezas o especímenes se tomaron aleatoriamente cuatro para el ensaye de resistencia a compresión.

## 8.2 Resultados

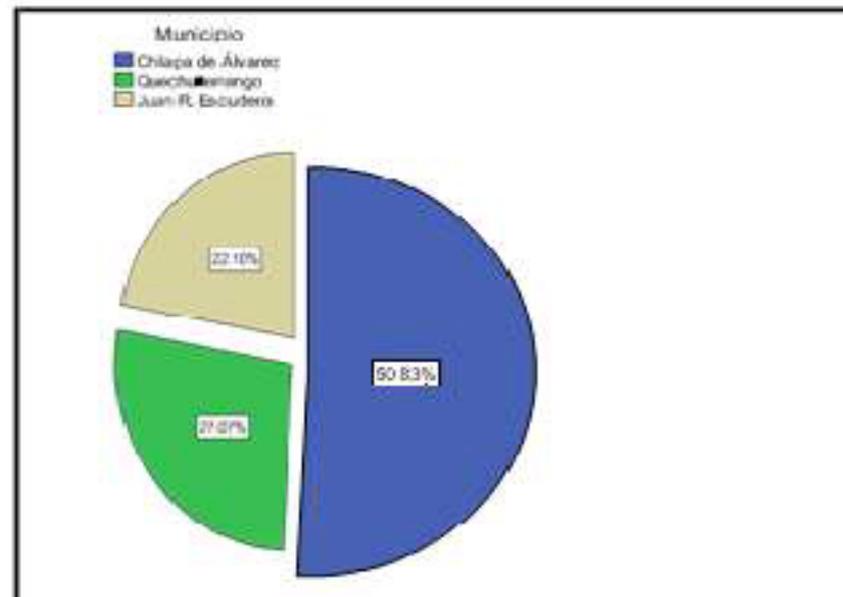
Los resultados más relevantes, revelan que la zona o municipio que tiene más productores en activo es Chilapa de Álvarez con el 50.83% (9 productores), Quechultenango con 27.07% (5 productores) y Juan R. Escudero con 22.10% (productores), Figura 8. Las condiciones observadas y registradas en los sitios de producción son en general iguales, en cuanto a herramienta y equipo, materias primas utilizadas, procesos y mano de obra.

a. Resultados en dimensionamiento de las piezas: En el análisis del ensaye de dimensionamiento se utilizaron 181 piezas completas de tabique 10 por punto de producción, a excepción de dos puntos donde se muestrearon 12 y en otro 9. En las figura 2, 3 y 4, se observa para la medición del ancho de la pieza que el mínimo es de 12.10 y el máximo es de 14.27 cm, en la medición de alto o espesor de piezas el mínimo es de 4.25 y máximo de 9.63 cm, y para el largo de pieza el mínimo es de 23.51 y máximo de 26.99 cm. Además en las mismas figuras observamos que se tiene una dispersión mayor en las variables ancho, espesor y largo de las piezas lo que indica: en primer lugar la variación de la materia prima de acuerdo a sus características particulares, lo que hace que se tenga contracción en el secado de las piezas y que varíe de uno a otro punto de producción, en segundo lugar las tolerancias que puede tener el molde o gavera y en tercer lugar la fabricación manual de las piezas.

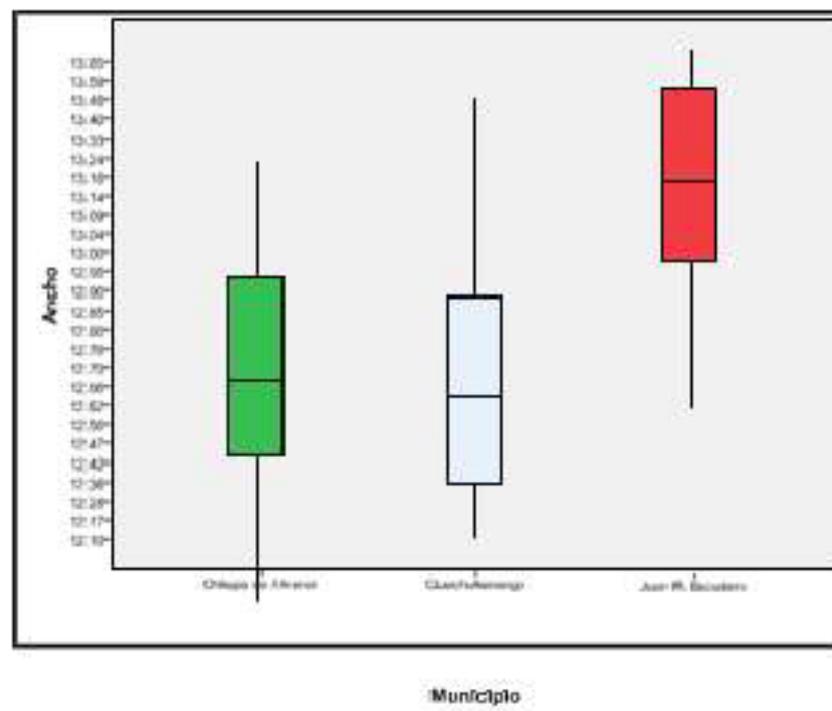
Así también, se observa que en las piezas producidas en la zona de Juan R. Escudero tienen valores más altos de espesor en relación a las otras dos zonas y las piezas producidas en la zona Quechultenango tienen valores mayores de espesor y largo con respecto a la zona Chilapa de Álvarez y Juan R. Escudero. En cuanto a las especificaciones, se observa en la Tabla 1, que los promedios obtenidos en las piezas por zona o municipio y que cumplen con las dimensiones mínimas de las normas vigentes (5 cm de alto, 10 cm de ancho y 19 cm de largo), son las variables ancho y largo, mientras que la variable de espesor no se cumple en la zona de Chilapa de Álvarez, debido a que está por debajo de la norma.

El coeficiente de variación (CV) en las dimensiones se mantiene muy bajo en las variables largo y ancho, y moderado para la variable espesor específicamente para Juan R. Escudero, ya que el CV se eleva en relación a las demás zonas. En la Tabla 1, también se observa que los valores de CV son altos para la variable resistencia a compresión, lo que indica una mayor dispersión en ellos. El mayor CV es para la zona de Quechultenango y el menor CV para Chilapa de Álvarez.

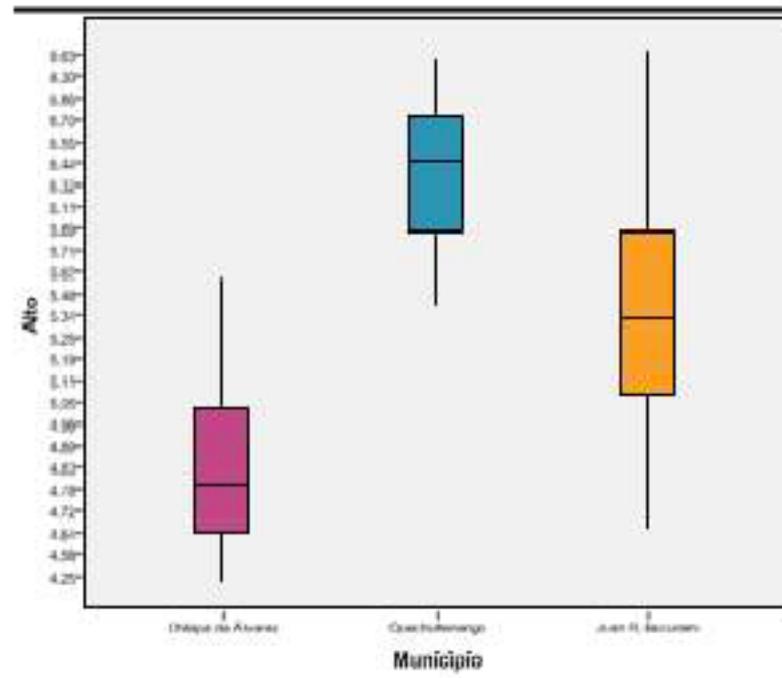
**Grafico 8** Productores por zona o municipio



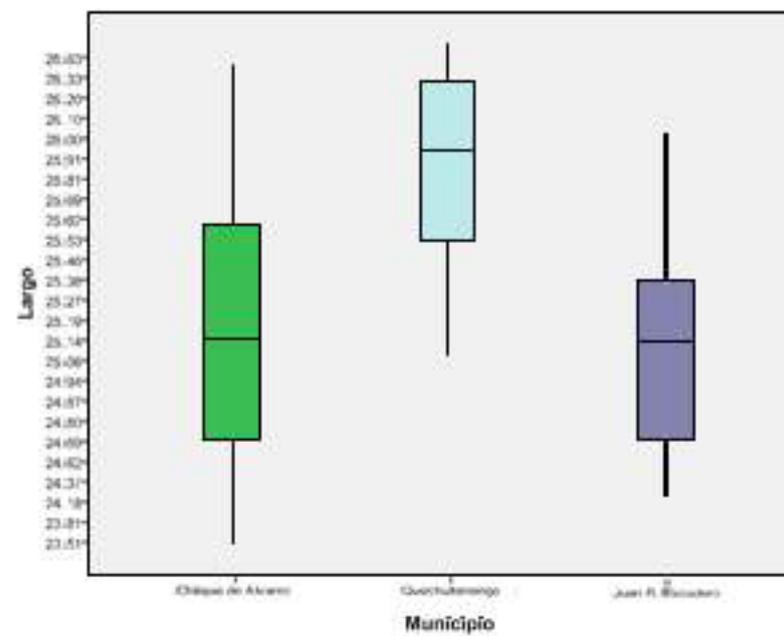
**Grafico 8.1** Ancho de piezas entre zonas



**Grafico 8.2** Alto o espesor de piezas entre zonas o municipios



**Grafico 8.3** Largo de piezas entre zonas



En el análisis de varianza de un factor para las variables ancho, alto y largo de las piezas (Tabla 8.1), se obtiene que los promedios son significativos, es decir, que el ancho, alto y largo de las piezas producidas en cada una de las zonas son diferentes.

Tabla 8 Estadísticas por municipio

Municipio		Larg	Anch	Alt o o	Resistencia a compresion
Chilapa de Alvarez	Media	25.1	12.8	4.8	58.3558
	Desv. tip.	.67	.30	.23	19.58804
	CV (%)	2.	2	4	33.55
	Mínimo	23	12	4	17.51
Quechultenango	Media	25.9	12.6	6.1	41.7295
	Desv. tip.	.49	.41	.83	19.27503
	CV (%)	1.	3	12	46.19
	Mínimo	23	12	5	14.17
Juan R. Escudero	Media	25.0	13.2	5.6	71.4225
	Desv. tip.	.46	.37	1.08	30.81445
	CV (%)	1.	2	19	43.14
	Mínimo	24	12	4	21.60
Total	Media	25.3	12.9	5.4	56.6411
	Desv. tip.	.68	.40	.97	24.54658
	CV (%)	2.	3	17	43.33
	Mínimo	23	12	4	14.17
Especificaciones (mínimo a		19.	10	5	60.00

Los resultados de comparaciones múltiples Tablas 8.2, 8.3 y 8.4, en cada una de las dimensiones muestran que la zona con menor promedio en la variable ancho es Quechultenango y con mayor promedio es Juan R. Escudero. Para el promedio de espesor o alto, el menor promedio es de la zona Chilapa de Álvarez y el mayor es de Quechultenango. Finalmente el menor promedio de la variable largo, corresponde a las zonas de Juan R. Escudero y Chilapa de Álvarez, y el mayor promedio es de Quechultenango.

Tabla 8.1 Tabla de ANOVA para las dimensiones

Variable (Dimensionamiento)	Suma de	g	Media	F	Si
Ancho	7.314	2	3.657	29.3	.0
	22.1	178	.124		
	29.4	180			
Alto	86.4	2	43.2	91.3	.0
	84.2	178	.473		
	170.6	180			
Largo	23.8	2	11.9	34.4	.0
	61.7	178	.347		
	85.6	180			

b. Resultados del ensaye de resistencia a compresión  
Este ensaye representa un indicador importante de la calidad de las piezas de tabique debido a que es el valor que más se relaciona a la capacidad de soporte de un muro de mampostería.

En este ensaye se utilizaron 4 piezas de cada sitio de muestreo lo que da un total de 72 tabiques.

En la figura 8.4 y Tabla 8.5, se observa que los valores de resistencia muestran gran variabilidad en las tres zonas estudiadas, pero la que sobresale con mayor variabilidad es la zona de Juan R. Escudero, seguida de Chilapa de Álvarez y Quechultenango. Esta última zona, además presenta los valores de resistencia más bajos (el mínimo es de 14.17 kg/cm<sup>2</sup>), seguida de Chilapa de Álvarez y Juan R. Escudero, el cual presenta el valor más alto de resistencia (el máximo es 120.26 kg/cm<sup>2</sup>), seguida por Chilapa de Álvarez y luego de Quechultenango.

**Tabla 8.2** Comparaciones múltiples para dimensión Ancho

Zona	N	Subconjunto para alfa =		
		1	2	3
Quechultenango	4	12.67		
Chilapa de	9	94	12.89	
Álvarez Juan R.	9		66	13.25
Escudero Sig.	2			28
	4	1.0	1.0	1.0
	0	00	00	00

HSD de Tukey<sup>a,b</sup> Ancho

**Tabla 8.3** Comparaciones múltiples para dimensión Espesor

Zona	N	Subconjunto para alfa =		
		1	2	3
Chilapa de	9	4.84		
Álvarez Juan R.	2	73	5.64	
Escudero	4		78	6.47
Quechultenango	0			53
Sig.	4	1.0	1.0	1.0
	9	00	00	00

HSD de Tukey<sup>a,b</sup> Alto

**Tabla 8.4** Comparaciones múltiples para dimensión largo

Zona	N	Subconjunto para alfa =	
		1	2
Juan R. Escudero	4	25.07	
Chilapa de	0	80	
Álvarez	9	25.11	25.91
Quechultenango	2	22	90
Sig.	4		1.0
	9	.9	00
		52	

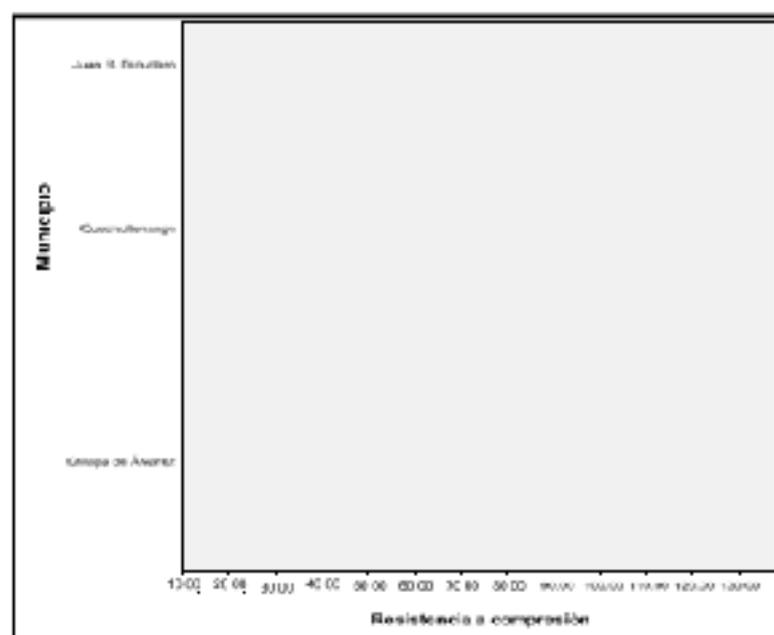
HSD de Tukey<sup>a,b</sup> Largo

En el análisis de varianza de un factor para la variable resistencia a compresión de los tabiques de las zonas estudiadas (Tabla 7), muestra que los promedios son significativos, es decir, que las resistencias de las piezas producidas son diferentes entre los municipios.

**Tabla 8.5** Estadísticas de resistencia a compresión

Zona o Municipio	Media	Mediana	Máxi	Míni	Desv.	Varian
Chilapa de Álvarez	58.35	59.87	101.	17.	19.588	383.6
Quechultenango	58	00	09	51	04	91
Juan R. Escudero Total	41.72	39.93	73.	14.	19.275	371.5
	95	00	46	17	03	27
	71.42	65.99	120.	21.	30.314	949.5
	75	50	76	60	45	30
	56.64	57.37	120.	14.	24.546	602.5
	11	00	26	17	58	35

**Grafico 8.4** Resistencia a compresión de piezas de tabique



Los resultados de comparaciones múltiples, Tabla 8.7, muestran que el municipio con menor promedio de la variable resistencia a compresión son el grupo 1 que corresponde a los tabiques producidos en la zona Quechultenango y, en el grupo 2 con mayor promedio son los producidos en las zonas de Chilapa de Álvarez y Juan R. Escudero. Los promedios que no cumplen la especificación de resistencia corresponden a las zonas de Quechultenango y Chilapa de Álvarez. El promedio que cumple e incluso supera lo especificado, es el de Juan R. Escudero. Finalmente, de forma global el promedio de resistencia no cumple con la norma.

**Tabla 8.6** ANOVA para la variable resistencia

	Suma de	g	Media	F	Sig
Inter-grupos	8048.804	2	4024.402	7.99	.00
Intra-grupos	34731.160	6	503.350	5	1
Total	42779.964	9			
		7			
		1			

**Tabla 8.6** Comparaciones múltiples para resistencia a compresión

Zona	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
Quechultenango	20	41.7295	
Chilapa de	35		58.5089
Álvarez Juan R.	16		71.4225
Escudero Sig.		1.000	.157

HSD de Tukey<sup>a,b</sup>

### 8.3 Conclusiones

A pesar de que la industria ladrillera en las zonas de Chilapa de Álvarez, Quechultenango y Juan R. Escudero, tiene varios años, continúa siendo artesanal, con insumos costosos y una ausencia total de mecanización en sus procesos.

Los tabiques de arcilla producidos en las zonas estudiadas presentan una variabilidad baja en sus dimensiones ancho y espesor, y moderado en su largo. Las dimensiones que cumplen con los estándares, son ancho y largo. Esta variabilidad tiene su origen principalmente en las propiedades índice y mecánicas de la arcilla, específicamente su contracción lineal y volumétrica en presencia o ausencia de agua.

Los resultados de la variable resistencia a compresión indican que en la zona Quechultenango y Chilapa de Álvarez se producen piezas con baja calidad, mientras que la zona que cumple la especificación, es Juan R. Escudero.

Finalmente, es recomendable mejorar de manera sistemática cada una de las etapas producción, para fabricar tabiques o ladrillos que cumpla con los estándares. Así mismo, realizar muestreos permanentes que permitan controlar la calidad y mantener el material dentro de los límites especificados.

## 8.4 Referencias

García Hernández, Nehemías (2010). Determinación del módulo elástico del tabique rojo recocido, elaborado en Atliaca, Mpio. de Tixtla, Gro. (Tesis inédita de Licenciatura) Unidad Académica de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero.

Francisco Organista, Antonio (2000). Estudio del tabique de barro rojo recocido, fabricado en la ciudad de Chilpancingo, Guerrero; (Tesis inédita de Licenciatura) Unidad Académica de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo, Guerrero, México.

Montgomery, D.C. (2005). Diseño y análisis de experimentos. México: 2ª Edición; Editorial LimusaWiley.

Wikipedia El ladrillo [en línea] [Marzo 2012] Recuperado en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Ladrillo#Historia>

Jorge Salvador, Alberto (2005). Estudio del mejoramiento de las propiedades mecánicas del tabique de barro recocido empleado en la mampostería. (Tesis inédita de Maestría) Unidad Académica de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo, Guerrero, México.

