

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA NO  
ESTRUCTURAL UTILIZADAS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA**

**CLAUDIA VIVIANA BORRERO CASTELLANOS  
LIZZA MARCELA MEJÍA CAMACHO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL  
BUCARAMANGA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2008**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA NO  
ESTRUCTURAL UTILIZADAS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA**

**CLAUDIA VIVIANA BORRERO CASTELLANOS  
LIZZA MARCELA MEJÍA CAMACHO**

**Tesis de grado como requisito para optar  
al título de Ingenieros Civiles**

**Director:  
CLAUDIA PATRICIA RETAMOSO LLAMAS  
M.I.C. Ingeniera Civil**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL  
BUCARAMANGA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2008**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Bucaramanga, Enero de 2008.

Este logro se lo dedicamos a aquellas personas que creyeron en nosotras y que contribuyeron en nuestra formación para alcanzar nuestros sueños, los cuales no terminan aquí, sino que simplemente es el inicio de un largo camino por recorrer.

## **AGRADECIMIENTOS**

Damos Gracias a Dios todo poderoso a nuestros padres, directivos, docentes y demás personas que hicieron posible culminar esta etapa de formación dándonos la oportunidad de experimentar y alcanzar nuevos horizontes.

Agradecemos a aquellas personas que con su sabiduría y apoyo nos permitieron terminar satisfactoriamente una de nuestras metas y esperamos que los conocimientos adquiridos le sean de gran utilidad a la sociedad que nos formo como ingenieras civiles

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	14
1. OBJETIVOS.....	15
1.1. Objetivo General.....	15
1.2. Objetivos Específicos.....	15
2. METODOLOGIA .....	16
2.1. SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA.....	16
2.2. ESCOGENCIA DE LAS UNIDADES DE MAMPOSTERÍA. ....	16
2.3. TOMA DE MEDIDAS Y ENUMERACIÓN DE LAS UNIDADES DE MAMPOSTERIA. ....	17
2.4. PREPARACIÓN DE LA MEZCLA PARA REALIZAR EL REFRENTADO DE LAS UNIDADES DE MAMPOSTERIA.....	17
2.5. REFRENTADO EN YESO PARA LAS UNIDADES DE MAMPOSTERIA. ....	18
2.6. ENSAYO DE COMPRESIÓN .....	19
3. JUSTIFICACIÓN.....	21
4. ALCANCE .....	22
5. MARCO TEÓRICO. ....	23
5.1. LA ARCILLA .....	24
5.1.1. Propiedades de la Arcilla. ....	24
5.1.1.1. Plasticidad. ....	24
5.1.1.2. Merma.....	24
5.1.1.3. Refratariedad. ....	24
5.1.1.4. Porosidad.....	25
5.1.1.5. Color. ....	25
5.1.2. Tipos de Arcilla. ....	25
5.1.2.1. Arcillas primarias o residuales. ....	25
5.1.2.2. Arcillas secundarias. ....	25
5.2. PROCESO DE FABRICACIÓN DEL LADRILLO. ....	25
5.2.1. Selección de la Materia Prima. ....	25
5.2.2. Adecuación de la Materia Prima. ....	26
5.2.3. Moldeo. ....	27
5.2.4. Secado.....	27
5.2.5. Cocción.....	27
5.3. TIPOS DE LADRILLO.....	27
5.3.1. Ladrillo con Perforación Horizontal. ....	28
5.3.2. Bloque Macizo. ....	29
5.4. Yeso.....	30
5.4.1. Propiedades del Yeso.....	30
5.4.1.1. Solubilidad. ....	30
5.4.1.2. Finura del molido. ....	30
5.4.1.3. Velocidad de fraguado.....	31

5.4.1.4	Resistencia mecánica.....	31
5.4.1.5	El grado de cocido.....	31
5.4.1.6	Permeabilidad.....	31
5.4.1.7	Adherencia.....	32
5.4.1.8	Corrosión.....	32
5.4.1.9	Resistencia al fuego.....	32
5.5.	PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS UNIDADES DE MAMPOSTERIA DE LAS EMPRESAS (A, B y C) UBICADAS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.....	32
6.	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	36
6.1.	REFRENTADO EN YESO.....	36
6.1.1.	Equipo.....	36
6.1.2.	Preparación de las Piezas.....	37
6.1.3.	Preparación del Material de refrentado.....	37
6.2.	ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LAS PIEZAS DE MAMPOSTERÍA37	
6.2.1.	Objetivo.....	38
6.2.2.	Equipo.....	38
6.2.3.	Principio del método.....	39
6.2.4.	Preparación de las Muestras.....	39
6.2.5.	Procedimiento.....	39
7.	RESULTADOS.....	40
7.1.	Resultados de las Unidades de Mampostería Empresa A.....	40
7.2.	Resultado de las Unidades de Mampostería Empresa B.....	40
7.3.	Resultado de las Unidades de Mampostería Empresa C.....	41
7.4.	Resultados de Resistencia a la Compresión.....	41
8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	44
8.1.	Análisis Estadístico de resultados.....	44
8.1.1.	Promedio o media aritmética.....	44
8.1.2.	Mediana.....	44
8.1.3.	Moda.....	44
8.1.4.	Desviación Estándar ( $\sigma$ ).....	44
8.1.5.	Coeficiente de Desviación. ( $\rho$ ).....	44
8.2.	Análisis de Resultados Unidades de Mampostería H – 15.....	45
9.	OBSERVACIONES.....	50
10.	CONCLUSIONES.....	52
11.	RECOMENDACIONES.....	53
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	54
	ANEXO 1. DIMENSIONES DE LAS PIEZAS DE MAMPOSTERÍA.....	55
	ANEXO 2. RESULTADOS ENSAYOS COMPRESIÓN DE LADRILLOS.....	67

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Información de Ladrilleras Ciudad de Bucaramanga.....	22
Tabla 2.	Propiedades físicas de las Unidades de mampostería estructural.....	38
Tabla 3.	Propiedades Físicas de las Unidades de Mampostería no estructural.....	38
Tabla 4.	Resultados Estadísticos Empresa A.....	40
Tabla 5.	Resultados Estadísticos Empresa B.....	40
Tabla 6.	Resultados Estadísticos Empresa C.....	41



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Unidades de Mampostería.....	16
Figura 2.	Medidas y Marcación de Unidades.....	17
Figura 3.	Asperción de Caolín y Yeso.....	17
Figura 4.	Mezcla Lista de Yeso.....	18
Figura 5.	Piezas Refrentadas. ....	18
Figura 6.	Preparación Ensayo Compresión. ....	19
Figura 7.	Aplicación Carga de Compresión. ....	19
Figura 8.	Falla de Compresión Máquina Universal. ....	20
Figura 9.	Carga de la Máquina Universal.....	20
Figura 10.	Unidad de Mampostería Perforación Horizontal. ....	28
Figura 11.	Unidad de Mampostería Maciza (Temosá). ....	29
Figura 12.	Planta Explotación Arcilla. ....	32
Figura 13.	Trituración del Material .....	33
Figura 14.	Producción del ladrillo.....	33
Figura 15.	Ladrillos entibados.....	34
Figura 16.	Carbón mineral para la cocción de las piezas. ....	34
Figura 17.	Hornos.....	34
Figura 18.	Tamo de Café y Leña Seca. ....	35
Figura 19.	Almacenamiento Piezas de Mampostería.....	35
Figura 20.	Resistencia a la compresión del ladrillo H-15 .....	41
Figura 21.	Resistencia a la Compresión Ladrillos H – 10. ....	42
Figura 22.	Resistencia a la Compresión de Ladrillos Temosa. ....	43
Figura 23.	Resultados de Frecuencia Resistencia a la Compresión Unidad H – 15. ....	45
Figura 24.	Gráfica de Resistencia Promedio y Desviación Estándar Unidad H – 15. ....	46
Figura 25.	Resultados de Frecuencia Resistencia a la Compresión Unidad H – 10. ....	46
Figura 26.	Gráfica de Resistencia Promedio y Desviación Estándar Unidad H – 10. ....	47
Figura 27.	Resultados de Frecuencia Resistencia a la Compresión de Unidad Temosa. ....	48
Figura 28.	Gráfica de Resistencia Promedio y Desviación Estándar Unidad Temosá.....	49
Figura 29.	Mal estado de las unidades utilizadas. ....	50



## RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

<b>TÍTULO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA NO ESTRUCTURAL UTILIZADAS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA
<b>AUTOR(ES):</b>	CLAUDIA VIVIANA BORRERO CASTELLANOS LIZZA MARCELA MEJÍA CAMACHO
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Ingeniería Civil
<b>DIRECTOR(A):</b>	Claudia Patricia Retamoso Llamas

### RESUMEN

El Trabajo de Grado se realiza con el fin de dar a conocer la calidad de las unidades de mampostería fabricadas en la ciudad de Bucaramanga provenientes de tres empresas (A, B Y C) (Primera Etapa), ya que el mencionado material es popularmente usado en la construcción, por ende se debe comprobar que cada unidad de mampostería cumpla con la Norma Técnica Colombiana para garantizar el buen funcionamiento del conjunto de construcción.

Para realizar los ensayos de laboratorio se utilizara el refrentado en yeso el cual ayuda a corregir las imperfecciones con las que viene el material en su superficie de prueba, esta pasta esta compuesta de caolín y yeso mezclado en las mismas proporciones, se debe aplicar la mezcla hasta alcanzar un espesor promedio de tres milímetros para así garantizar el cubrimiento homogéneo de la pieza de mampostería.

Las piezas cerámicas ya refrentadas se someterán al ensayo de compresión en la máquina universal para conocer su resistencia ante la carga aplicada, obteniéndose de la división entre la fuerza aplicada y el área de la superficie, la cual se toma antes de realizar el refrentado con yeso.

De acuerdo a los resultados obtenidos se realizará un análisis estadístico conciso acerca de la calidad de las unidades de mampostería producidas en la ciudad de Bucaramanga, en una primera etapa.

De esta forma se quiere dar a conocer a la sociedad constructora la realidad de las empresas productoras de unidades de mampostería ya que en experiencias pasadas dichos resultados no fueron los esperados.

**PALABRAS CLAVES:** Ladrillo, Mampostería, Resistencia a la Compresión, Materiales Cerámicos, Refrentado.



## SUMMARY OF LABOUR GRADE

**TÍTULO:** COMPRESSION RESISTANCE OF NON STRUCTURAL MASONRY UNITS USED IN BUCARAMANGA CITY.

**AUTOR(ES):** CLAUDIA VIVIANA BORRERO CASTELLANOS  
LIZZA MARCELA MEJÍA CAMACHO

**FACULTAD:** Civil Engineering Faculty

**DIRECTOR(A):** Claudia Patricia Retamoso Llamas

### ABSTRACT

This last semester Project is done with the objective to show the quality of the masonry units fabricated in Bucaramanga coming from three companies (A, B and C) (First Stage), because the mentioned material is popularly used in the construction, therefore it needs to be proven that each unit complies with the Colombian Technical Specifications to warranty the proper operation of the whole construction.

To perform the laboratory essays it will use plaster which helps correct the imperfections that the material has in the test surface, this material is made of caolin and mixed plaster in the same proportions, the mix has to be applied until a average thickness is reached to warranty the homogeneous coverage of the masonry piece.

The treated ceramic pieces will be put to a compression essay in the universal machine to find its resistance to the applied load and the surface area, which is taken before the treatment with plaster is made.

According to the obtained results a specific statistics analysis is made about the quality of the masonry units produced in Bucaramanga in a first stage.

In this way it want to show to the construction society the reality of the producers of masonry considering that in past experiences those results were not as expected.

**PALABRAS CLAVES:** Masonry unit, Masonry, Compression Resistance, Ceramics Materials, Smoothing.

**ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO, TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN Y AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**

Yo, CLAUDIA VIVIANA BORRERO CASTELLANOS, mayor de edad, vecino de Bucaramanga identificado con la cédula de ciudadanía No 1.098.613.175 de Bucaramanga, actuando en nombre propio, en mi calidad de autor del trabajo de grado:

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE MAMPOSTERIA NO ESTRUCTURAL UTILIZADAS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.**

hago entrega del ejemplar respectivo y de sus anexo de ser el caso, en formato digital o electrónico (CD o DVD) y autorizo a la UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993m decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, utilice y use en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamos público e importación) que me corresponden como creador de la obra objeto del presente documento. PARÁGRAFO: La presente Autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato virtual, electrónico, digital, óptico, uso en red, Internet, extranet, intranet, etc., en general para cualquier formato conocido o por conocer.

EL AUTOR – ESTUDIANTE, manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y la realizó sin violar o usurpar derechos de autor a terceros, por lo tanto la obra es de exclusiva autoría y detenta la titularidad sobre la misma. PARÁGRAFO: En caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, EL AUTOR/ESTUDIANTE, asumirá toda la responsabilidad, y saldrá en defensa de los derechos aquí autorizados; para todos los efectos la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia se firma el presente documento en dos (02) ejemplares del mismo valor y tenor, en Bucaramanga, a los            días del mes de        de 200    .

EL AUTOR/ ESTUDIANTE:

(Firma).....  
Nombre. CLAUDIA VIVIANA BORRERO CASTELLANOS

**ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO, TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN Y AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**

Yo, LIZZA MARCELA MEJÍA CAMACHO, mayor de edad, vecino de Bucaramanga identificado con la cédula de ciudadanía No 1.098.609.077 de Bucaramanga, actuando en nombre propio, en mi calidad de autor del trabajo de grado:

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE MAMPOSTERIA NO ESTRUCTURAL UTILIZADAS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.**

hago entrega del ejemplar respectivo y de sus anexo de ser el caso, en formato digital o electrónico (CD o DVD) y autorizo a la UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993m decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, utilice y use en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamos público e importación) que me corresponden como creador de la obra objeto del presente documento. PARÁGRAFO: La presente Autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato virtual, electrónico, digital, óptico, uso en red, Internet, extranet, intranet, etc., en general para cualquier formato conocido o por conocer.

EL AUTOR – ESTUDIANTE, manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y la realizó sin violar o usurpar derechos de autor a terceros, por lo tanto la obra es de exclusiva autoría y detenta la titularidad sobre la misma. PARÁGRAFO: En caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, EL AUTOR/ESTUDIANTE, asumirá toda la responsabilidad, y saldrá en defensa de los derechos aquí autorizados; para todos los efectos la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia se firma el presente documento en dos (02) ejemplares del mismo valor y tenor, en Bucaramanga, a los            días del mes de        de 200    .

EL AUTOR/ ESTUDIANTE:

(Firma).....  
Nombre. LIZZA MARCELA MEJÍA CAMACHO

## INTRODUCCIÓN

En estudios preliminares que ha realizado la universidad Pontificia Bolivariana se ha observado que las piezas de mampostería producidas en la ciudad de Bucaramanga no cumplen con la resistencia estipulada en la Norma Técnica Colombiana. Por esta razón se han realizado diversos estudios en los trabajos de grado aplicados a este suceso.

Esta primera etapa se basa en el estudio del comportamiento de las unidades de mampostería H-10, H-15 y Temosa, con el fin de dar a conocer a la comunidad constructora la realidad de la calidad de las piezas de mampostería. Para dicho estudio se escogieron tres empresas productoras de ladrillo aleatoriamente, al no producir una de las empresas una de las tres clases de ladrillo se decidió reemplazar la producción faltante con una ladrillera adicional.

El resultado de los estudios realizados será utilizado para solicitar a las empresas productoras de ladrillo que mejoren la calidad de sus productos y al mismo tiempo garanticen una óptima producción ya que actualmente el crecimiento de la construcción ha sido notorio en comparación a décadas anteriores, es necesario que las empresas ladrilleras estén catalogadas entre las mejores del país, de esta forma se garantizara un mercado competitivo.

Se espera que en los siguientes trabajos de grado se continúe investigando las empresas que no fueron estudiadas y de esta manera completar satisfactoriamente este estudio.

## 1. OBJETIVOS

### 1.1. Objetivo General.

Determinar la resistencia a la compresión de unidades de mampostería H-10, H-15, y temosa de diferentes empresas proveedoras de la región.

### 1.2. Objetivos Específicos.

- Recopilar información sobre la investigación en particular.
- Obtener 50 unidades de mampostería para cada clase de ladrillo H-10, H-15, y Temosa. Para una totalidad de 450 ladrillos, los cuales son de tres empresas diferentes.
- Refrentar las piezas de mampostería con yeso, ya que es el procedimiento permitido por la NTC 4205, para eliminar las irregularidades que puedan alterar el resultado del ensayo al que se va a someter la pieza.
- Realizar ensayos de compresión a cada una de las muestras de mampostería, con el fin de dar a conocer la resistencia que ofrecen las diferentes empresas, en el marco de carga ubicado en el bloque I en las instalaciones de la Universidad Pontificia Bolivariana.
- Analizar los resultados obtenidos mediante estadísticas y gráficas que muestren el comportamiento general de las unidades respecto a lo permitido por la normativa.
- Observar el comportamiento comercial de la mampostería que se ofrece en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA.

Se seleccionaron aleatoriamente tres empresas ladrilleras en la ciudad de Bucaramanga con el fin de corroborar la calidad de los productos que le ofrecen a la comunidad constructora de la región.

### 2.2. ESCOGENCIA DE LAS UNIDADES DE MAMPOSTERÍA.



Fuente: Propia

**Figura 1. Unidades de Mampostería.**

Se escogieron 150 unidades de mampostería (H-10,H-15 y temosa) de cada empresa( A,B,C) para un total de 450 ladrillos analizados.



### 2.3. TOMA DE MEDIDAS Y ENUMERACIÓN DE LAS UNIDADES DE MAMPOSTERIA.



Fuente: Propia

**Figura 2. Medidas y Marcación de Unidades.**

Cada una de las piezas fue medida y enumerada según la correspondencia de la empresa

### 2.4. PREPARACIÓN DE LA MEZCLA PARA REALIZAR EL REFRENTADO DE LAS UNIDADES DE MAMPOSTERIA.



Fuente: Propia

**Figura 3. Asperción de Caolín y Yeso.**

Mezclado del yeso y el caolín a proporciones iguales, para realizar el refrentado de las unidades de mampostería.



Fuente: Propia

**Figura 4. Mezcla Lista de Yeso.**

Se le adiciona agua a la mezcla anterior para obtener la pasta del refrentado.

## **2.5. REFRENTADO EN YESO PARA LAS UNIDADES DE MAMPOSTERIA.**



Fuente: Propia

**Figura 5. Piezas Refrentadas.**

A las piezas de mampostería se le aplica la pasta hasta obtener un espesor aproximado a 3mm.

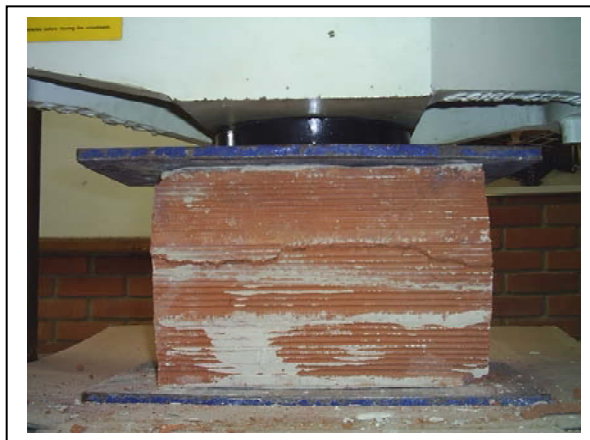
## 2.6. ENSAYO DE COMPRESIÓN



Fuente: Propia

**Figura 6. Preparación Ensayo Compresión.**

A cada una de las piezas se le realizó el ensayo para obtener su capacidad de resistencia a la compresión.



Fuente: Propia

**Figura 7. Aplicación Carga de Compresión.**

Al llegar a la resistencia máxima de la pieza se observa la falla.



Fuente: Propia

**Figura 8. Falla de Compresión Máquina Universal.**

Estos son algunos de los tipos de falla después de aplicar la carga.



Fuente: Propia

**Figura 9. Carga de la Máquina Universal.**

Lectura de carga de una de las piezas de mampostería a la cual se le realizó el ensayo de compresión.

### 3. JUSTIFICACIÓN

- El trabajo de grado se realiza con el fin de dar a conocer los resultados de las piezas de mampostería sometidas a cargas de compresión fabricadas en la ciudad de Bucaramanga provenientes de tres empresas (A, B Y C), siendo esta la primera etapa de varias en donde se logre observar cuales son los valores de resistencia promedio obtenidas en unidades de mampostería de ladrillos H-10, H-15 y Temosa, comúnmente utilizados en las construcciones de nuestra región.
- El objetivo principal de este trabajo es hacer un acercamiento a la empresa Ladrillera en Bucaramanga, para que dependiendo de los resultados, se observe que procesos pueden mejorar para obtener un ladrillo o unidad de mampostería de mejor calidad en nuestras construcciones.

#### 4. ALCANCE

En la realización de este proyecto se trabajaron tres empresas (A, B Y C) productoras de mampostería no estructural en la ciudad de Bucaramanga, obteniendo de cada una de ellas una cantidad de piezas de mampostería, con el fin de realizarles el ensayo de compresión.

Se espera que otros grupos continúen con esta investigación, debido a que en este trabajo de grado no se analizaron todas las empresas por presupuesto del proyecto.

A continuación se presenta el cuadro con algunas de las empresas ladrilleras, de tal forma que de estas se pudiera escoger las empresas(A, B y C) aleatoriamente.

**Tabla 1. Información de Ladrilleras Ciudad de Bucaramanga.**

LADRILLERA	TELEFONO	CLASE DE LADRILLO	PRECIOS	DIAS DE PRODUCCIÓN
<b>Bombonera</b>	6374072	H-15	\$1200	Lunes y martes
	6376160	H-10	\$ 650	
		Temosa	\$ 400	
<b>Bautista</b>	6372813	H-15	\$1050	Lunes a viernes
		H-10	\$ 595	20 días
<b>España</b>	6372358	H-15	\$1100	Miércoles
		H-10	\$ 600	
		Temosa	\$ 400	
<b>Santander</b>	6375972	H-15	\$ 1000	Martes y miércoles
		H-10	\$ 570	
<b>San Luis</b>	6374317	Temosa	\$ 320	Lunes a viernes

## 5. MARCO TEÓRICO.

Observando que en la ciudad de Bucaramanga el incremento en la construcción ha sido considerable en los últimos años, se decidió desarrollar un trabajo de grado en una primera etapa, en el cual se conociera el comportamiento de las unidades de mampostería H-10, H-15 y Temosa, ofrecidas por las diferentes ladrilleras en la ciudad.

Se realizó un acercamiento a las empresas que se escogieron, y se obtuvo la siguiente información:

La empresa A fue creada hace 26 años con una producción semanal de 25000 unidades entre ladrillo temosa y teja, los cuales son producidos artesanalmente. Dicha empresa funciona en sociedad con otra ladrillera la cual se encarga de la fabricación de los ladrillos H-10 y H-15 teniendo en cuenta que la arcilla y el control de calidad usado es el mismo. La fabricación de estas unidades de mampostería no se hace artesanalmente debido a la necesidad de utilizar maquinaria para el moldeo y realización de la pieza.

La empresa B fue creada hace más de 5 años. Con una producción de 5000 unidades de mampostería a la semana entre ladrillos H-10, H-15 y temosa. Esta empresa se caracteriza porque la elaboración de sus piezas contienen más de un 90% de arcilla y aproximadamente un 10 % en arenas.

La empresa C no brindó información sobre sus procesos, por cuanto no es información pública.

En los últimos años se ha venido utilizando frecuentemente la construcción en mampostería confinada en la ciudad de Bucaramanga debido a los frecuentes sismos que dicha ciudad presenta, y siendo la vivienda una de las necesidades básicas del hombre, superada en importancia solo por el alimento y el vestido.

Cuando se habla de mampostería confinada se resalta a los muros construidos con ladrillos pegados con mortero confinados por sistemas de concreto reforzado tradicionales como columnas. Siendo un sistema sobre el cual existe amplia experiencia constructiva en Colombia. La mayor parte de las ventajas y desventajas frente a sistemas constructivos diferentes, son compartidas con la mampostería estructural. Es apta para construcciones en altura hasta unos seis pisos.

Comparando entre los dos sistemas de mampostería reforzada y de muros confinados, diferentes características y apreciaciones de constructores y diseñadores han terminado por favorecer a la estructural sobre la de muros confinados.

Es muy importante tener un buen proceso de fabricación de las piezas de mampostería y ver que la utilización de los materiales que la componen sean óptimos, adecuados y de buena calidad.

## **5.1. LA ARCILLA**

La arcilla con la que se elaboran los ladrillos es un material sedimentario de partículas muy pequeñas de silicatos hidratados de alúmina, además de otros minerales como el caolín, la montmorillonita y la illita.

Se considera el adobe como el precursor del ladrillo, puesto que se basa en el concepto de utilización de barro arcilloso para la ejecución de muros, aunque el adobe no experimenta los cambios físico-químicos de la cocción.

El ladrillo es la versión irreversible del adobe, producto de la cocción a altas temperaturas.

### **5.1.1. Propiedades de la Arcilla.**

#### **5.1.1.1 Plasticidad.**

Mediante la adición de una cierta cantidad de agua, la arcilla puede adquirir la forma que uno desee. Esto puede ser debido a la figura del grano (cuanto más pequeña y aplanada), la atracción química entre las partículas, la materia carbonosa así como una cantidad adecuada de materia orgánica.

#### **5.1.1.2 Merma.**

Debido a la evaporación del agua contenida en la pasta se produce un encogimiento o merma durante el secado.

#### **5.1.1.3 Refractariedad.**

Todas las arcillas son refractarias, es decir resisten los aumentos de temperatura sin sufrir variaciones, aunque cada tipo de arcilla tiene una temperatura de cocción.



#### 5.1.1.4 Porosidad.

El grado de porosidad varía según el tipo de arcilla. Esta depende de la consistencia más o menos compacta que adopta el cuerpo cerámico después de la cocción. Las arcillas que cuecen a baja temperatura tienen un índice más elevado de absorción puesto que son más porosas.

#### 5.1.1.5 Color.

Las arcillas presentan coloraciones diversas después de la cocción debido a la presencia en ellas de óxido de hierro, carbonato cálcico.

### 5.1.2. Tipos de Arcilla.

Se puede hablar de dos tipos de arcillas: las primarias y las secundarias.

#### 5.1.2.1 Arcillas primarias o residuales.

Son las formadas en el lugar de sus rocas madres y no han sido por tanto transportadas por el agua, el viento o el glaciador. Estas tienden a ser de grano grueso y relativamente no plásticas. Cuando han sido limpiadas de fragmentos de roca, son relativamente puras, blancas y libres de contaminación con materiales arcillosos. La mayoría de los caolines son arcillas primarias.

#### 5.1.2.2 Arcillas secundarias.

Son las que han sido desplazadas del lugar de las rocas madres originales. Aunque el agua es el agente más corriente de transporte, el viento y los glaciares pueden también transportar arcilla. Éstas son mucho más corrientes que las anteriores y tienen una constitución más compleja debido a que están compuestas por material procedente de distintas fuentes: hierro, cuarzo, mica, materias carbonosas y otras impurezas.

## 5.2. PROCESO DE FABRICACIÓN DEL LADRILLO.<sup>1</sup>

### 5.2.1. Selección de la Materia Prima.

---

<sup>1</sup> [http://www.construaprende.com/Lab/1/Prac1\\_1.html](http://www.construaprende.com/Lab/1/Prac1_1.html)

La materia prima de un ladrillo es la arcilla, la cual debe tener la siguiente composición química para ser apta para un ladrillo:

Contenido de Alkalís y Ácidos: menor del 0.2%. Puede causar eflorescencia con un porcentaje mayor.

Sustancias solubles (sales: sulfato sódico, sulfato de magnesio): menor al 0.04%. Igual al anterior produce eflorescencias con un porcentaje mayor Piritas (Sulfuros de Hierro). Su exceso puede producir una deposición sulfúrica, en el momento de la cocción, ocasionando coloraciones indeseables y cuarteaduras sobre el material.

Contenido de Alúmina: 20% - 30%: Imparte plasticidad a la arcilla, y un exceso provoca contracciones altas en el secado.

Contenido de Sílice: 50% - 60%: Da baja contracción, previene el agrietamiento, imparte formas uniformes al ladrillo. Asociada con la durabilidad. Su exceso disminuye la cohesión entre partículas.

Oxido de Hierro: Imparte coloración rojiza a la cerámica, previene que la cal produzca la función de la arena. Su exceso produce una coloración azul oscura (generalmente no ocasiona otra molestia).

Cal : Debe estar dispersa (diámetro 0.2 mm) o sea cal viva más agua. Es un fundente que permite bajar la temperatura de fusión de la sílice. Si hay un exceso puede fundir demasiado provocando agrietamiento y deformación de la pieza.

MgO : Imparte coloración amarilla a la cerámica. Ayuda a decrecer la deformación. Sé exceso produce deterioro por expansión de la superficie. Además la arcilla debe tener un bajo contenido de material orgánico para que en el proceso de la cocción no queden espacios vacíos por el consumo de este material.

### **5.2.2. Adecuación de la Materia Prima.**

Ajuste granulométrico: Dependiendo de la finura de la arcilla esta tendrá mayor o menor grado de plasticidad. El ajuste se hace por medios mecánicos.

Ajuste por contracción: consiste en agregar arena o arcillas no plásticas.

Ajustes por humedad: Se realiza teniendo en cuenta las especificaciones dadas por los límites de atterberg.

Mezcla homogénea: se debe lograr una misma composición en toda la matriz ya sea, por batidora, o por otros procesos mecánicos.

### **5.2.3. Moldeo.**

Depende del proceso de producción, ya sea con equipo de extrusión, en donde se utiliza una boquilla para impartir la forma del ladrillo, o por moldeo manual, en donde se utiliza un molde para dar la forma a la arcilla.

### **5.2.4. Secado.**

Tiene por objeto eliminar la humedad libre y parte de la combinada por exposición al ambiente, lo cual se hace así por costos, velocidad de contracción, lo que nos da una mejor calidad.

### **5.2.5. Cocción.**

Proceso mediante el cual se somete al fuego la arcilla moldeada y seca, para producir una sinterización intensa de la arcilla, y una vitrificación adecuada.

Estos procesos de cocción se deben llevar a cabo manejando una curva de temperaturas de la cual dependerán varias de las características del ladrillo, ya que si es mal manejada esta curva pueden haber problemas con el ladrillo, por ejemplo la generación de esfuerzos residuales en el ladrillo, produciendo agrietamientos.

## **5.3. TIPOS DE LADRILLO.**

Algunos factores que influyen en la durabilidad de un ladrillo es su buena composición. Si la cerámica es demasiado grasa hay peligro de retracción, y hay posibilidad de que la pieza tenga poca adherencia a la mezcla, en el momento de ser utilizada; si su composición tiene muchas impurezas (como óxidos de cal que provocan caliches), el ladrillo puede deteriorarse con facilidad en cuanto tiene contacto con el agua.

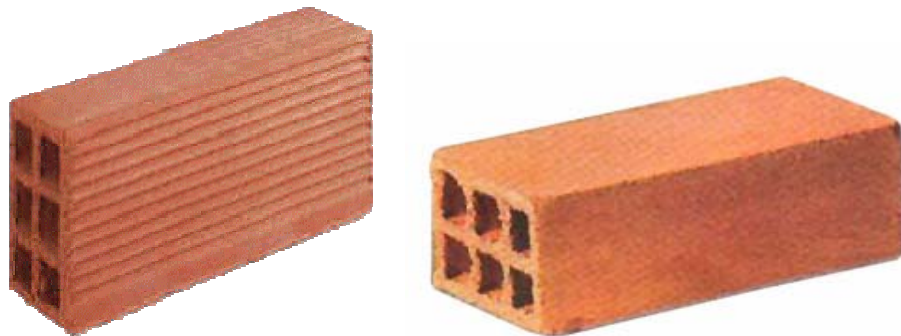
El moldeo del ladrillo puede presentar imperfecciones al llegar a la obra con fisuras en los tabiques interiores, un porcentaje demasiado alto de huecos o unas dimensiones desproporcionadas. Estos son factores de riesgo para la durabilidad del ladrillo ya que tendrá grandes posibilidades de que si se coloca en obra se deteriore. Esta es una razón por la que los cargamentos

de ladrillo deben ser registrados detenidamente por los responsables de la obra, si se encuentran en mal estado o si por alguna razón presenta alguna de las características mencionadas anteriormente y éstos deben rechazarlos si es necesario.

Por último, la durabilidad del ladrillo puede deberse a su ubicación en una obra, al margen de su propia calidad. Por ejemplo si se colocan las piezas en un lugar donde salpica el agua lluvia hacia los ladrillos en un muro, entonces la alta exposición a los efectos del agua puede causar un serio deterioro. Así como también la aparición de un foco de humedad constante puede tener los mismos efectos en ladrillos cercanos.

Por estas razones mencionadas anteriormente es tan importante mantener un buen proceso de fabricación de las piezas de mampostería e igualmente tener un cuidado especial, para lograr unos excelentes resultados.

### **5.3.1. Ladrillo con Perforación Horizontal.**



Fuente: [www.arqhys.com](http://www.arqhys.com)

**Figura 10. Unidad de Mampostería Perforación Horizontal.**

Consiste de un ladrillo con perforación horizontal que cuenta con una o más hendiduras que lo calan de lado a lado, atravesando y cortando los tabiques que configuran las perforaciones del ladrillo, pero sin darle secciones al ladrillo por completo sino que se le dejan selectivamente zonas sin cortar, de modo que el ladrillo está entero en sus medidas exteriores pero si se terminan de seccionar las zonas no cortadas se consigue partir el ladrillo, con gran precisión, en piezas menores de longitud previamente establecida.

Se utiliza para fachadas de canto, o de palo ancho si se quiere un muro más aislante acústica y térmicamente.

El ladrillo tiene medidas estándar en las fábricas, pero para poder realizar el ensayo de compresión a la unidad, se debe tener en cuenta el ancho del ladrillo normalmente tiene una altura de 20 cm y un largo de 40 cm.

La durabilidad y el tiempo de vida de las piezas de mampostería depende de diversos factores, los ladrillos mal cocidos o crudos (cocción a menos de 600°C) no son capaces de resistir el efecto negativo del agua. Se desgranar o desmoronan fácilmente, y no resisten grandes cargas pues son fácilmente deformables y tienen poca resistencia. Por tanto acaban por desintegrarse rápidamente.

Del mismo modo, los ladrillos cocidos a temperaturas demasiado altas son demasiado rígidos y por tanto son más frágiles frente a las cargas estructurales. Se pueden fisurar o fracturar con facilidad.

### 5.3.2. Bloque Macizo.<sup>2</sup>



Fuente: [www.refractoriosaldayenses.com](http://www.refractoriosaldayenses.com)

**Figura 11. Unidad de Mampostería Maciza (Temosá).**

Este tipo de ladrillo es muy utilizado para las edificaciones, en el pavimento y en el recubrimiento de suelos. El ladrillo se considera como una pieza de arcilla o tierra arcillosa moldeada tanto a mano como mecánicamente, la cual es cocida, en forma de un paralelepípedo o prisma regular, empleado en albañilería.

En la elaboración se puede adicionar otros materiales de suficiente plasticidad o consistencia, que puedan tomar formas permanentes y al secarse no presenten grietas, nódulos o deformaciones. Para considerarlo como ladrillo macizo, éste no tendrá perforaciones en su interior que pasen del 20 % de su volumen. Se puede decir que son prensados con arcilla cocida, en forma de paralelepípedo rectangular, en el cual se pueden realizar

---

<sup>2</sup> <http://www.arqhys.com/construccion/macizo-ladrillo.html>

perforaciones paralelas a una arista. Con este tipo de ladrillos se pueden fabricar arcos, bóvedas, chimeneas, pilares, cúpulas, etc. Ahora bien, este ladrillo es muy utilizado, ya que es económico y gracias a su formato modular su colocación se puede realizar armoniosamente, esta constituido de materias primas las cuales son extraídas de la tierra, (un ejemplo de estas se puede mencionar la arcilla), cemento Pórtland y agua.

#### **5.4. Yeso.**

El yeso tiene gran aplicación para preservar las construcciones de la humedad. Constituye un mineral blando, llamado químicamente sulfato de cal hidratado que, calcinado, molido y amasado con agua consigue endurecer rápidamente. Recibe normalmente el nombre de yeso una vez lista la piedra para emplear, o bien la "piedra de yeso", antes de verificar dicha preparación.

El yeso está definido por determinadas propiedades físicas y químicas, interrelacionadas entre sí directa o indirectamente. En función de estas propiedades, intrínsecas o bien derivadas del proceso de fabricación (extracción, disposición del hornete, grado de cocido o molido), vendrá dado su uso en construcción.

##### **5.4.1. Propiedades del Yeso.**

A su vez, el modo de hidratarlo también determinará el resultado final (temperatura del agua, proporción de ésta con el yeso,..). Las propiedades que marcan el carácter del yeso son principalmente:

###### **5.4.1.1 Solubilidad.**

El yeso es poco soluble en agua dulce ( 10 gramos por litro a temperatura ambiente). Sin embargo, en presencia de sales su grado de solubilidad se incrementa notablemente. Desgraciadamente, la salinidad siempre aparece al contacto con el exterior. Por eso es recomendable el uso del yeso preferiblemente al interior, a menos que se pueda impermeabilizar mediante algún procedimiento. La solubilidad aumentará también por factores como la finura.

###### **5.4.1.2 Finura del molido.**

Como hemos comentado anteriormente, el yeso, una vez deshidratado debe ser molido para su utilización. La finura de molido influye en gran parte en las propiedades que adquiere el yeso al volverlo a hidratar. La posibilidad de uso

del yeso para la construcción reside en que al amasarlo con agua, reacciona formando una pasta que endurece constituyendo un conjunto monolítico. Se comprende fácilmente que, cuanto mayor sea el grado de finura del yeso, más completa será la reacción y, consecuentemente, la calidad del producto obtenido. La velocidad de fraguado es proporcional al grado de disolución, con lo que podemos afirmar que el yeso *morirá antes (fraguado rápido)*. Este último factor limitará el tiempo del trabajador. Si el yeso *muere pronto* es apropiado para enlucidos (lucidos), o bien para acabados rápidos.

#### 5.4.1.3 Velocidad de fraguado.

El yeso se caracteriza por fraguar con rapidez, por lo que es recomendable para su uso hidratarlo en pequeñas cantidades. Esta propiedad depende de tres factores:

- El propio yeso (grado de finura, pureza, punto de cocido, etc).
- Las condiciones de hidratación (la temperatura del agua, la concentración del yeso en el agua, el modo de amasar la pasta al hidratarlo).
- Agentes externos como la humedad o la temperatura.
- A su vez, la rapidez de fraguado del material, nos indica el grado de resistencia con que concluirá una vez consolidado.

#### 5.4.1.4 Resistencia mecánica.

Un yeso de alto grado en finura, velocidad de fraguado, concentración de yeso y temperatura del agua y de atmósfera, será también de alta resistencia mecánica.

#### 5.4.1.5 El grado de cocido.

También afectará a todas estas propiedades. Es necesario encontrar el punto justo de cocido, siendo perjudicial que esté tanto sobre cocido como falto. También es conveniente no emplear el yeso recién cocido, se acentuaría la rapidez de fraguado, impidiendo trabajar con comodidad.

#### 5.4.1.6 Permeabilidad.

Quizá el problema más difícil de resolver, sobre todo para su uso al exterior, es el de su impermeabilización. La solubilidad se ve acentuada por el grado porosidad, y el yeso posee un grado alto. Por esto, el agua puede penetrar

cómodamente a través de la red capilar, acelerando la disolución, y consecuentemente la pérdida del material.

#### 5.4.1.7 Adherencia.

Disminuye en contacto con el agua, siendo buena en medio seco, tanto con materiales pétreos como metálicos.

#### 5.4.1.8 Corrosión.

Al igual que sucede con la adherencia, en presencia de agua este material reacciona perjudicando.

#### 5.4.1.9 Resistencia al fuego.

Es de destacar su buena resistencia al fuego, considerándose buen aislante.

### **5.5. PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS UNIDADES DE MAMPOSTERÍA DE LAS EMPRESAS (A, B y C) UBICADAS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.**



Fuente: Propia

**Figura 12. Planta Explotación Arcilla.**

Se procede a remover la tierra para extraer la arcilla y posteriormente se realiza un repicado para triturar las partículas más grandes.





Fuente: Propia

**Figura 13. Trituración del Material**

Posteriormente el material triturado se lleva a las pilas donde se le adiciona el agua para hacer la pasta y la máquina que se observa en la figura se encarga de moler las partículas mas grandes.



Fuente: propia

**Figura 14. Producción del ladrillo.**

Luego de hacer la mezcla el oficial se encarga de la fabricación manual del ladrillo.



Fuente: Propia

**Figura 15. Ladrillos entibados.**

Pasado los 12 días de endurecimiento las piezas se arreglan para el secado.



Fuente: Propia

**Figura 16. Carbón mineral para la cocción de las piezas.**

Se colocan seis dagas y se le adicionan 30 canecas de carbón mineral para su cocción.



Fuente: Propia

**Figura 17. Hornos.**

Se procede a encender los hornos durante 24 horas hasta obtener la cocción deseada.



Fuente: Propia

**Figura 18. Tamo de Café y Leña Seca.**

En esta imagen se observa el tamo de café y la leña seca utilizados para encender el horno.



Fuente: Propia

**Figura 19. Almacenamiento Piezas de Mampostería.**

Posteriormente se retiran las piezas del horno y se almacenan para la venta.

## 6. ENSAYOS DE LABORATORIO.

En esta parte del documento, se realizará un breve recuento de los ensayos que se necesitaron desarrollar para obtener los resultados del trabajo de grado.

En primera medida, se mencionará como es el proceso para el refrentado en yeso y por último se explicará el ensayo de resistencia a la compresión de unidades de mampostería.

### 6.1. REFRENTADO EN YESO.<sup>3</sup>

El refrentado en yeso es un método utilizado para disminuir las irregularidades en los materiales refractarios, como son las unidades de mampostería.

Con el fin de garantizar una superficie de contacto perfectamente lisa, y hacer paralelas las caras de carga tales que aseguren que no se presenten concentración de esfuerzos en la pieza es necesario realizar el proceso de refrentado.

El material para refrentado puede consistir de capas de yeso de alta resistencia, capas de azufre puro, o en una capa delgada de pasta de cemento Pórtland.

El refrentado con yeso debe tener una resistencia mínima a la compresión de 350 Kg/cm<sup>2</sup>, y un porcentaje de agua en masa con respecto al yeso debe estar entre el 26% y el 30% ya que cuanto menor sea la cantidad de agua empleada, mayor es la posibilidad de lograr resistencias aceptables después de una a dos horas.

Para utilizar el método de refrentado en yeso no se deben usar yesos corrientes empleados en la construcción.

#### 6.1.1. Equipo.

- Molde para refrentado.
- Nivel.
- Llana Metálica.

---

<sup>3</sup> Manual de Ensayos de Laboratorio Mampostería Estructural Segunda Edición. Tesis de Grado. Luis Hébert Barrios Jaramillo. Julio 1.998. Universidad de los Andes. Pág. 1 PE MAMP-2.0. 2.1 REFRENTADO DE PIEZAS.

### **6.1.2. Preparación de las Piezas**

El proceso de refrentado se realiza a ladrillos y piezas de mampostería que tengan irregularidades que se puedan considerar que alteren el resultado del ensayo a que se va a someter la pieza.

El ladrillo debe tener sus superficies secas y frías, con el fin de garantizar una buena adherencia del material, de refrentado a la pieza

### **6.1.3. Preparación del Material de refrentado.**

El material para refrentado puede consistir de capas de yeso de alta resistencia, capas de azufre puro, mortero de azufre, o con una capa delgada de pasta de cemento portland.

Se asienta una de las caras de la unidad de mampostería sobre una pasta de yeso calcinado, extendida en una superficie engrasada no absorbente, como vidrio o metal. La superficie de vaciado debe ser plana, con una tolerancia de 0.1 mm en 400 mm y suficientemente rígida; debe estar apoyada de tal manera que no se flexione considerablemente durante la operación de refrentado. Se aplica ligeramente una capa de aceite u otro material adecuado y se repite este procedimiento con la otra superficie de la unidad de mampostería. Las superficies opuestas deben quedar lo mas paralelas que sea posible y perpendiculares al eje principal del espécimen.

El espesor del refrentado debe ser aproximadamente el mismo en las dos caras y no debe exceder los 3.0 mm. El refrentado debe dejarse secar mínimo 24 horas antes de ser ensayados los especímenes.

## **6.2. ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LAS PIEZAS DE MAMPOSTERÍA<sup>4</sup>**

Las unidades de mampostería de arcilla cosida para mampostería deben cumplir con la resistencia mínima a la compresión que se especifica en las tablas 2 y 3.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Manual de Ensayos de Laboratorio Mampostería Estructural Segunda Edición. Tesis de Grado. Luis Hébert Barrios Jaramillo. Julio 1.998. Universidad de los Andes. Pág. 1 PE MAMP-2.0. 2.2 ENSAYO DE COMPRESIÓN.

<sup>5</sup> Norma Técnica Colombiana. ICONTEC Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. NTC 4205.

**Tabla 2. Propiedades físicas de las Unidades de mampostería estructural.**

TIPO	Resistencia mínima a la compresión Mpa (Kg/cm <sup>2</sup> )		Absorción de agua en % (interior y exterior)			
	Prom 5 U	Unidad	Prom 5 U	Unidad	Prom 5 U	Unidad
PH	5,0(50)	3,5(35)	13	16	7 a 13,5	14
PV	18,0(180)	15,0(150)	13	16	7 a 13,5	14
M	20,0(200)	15,0(150)	13	16	7 a 13,5	14

PH = Unidad de mampostería de perforación horizontal

PV = Unidad de mampostería de perforación vertical

M = Unidad de mampostería maciza

**Tabla 3. Propiedades Físicas de las Unidades de Mampostería no estructural**

TIPO	Resistencia mínima a la compresión Mpa(Kgf/cm <sup>2</sup> )		Absorción de agua en % (interior y exterior)			
	Prom 5 U	Unidad	Prom 5 U	Unidad	Prom 5 U	Unidad
PH	3,0(30)	2.0(20)	17	20	7 a 13,5	14
PV	14,0(140)	10,0(100)	17	20	7 a 13,5	14
M	14,0(140)	10,0(100)	17	20	7 a 13,5	14

PH = Unidad de mampostería de perforación horizontal

PV = Unidad de mampostería de perforación vertical

M = Unidad de mampostería maciza

### 6.2.1. Objetivo.

Este método de ensayo tiene por objeto establecer el procedimiento que debe seguirse para determinar la resistencia a la rotura por compresión de unidades de mampostería

### 6.2.2. Equipo.

- Máquina de compresión: provista de plato con rótula de segmento esférico, siempre que las áreas de las superficies de contacto de los apoyos, sean iguales o mayores que las de la muestra de prueba.
- Flexómetro: para determinar las dimensiones de la muestra.

- Balanza: Debe permitir lecturas de por lo menos 0.5% del peso de la muestra.

### **6.2.3. Principio del método.**

La resistencia a la compresión de una pieza de mampostería es un indicativo directo de la calidad de la misma. Sin embargo no puede usarse para comparar directamente unidades de materiales distintos y mucho menos de formas distintas. Esto se debe a que por fricción, la máquina de ensayo, ejerce restricciones a las deformaciones laterales en las caras de carga.

### **6.2.4. Preparación de las Muestras.**

Se recomienda ensayar como mínimo cinco piezas, las cuales no deben tener ni fisuras ni irregularidades en los bordes.

Antes de ensayar la muestra se deben alisar y hacer paralelas las caras de carga y perpendiculares a las otras aristas, mediante el proceso de refrentado. Las muestras se deben ensayar después de dejar enfriar las capas durante un período de tiempo mínimo de 2 horas.

Cuando la superficie de la muestra presente hendiduras, se llenan con pasta de cemento portland, que se deja fraguar durante 24 horas, después de las cuales se procede a la aplicación de las capas de refrentado.

### **6.2.5. Procedimiento.**

Se determinan las dimensiones de la muestra. (Largo, ancho y alto), debe hacerse antes del refrentado. Se especifican las características principales de la muestra: Tipo de ladrillo, color, textura, forma y consistencia.

Las muestras se ensayan, centrándolas con respecto a la rótula y de manera que la carga se aplique en la misma dirección de servicio de la muestra (espesor).

Carga Ultima: Es la carga máxima que soporta la muestra antes de volverse inestable, perder sus características geométricas básicas o de que aparezcan grietas claramente visibles.

Hasta la mitad de la carga última esperada se aplica la carga a una velocidad moderada. La carga restante se aplica gradualmente en un tiempo no inferior a un minuto ni superior a dos.

## 7. RESULTADOS.

A continuación se muestran los resultados de las piezas de mampostería sometidas al ensayo de compresión y a su vez el análisis estadístico de las mismas.

### 7.1. Resultados de las Unidades de Mampostería Empresa A.

En el Anexo 1, se muestran los resultados específicos de dimensiones de todos los ladrillos ensayados para esta empresa y en el Anexo 2, se observan los resultados de Resistencia a la Compresión de todos los ladrillos ensayados. En total se desarrollaron 50 ladrillos de cada tipo. A continuación se presentan los resultados promedio de las resistencias a la compresión de los ladrillos H – 10, H – 15 y Temosa de esta empresa:

**Tabla 4. Resultados Estadísticos Empresa A.**

<b>Características Estadísticas</b>	<b>Ladrillo</b>		
	<b>H-15</b>	<b>H-10</b>	<b>Temosa</b>
<b>Promedio (MPa)</b>	1.3	0.7	3.3
<b>Mediana (MPa)</b>	1.20	0.71	3.35
<b>Moda (MPa)</b>	1.1	0.69	3.2
<b>Desviación (MPa)</b>	0.45	0.13	0.55
<b><math>\rho</math> (%)</b>	35.47	18.16	16.36

### 7.2. Resultado de las Unidades de Mampostería Empresa B.

A continuación se muestran las características estadísticas de las unidades de mampostería de la Empresa B. En el Anexo 1 y 2, se pueden observar las dimensiones de la pieza y la resistencia a la compresión respectivamente de cada una de las unidades probadas.

**Tabla 5. Resultados Estadísticos Empresa B.**

<b>Características Estadísticas</b>	<b>Ladrillo</b>		
	<b>H-15</b>	<b>H-10</b>	<b>Temosa</b>
<b>Promedio (MPa)</b>	0.9	0.8	3.7
<b>Mediana (MPa)</b>	0.90	0.85	3.80
<b>Moda (MPa)</b>	1.1	0.81	3.2
<b>Desviación (MPa)</b>	0.29	0.13	0.76
<b><math>\rho</math> (%)</b>	31.86	15.57	20.30



### 7.3. Resultado de las Unidades de Mampostería Empresa C.

A continuación se observan los resultados del promedio, mediana, moda, desviación estándar y la relación entre la desviación y el promedio de las unidades de mampostería H-15, H-10 y Temosa.

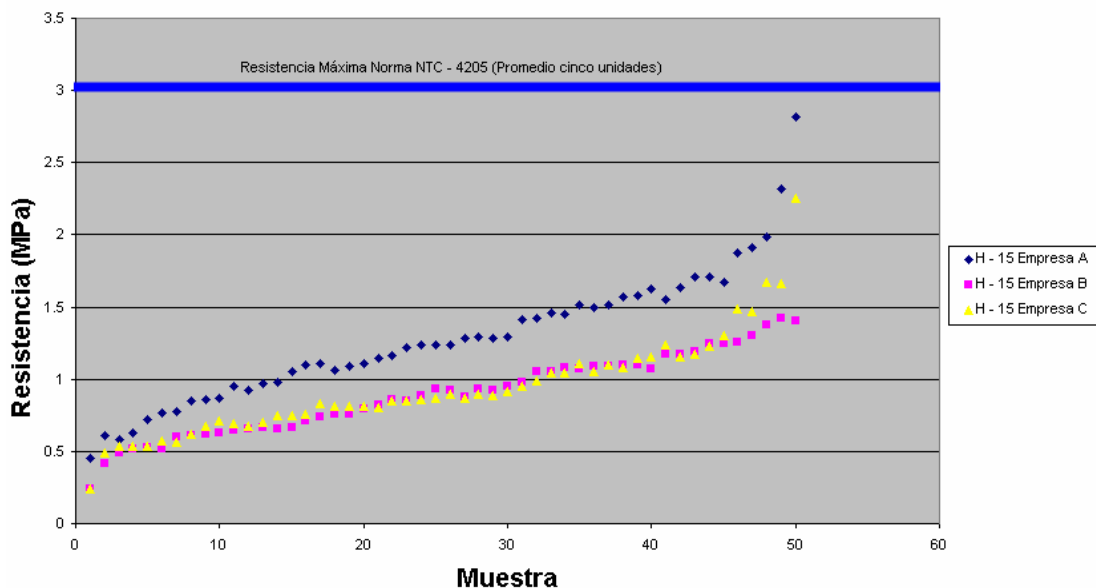
**Tabla 6. Resultados Estadísticos Empresa C.**

Características Estadísticas	Ladrillo		
	H-15	H-10	Temosa
<b>Promedio (MPa)</b>	0.9	1.0	2.6
<b>Mediana (MPa)</b>	0.90	0.90	2.60
<b>Moda (MPa)</b>	0.8	0.84	2.6
<b>Desviación (MPa)</b>	0.36	0.21	0.66
$\rho$ (%)	38.41	22.34	25.01

### 7.4. Resultados de Resistencia a la Compresión.

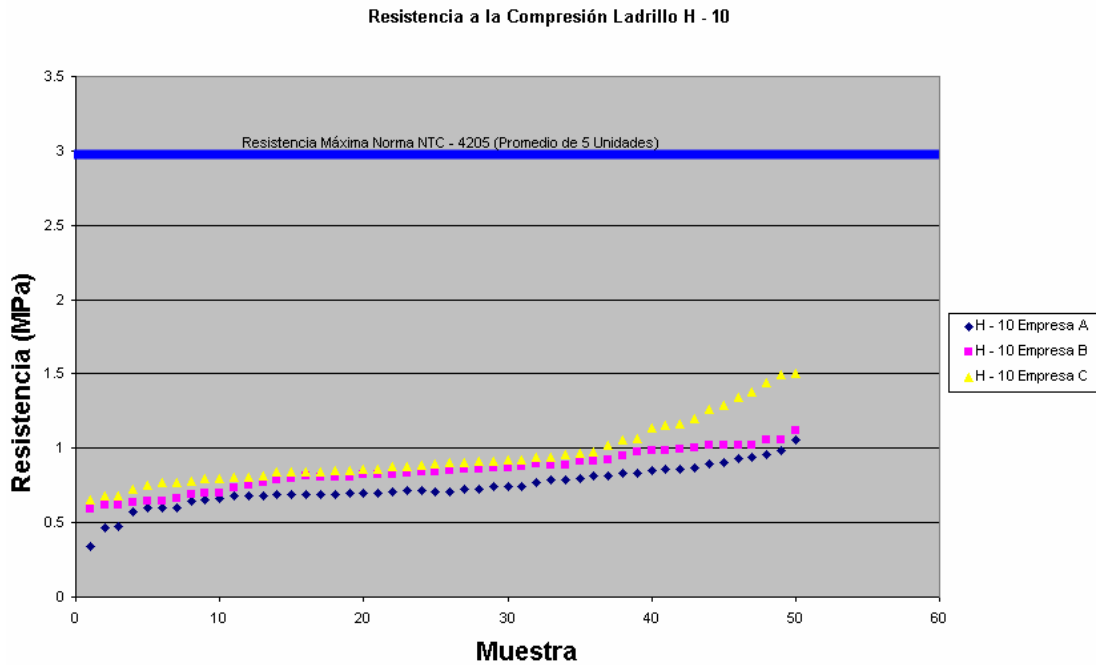
Se puede observar en el siguiente gráfico el resultado de todos los ensayos de resistencia a la compresión realizado a las piezas de mampostería, con el respectivo límite establecido por la Norma Técnica Colombiana (NTC 4205). En el Anexo 2, se muestran los resultados numéricos de todos estos ensayos.

**Resistencia a la Compresión Ladrillo H - 15**



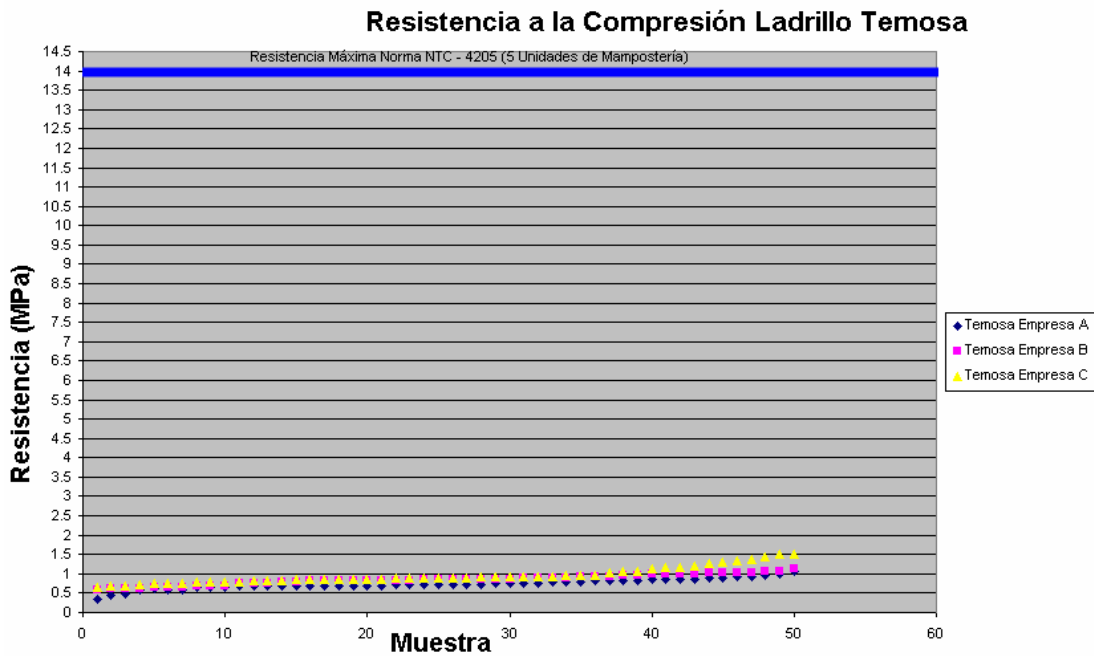
**Figura 20. Resistencia a la compresión del ladrillo H-15**

En la figura se observa que la empresa A dio mejores resultados al someterse al ensayo de compresión ya que las resistencias están más cercas al límite establecido por la NTC 4205.



**Figura 21. Resistencia a la Compresión Ladrillos H – 10.**

En la figura se observa que el comportamiento de las empresas fue similar pero se destaco la empresa C dando mejores resultados al someterse las piezas de mampostería al ensayo de compresión.



**Figura 22. Resistencia a la Compresión de Ladrillos Temosa.**

En la figura se observa que el comportamiento de los ladrillos temosa fue muy similar en cada una de las empresas ya que no se ve gran diferencia entre ellas, se puede observar que la empresa c dio mejores resultados al ser sometida al ensayo de compresión.

## 8. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

### 8.1. Análisis Estadístico de resultados.

Para realizar el siguiente análisis estadístico se deben conocer los siguientes conceptos.

#### 8.1.1. Promedio o media aritmética.

La media es el promedio de una cantidad finita de números, es igual a la suma de todos ellos dividida entre el número de sumandos.

#### 8.1.2. Mediana.

La mediana es el valor de la variable que deja el mismo número de datos antes y después que él. De acuerdo con esta definición el conjunto de datos menores o iguales que la mediana representarán el 50% de los datos, y los que sean mayores que la mediana representarán el otro 50% del total de datos de la muestra. Un **intervalo mediano** será el intervalo que contiene dicho dato.<sup>6</sup>

#### 8.1.3. Moda.

La moda es aquel dato que se repite con mayor frecuencia, es decir que pueden existir múltiples modas.

#### 8.1.4. Desviación Estándar ( $\sigma$ ).

La desviación estándar es una medida de dispersión para variables de razón (ratio o cociente) y de intervalo, de gran utilidad en la estadística descriptiva.

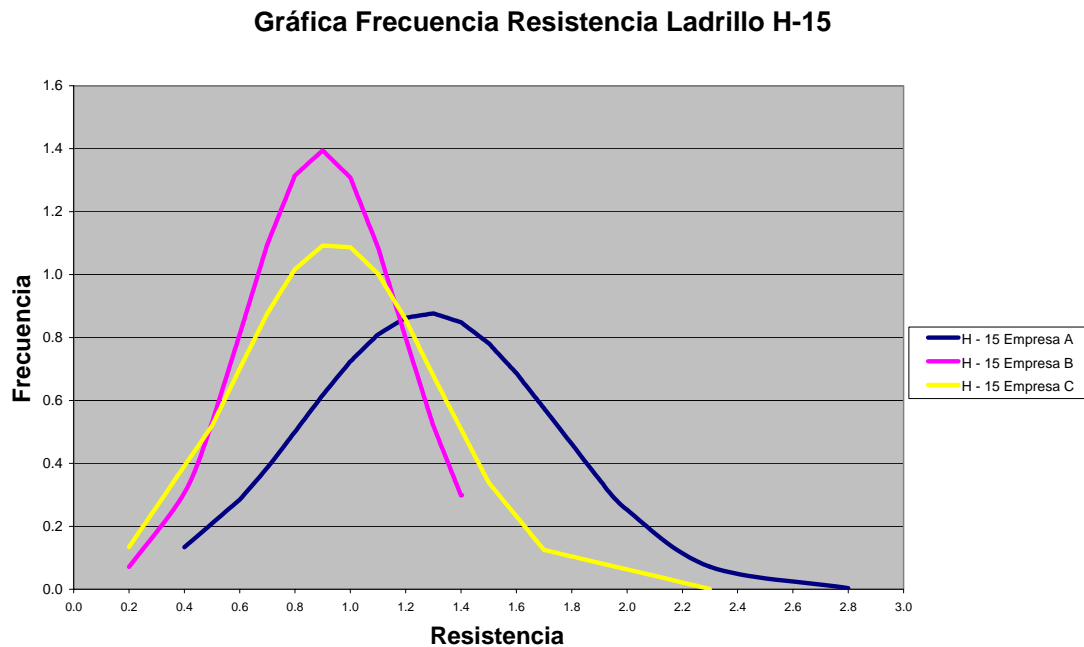
#### 8.1.5. Coeficiente de Desviación. ( $\rho$ )

El coeficiente de desviación es un porcentaje obtenido de la desviación estándar dividido en el promedio de la muestra.

---

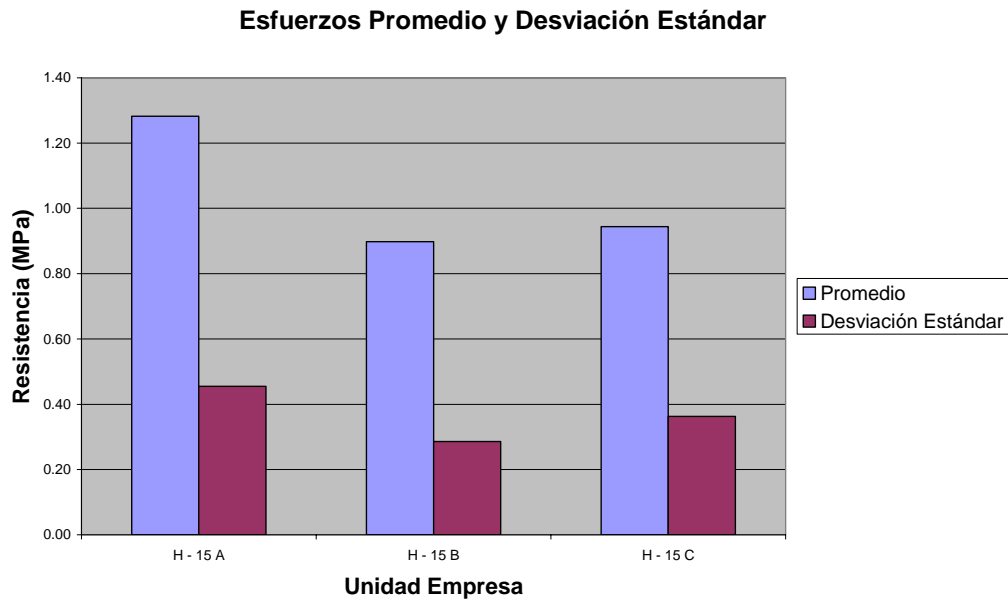
<sup>6</sup>[http:// www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

## 8.2. Análisis de Resultados Unidades de Mampostería H – 15.



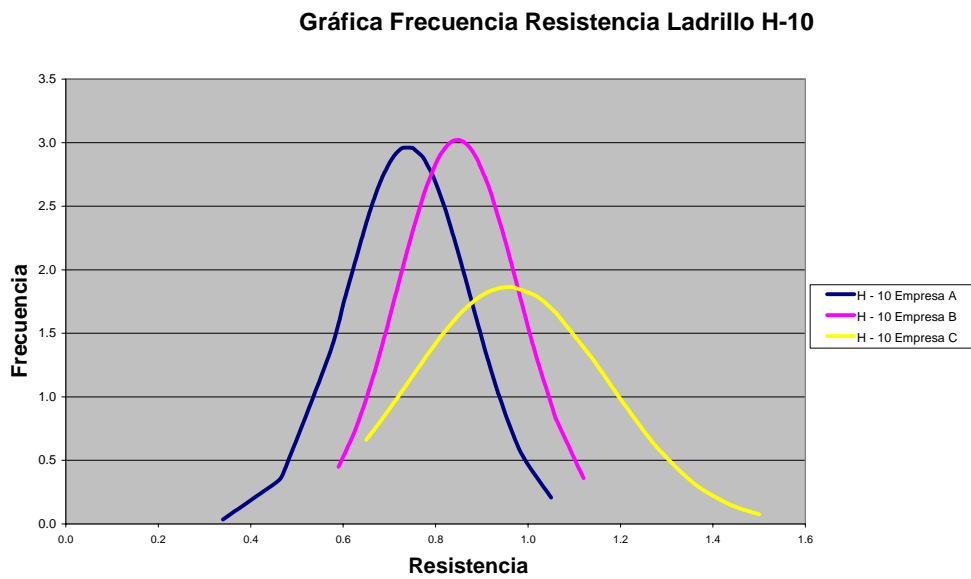
**Figura 23. Resultados de Frecuencia Resistencia a la Compresión Unidad H – 15.**

En la figura se observa el comportamiento de las piezas de mampostería donde la empresa B ofrece mayor confiabilidad debido a que sus valores de resistencia se encuentran en un rango mas cercanos a la media, por consiguiente la empresa A ofrece mayor resistencia pero menor confiabilidad ya que su rango esta mas disperso que el de las otras dos empresas.



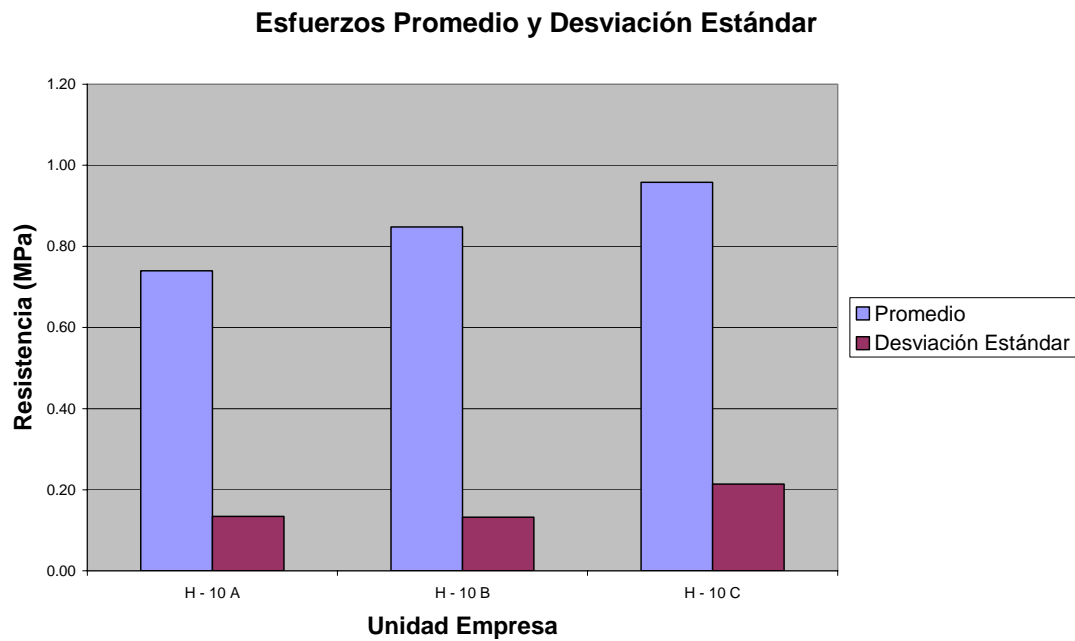
**Figura 24. Gráfica de Resistencia Promedio y Desviación Estándar Unidad H – 15.**

En la figura anterior, se observa el promedio o media y la desviación estándar de la muestra confirmando la información que ofrece la figura 23, como se puede observar la desviación muestra la empresa con mayor rango de dispersión de datos.



**Figura 25. Resultados de Frecuencia Resistencia a la Compresión Unidad H – 10.**

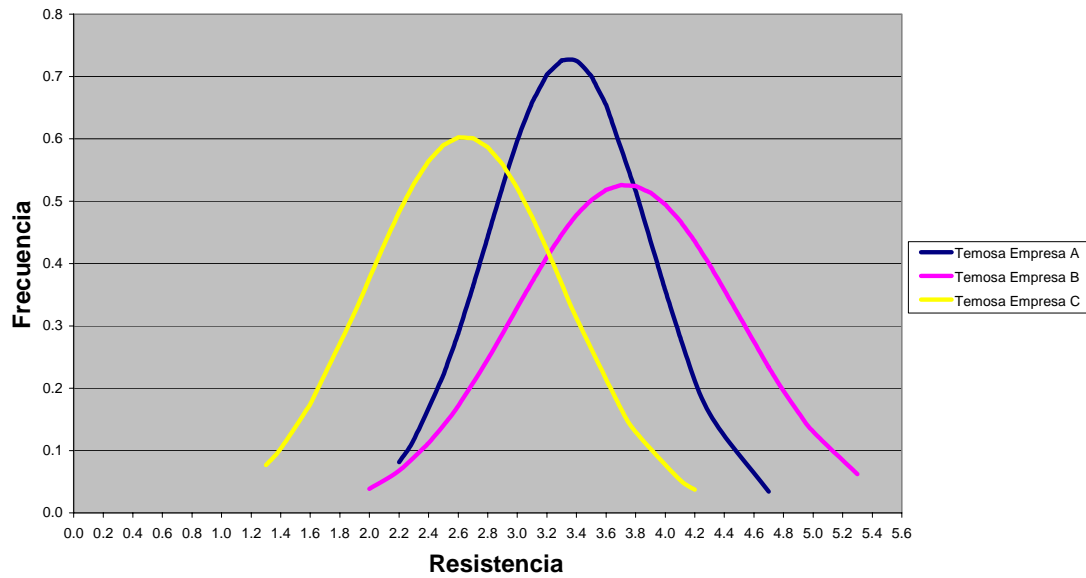
En la figura se observa el comportamiento de las piezas de mampostería demostrando que las empresas A y B mantienen un rango similar garantizando mayor confiabilidad a diferencia de la empresa C que ofrece mayor resistencia.



**Figura 26. Gráfica de Resistencia Promedio y Desviación Estándar Unidad H – 10.**

En este grafico se observa el promedio o media y la desviación estándar de las muestras confirmando la información que ofrece la anterior figura, ya que la desviación establece la empresa con mayor rango de dispersión, que en este caso es la empresa C.

**Gráfica Frecuencia Resistencia Ladrillo Temosa**

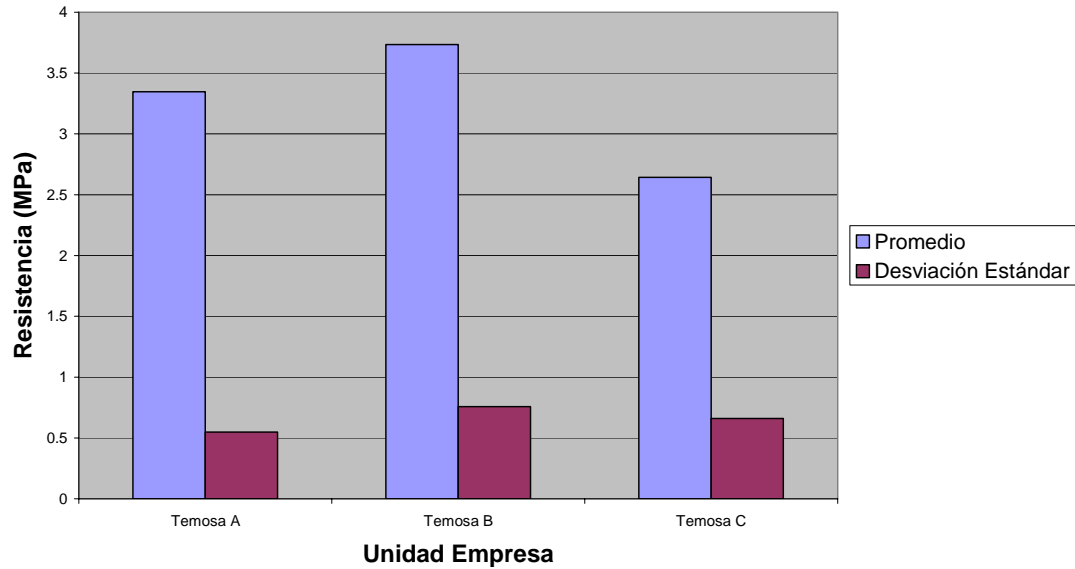


**Figura 27. Resultados de Frecuencia Resistencia a la Compresión de Unidad Temosa.**

En la figura se observa el comportamiento de las piezas de mampostería demostrando que las empresas B y C mantienen un rango similar pero no garantizan mayor confiabilidad a diferencia de la empresa A que ofrece una buena resistencia y mayor confiabilidad, siendo la Empresa A, la que posee mayor resistencia.



### Esfuerzos Promedio y Desviación Estándar



**Figura 28. Gráfica de Resistencia Promedio y Desviación Estándar Unidad Temosa.**

En este grafico se observa el promedio o media y la desviación estándar de las muestras confirmando la información que ofrece la anterior figura. Ya que la desviación establece cual es la empresa con mayor rango de dispersión en sus datos de resistencia a la compresión de unidades de mampostería, que en este caso es la empresa B.

## 9. OBSERVACIONES

En la empresa A y B aunque el producto adquirido fue de primera calidad algunas de las piezas de mampostería se encontraban fisuradas y con imperfecciones de fabricación.

En la empresa C las unidades de mampostería se encontraban en muy mal estado aunque se resaltó que el producto comprado era de primera calidad, dichas piezas presentaban fisuras y agrietamientos, y esto se vio reflejado en los resultados de las pruebas.

Se pudo observar en las tres empresas que algunos ladrillos al momento de ser probados tenían imperfecciones que pueden afectar en algún momento el resultado del ensayo de compresión, entre otras se encuentran las siguientes:

Sus partes laterales estaban desportilladas, de tal manera que se presentaba casi siempre una falla localizada en el ladrillo.



**Figura 29. Mal estado de las unidades utilizadas.**

En este trabajo se pudo observar que además de las imperfecciones propias del transporte del material al sitio de trabajo, se debe garantizar el paralelismo entre las caras perpendiculares a la carga y al eje de la pieza de mampostería. Este trabajo se desarrolló con llana y con la ayuda de un auxiliar de obra, garantizando únicamente el mejoramiento de las imperfecciones, y no el nivel de las caras.

Por este motivo, se considera necesario tomar más precauciones al momento de realizar el refrentado de las unidades de mampostería. Por este factor, se puede llegar a una falsa conclusión, de lo contrario, si se tiene un buen refrentado, se obtienen resultados confiables de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana.

Es importante tener en cuenta estas observaciones para futuros trabajos de grado en el mismo tema, por cuanto de esto depende el éxito de los resultados del trabajo.

## 10. CONCLUSIONES

- Con la realización del trabajo de grado se pudo recopilar información suficiente acerca de la calidad de las piezas de mampostería fabricadas en las empresas (A, B y C) de la ciudad de Bucaramanga, con el fin de dar a conocer estos resultados a la sociedad constructora que se ve directamente afectada con estos estudios.
- Al realizar los ensayos de compresión se determinó la resistencia de las unidades de mampostería H-10, H-15, y temosa de cada una de las empresas (A, B y C), observando que ninguna empresa logra obtener una resistencia superior a la establecida por la Norma Técnica Colombiana NTC 4205. Posiblemente estos resultados se deben al mal estado en que se encontraban las piezas de mampostería no estructural.  
Se debería hacer un estudio con más profundidad para conocer exactamente que esta causando estos resultados.
- El refrentado en yeso que se realizó a las unidades de mampostería se hizo con la finalidad de eliminar al máximo las posibles imperfecciones de la superficie de la pieza, pero no se garantizó el paralelismo entre las caras de la unidad.
- En el análisis estadístico básico que se realizó a este estudio, se observó que algunas empresas son más confiables en cuanto a tener unas resistencias con muy poca desviación, pero también se observó que aunque algunas empresas presentan una alta resistencia a la compresión de las unidades, su confiabilidad en cuanto al resultado no es tan alta.
- Al realizar los ensayos de compresión se observó que entre menor es el espesor de las piezas de mampostería de perforación horizontal, la resistencia a la compresión obtenida disminuye esto se vio reflejado entre las unidades de mampostería H-10 y H - 15.
- En la realización del estudio estadístico se observa la variación de la dispersión de los datos, si la gráfica muestra una curva sesgada positivamente hacia la derecha se concluye que ofrece mayor resistencia pero en cambio si la curva es más elongada y su rango es menor quiere decir que esta ofrece mayor confiabilidad.

## 11. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que en los próximos trabajos de grado se utilice un molde para Refrentar las piezas de mampostería, para que así se obtenga un total paralelismo entre las caras y se aseguren los 3mm máximos de espesor en la pieza.
- Es importante realizar el ensayo de compresión a una pieza de yeso para conocer de esta forma su resistencia al ensayo de compresión, así se puede establecer si el yeso utilizado cumple con las especificaciones de la Norma Técnica Colombiana.
- Se recomienda continuar el estudio de resistencia a la compresión con las diferentes ladrilleras que no se analizaron en este trabajo de grado y de esta forma poder completar el análisis del comportamiento de las piezas fabricadas en la ciudad de Bucaramanga.
- Se debería implementar un sistema de transporte de las piezas para evitar posibles daños y de esta forma garantizar que los resultados no se vean afectados por posibles fisuras ocasionadas en la ubicación de las piezas en el sitio de trabajo.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

- Manual de Ensayos de Laboratorio Mampostería Estructural Segunda Edición. Tesis de Grado. Barrios Jaramillo Luis Hébert. Julio 1.998. Universidad de los Andes. Pág. 1 PE MAMP-2.0. 2.2 ENSAYO DE COMPRESIÓN.
- Norma Técnica Colombiana. ICONTEC Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. NTC 4205.
- Probabilidad y estadística; Aplicaciones y métodos. Canavos C George. McGraw- Hill.
- Caracterización de los materiales y Estudio de Refrentado de Unidades de Mampostería. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana. Seccional Bucaramanga, 2006  
Medina Monsalve Cristian Ricardo, Moreno Rincón Ronal Andrey  
Tesis [Ingeniero Civil].
- Reinforced masonry engineering handbook. Clay and Concrete Masonry. Amrhern James E. Civil & Structural Engineer. Edit MIA 1998 by Masonry Institute of America.
- Mampostería Estructural. Gallego Uriel Andrés, Palomino Armando. Editorial Universidad Nacional Seccional Manizales 2dª Edición Santa fe de Bogota. Marzo 1993.
- Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente. NCR 98, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Editorial 3R. Edición 1999 – 2001
- Civil Engineering Materials. Somayaji Shan. Indian Institute of Technology. Edit Prentice – Hall, inc. 1995

## ANEXO 1. DIMENSIONES DE LAS PIEZAS DE MAMPOSTERÍA

### H – 15 EMPRESA A.

MEDIDAS DE LAS UNDS DE MAMPOSTERIA				MEDIDAS DE LASPERFORACIONES											
Nº	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	Y(cm)			prom	Z(cm)			prom	X(cm)			prom
36a	30	14.5	19	1.4	1.5	1.5	1.5	4.6	4.7	5	4.8	5.2	5.3	5	5.2
46a	28.6	14.5	19.2	1.5	1.4	1.4	1.4	4.6	4.3	5	4.6	5	5.2	5.3	5.2
10a	29.5	15	19.3	1.5	1.5	1.5	1.5	5	5	5	5	4.3	4.3	4.3	4.3
34a	34	14.6	19.7	1.6	1.4	1.5	1.5	4.9	4.6	4.5	4.7	5	5.2	5	5.1
6a	29.4	14.5	19.5	1.5	1.5	1.5	1.5	5.2	5.1	5.2	5.2	5	4.6	4.8	4.8
43a	29.5	14.7	19.4	1.4	1.3	1.5	1.4	4.2	4.6	5	4.6	5.2	5.3	5	5.2
18a	29.8	14.8	19.5	1.5	1.6	1.5	1.5	5.2	5.3	5.2	5.2	4.5	5.2	5.2	5.0
3a	30.2	14.9	19.9	1.4	1.4	1.4	1.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.2	5.2	5.2	5.2
38a	29.6	14.4	19.2	1.5	1.6	1.5	1.5	4.4	4.9	5	4.8	5	5.3	5.4	5.2
31a	29.3	15	19.5	1.7	1.4	1.6	1.6	5.5	4.5	5	5.0	5.2	5.2	5.2	5.2
45a	28.5	14.5	19.5	1.7	1.6	1.4	1.6	4.8	5	4.7	4.8	5.2	5.1	5	5.1
32a	29.5	14.8	19.7	1.6	1.4	1.6	1.5	4.5	4.5	4.5	4.5	5.4	5.2	5.4	5.3
17a	28.6	15	19.5	1.5	1.6	1.5	1.5	5.2	5.3	5.3	5.3	4.5	5.2	5.2	5.0
28a	28.5	15	20	1.6	1.4	1.5	1.5	5	5	5	5.0	5.2	5.2	5.2	5.2
50a	29.2	14.5	19.5	1.5	1.5	1.7	1.6	5	5	4	4.7	5	5.2	5	5.1
48a	29.3	14.5	19.9	1.5	1.4	1.6	1.5	4.7	4.8	5	4.8	5.2	5.3	5	5.2
44a	29.4	14.4	19.4	1.3	1.3	1.4	1.3	4.7	4.7	5	4.8	5.3	5.4	5	5.2
42a	30.3	14.7	19.7	1.2	1.3	1.3	1.3	5	4.5	5	4.8	5.3	5.1	5.2	5.2
30a	29.2	14.9	19.7	1.6	1.6	1.5	1.6	4.7	5	4.5	4.7	5.2	5.2	5.2	5.2
4a	29.8	14.5	19	1.4	1.7	1.4	1.5	5.2	5.2	5.2	5.2	4.1	4.5	4.1	4.2
37a	30.2	14.9	19.5	1.5	1.5	1.5	1.5	4.9	5	4.5	4.8	5.3	5.1	5	5.1
7a	29.5	14.5	19	1.5	1.5	1.5	1.5	5	5	5	5	5.1	5.1	5.1	5.1
21a	29.5	14.7	19	1.5	1.4	1.5	1.5	5	4.5	5	4.8	5.2	5.4	5.1	5.2
15a	29.4	14.6	20	1.5	1.7	1.5	1.6	5.4	5.2	5.4	5.3	4.8	4.9	5	4.9
23a	29.6	14.7	19.2	1.5	1.5	1.5	1.5	4.4	5	5.5	5.0	5.2	5.3	5	5.2
20a	29.3	15	19.3	1.6	1.6	1.6	1.6	5.2	5	5.1	5.1	5	5.4	5.4	5.3
40a	29.8	14.7	19.3	1.5	1.3	1.4	1.4	4.7	5	4.5	4.7	5.1	5.1	5	5.1
33a	29.4	14.9	19.2	1.6	1.4	1.7	1.6	4.8	4.5	4.5	4.6	5.1	5.2	5.5	5.3
27a	29.9	14.9	19.5	1.5	1.5	1.5	1.5	5	4.2	4.5	4.6	5.3	5.4	5	5.2
16a	29.5	15	20	1.7	1.4	1.2	1.4	5.2	5.4	5.4	5.3	4.6	4.5	4.5	4.5
9a	28.7	14.7	19.7	1.5	1.5	1.5	1.5	5.4	5.4	5.4	5.4	4.4	4.4	4.4	4.4
24a	28.8	14.9	19	1.4	1.7	1.5	1.5	4.8	4.8	5	4.9	5.2	5.3	5	5.2
13a	29	14.6	19	1.8	1.3	1.3	1.5	5.3	5.2	5.2	5.2	5	5.1	5	5.0
47a	29.5	15	19.5	1.4	1.6	1.3	1.4	4.9	5.1	4.8	4.9	5.1	5.3	5	5.1
5a	29.1	14.7	19.5	1.4	1.4	1.4	1.4	5.2	5.2	5.2	5.2	5	5	5	5
29a	29.3	14.9	19.5	1.6	1.4	1.5	1.5	4.5	5.2	5	4.9	5.1	5.2	5	5.1
1a	29.5	14.9	19.5	1.5	1.6	1.1	1.4	4.9	5	4.4	4.8	5.1	5.2	5.1	5.1

MEDIDAS DE LAS UNDS DE MAMPOSTERIA				MEDIDAS DE LASPERFORACIONES											
Nº	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	Y(cm)			prom	Z(cm)			prom	X(cm)			prom
49a	28.8	14.5	19.5	1.5	1.5	1.5	1.5	4.7	5	4.5	4.7	5.3	5	5.1	5.1
14a	29	14.7	19.5	1.5	1.5	1.5	1.5	5.3	5.3	5.3	5.3	5	5	5	5
26a	28.7	14.8	19.5	1.4	1.5	1.4	1.4	5	4.7	4.5	4.7	5.1	5.3	5	5.1
12a	30.7	14.7	19.5	1.6	1.6	1.6	1.6	5.2	5.1	5.2	5.2	4.6	4.6	4.6	4.6
19a	29.5	14.8	19.5	1.5	1.6	1.5	1.5	5.2	5.5	5.2	5.3	4.7	4.6	4.5	4.6
41a	28.7	14.1	19.3	1.4	1.5	1.6	1.5	4.6	4.3	5	4.6	5.3	5.4	5.1	5.3
8a	28.9	14.5	19.4	1.7	1.7	1.7	1.7	5.1	5.1	5.1	5.1	4.8	4.8	4.8	4.8
2a	29.1	14.8	19.2	1.2	1.4	1.4	1.3	5.2	5.2	5.3	5.2	5.1	5.1	4.1	4.8
39a	29.3	14.5	19.5	1.4	1.5	1.5	1.5	5.2	4.7	5	5.0	5.4	5.3	5.2	5.3
11a	29	14.7	20	1.5	1.6	1.5	1.5	5.5	5.3	5.3	5.4	4.2	5.2	5	4.8
22a	29.5	14.9	19.7	1.5	1.3	1.5	1.4	5	4.4	5	4.8	5.2	5.4	5.4	5.3
25a	29	14.9	19	1.4	1.7	1.4	1.5	4.5	4.9	5	4.8	5	5	5	5.0
35a	29.1	14.4	19.4	1.5	1.5	1.5	1.5	4.5	4.5	5	4.7	5.1	5.1	5	5.1

## H -10 EMPRESA A

MEDIDAS DE LAS UNDS DE MAMPOSTERIA				MEDIDAS DE LASPERFORACIONES											
Nº	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	Y(cm)			prom	Z(cm)			prom	X(cm)			prom
27a	31.1	9.4	19.5	1.2	1.1	1.3	1.2	3	3.3	3.4	3.2	4.7	5	5.2	4.97
5a	29.7	10	19.6	1.2	1.5	1.8	1.5	3	3	3	3.0	4.5	5	4.5	4.67
47a	31	9.6	19.5	1	1	1	1	3	3	3	3	4.5	5	5	4.83
22a	28.5	9.5	19	1	1.2	1.3	1.2	3	3.2	3	3.1	5	4.5	4.5	4.67
41a	29.4	9.3	19	1	1	1	1	3	3	3	3	4.5	5	5	4.83
39a	30.8	9.8	19.6	1	1.2	1.3	1.2	3.3	3.5	3	3.3	4.5	5	4.5	4.67
42a	31	9.7	19.5	1	1	1	1	3	3.2	3.2	3.1	4.7	5.3	5	5.00
29a	29.1	9.8	19.3	1	1.1	1.2	1.1	3.1	3	3.2	3.1	4.7	5.8	5	5.17
44a	29	9.5	19.6	1	1	1	1	3	3.01	3.2	3.07	4.5	4.7	4.7	4.63
28a	29.7	9.6	19.6	1.1	1.4	1.2	1.2	3	3.2	3.4	3.2	4.7	5	5.5	5.07
50a	29	9.2	19.2	1.2	1	1.2	1.1	3	3.3	3	3.1	4.5	4.5	5	4.67
7a	29.5	9.2	19	1.2	1	2	1.4	3	3	3	3.0	4.5	5	5	4.83
24a	28.5	9.5	19	1.2	1	1.3	1.2	2.8	3	3	2.9	4.5	4.5	5	4.67
46a	28.7	9.1	19.2	1.1	1	1.2	1.1	3	3.3	3	3.1	5	4.5	4	4.50
11a	29.5	9.5	19	1.4	1	1.4	1.3	3	3	3	3.0	4.5	4.5	5	4.67
25a	29.8	9.5	19	1	1.3	1.2	1.2	3	3.2	3	3.1	4.7	5	4.7	4.80
31a	29.5	9.6	19.7	1.3	1	1.4	1.2	3	3.2	3.4	3.2	4.5	5	4.5	4.67
16a	31	9.4	19.6	1	1.2	1	1.1	3	3	3	3.0	4.5	4.5	4.5	4.50
33a	29.5	9.5	19	1	1.2	1	1.1	3.4	3.1	3.3	3.3	4.7	5	4.5	4.73
37a	29.7	9.4	19.5	1.2	1.1	1	1.1	3.1	3	3.3	3.1	5	5	5	5.00
40a	29.4	9.6	19.3	1.2	1	1.3	1.2	3	3.2	3.3	3.2	4.5	5	4.5	4.67
34a	29.2	9.5	19.5	1.2	1	1.2	1.1	3	3.3	3.5	3.3	5	5.3	4.7	5.00



MEDIDAS DE LAS UNDS DE MAMPOSTERIA				MEDIDAS DE LASPERFORACIONES											
Nº	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	Y(cm)			prom	Z(cm)			prom	X(cm)			prom
10a	29.5	9.5	19.2	1.2	1.2	1.2	1.2	3.2	3.2	3.2	3.2	4.5	4.7	5	4.73
13a	29.5	9.5	19.5	1.4	1	1.2	1.2	3	3	3	3.0	5	5.3	5	5.10
19a	30	9.5	19.4	1.4	1.4	1.4	1.4	3	3	3	3.0	4.5	4.5	4.5	4.50
30a	30.7	9.7	19.6	1.2	1.2	1.2	1.2	3	3.5	3	3.2	5	5	5	5.00
9a	29.4	9.5	19	1.2	1.2	1.2	1.2	3	3.2	3	3.1	5	4.7	5.2	4.97
38a	29.7	9.7	19.5	1.2	1	1.2	1.1	3.2	3.3	3.4	3.3	5	5.2	5	5.07
15a	29.5	9.4	19.5	1	1.2	1	1.1	3	3	3	3.0	5	5	5	5.00
21a	29.2	9.5	19.5	1.6	1.5	1.3	1.5	3	3	3	3.0	5	5	4.7	4.90
35a	29.6	9.6	19.5	1	1.2	1	1.1	3	3	3	3	5	5.2	4.7	4.97
23a	28.7	9.3	19	1.3	1	1.4	1.2	3	3.2	3.1	3.1	4.6	5	4.5	4.70
4a	29.2	9.4	19	1.2	1	1.3	1.2	3	3	3	3.0	4.5	5.2	4.5	4.73
17a	31.2	9.6	19	1.3	1	1.2	1.2	3	3	3	3.0	5	5	5	5.00
36a	29.7	9.7	19.5	1.3	1	1.2	1.2	3	3.2	3	3.1	5	5	5	5.00
43a	29	10	19	1	1.1	1.5	1.2	3	3.1	3.3	3.1	5	4.6	5.2	4.93
2a	29.6	9.5	19.5	1.2	1.2	1.2	1.2	3	3	3	3.0	5	5.5	6	5.50
49a	28.5	9.3	19.5	1	1	1	1	3	3	3	3	5	5	5	5.00
48a	29.1	9.8	19.5	1.3	1	1.2	1.2	3	3.2	3.5	3.2	4.5	5	5	4.83
1a	29	9.6	19	1.2	1	1	1.1	3	3	3.2	3.1	5	5.4	6	5.47
6a	29.2	9.4	19.5	1.5	1.5	1.5	1.5	3	3.2	3	3.1	4.5	5	5	4.83
3a	29	9.6	19.3	1.2	1	1	1.1	3.1	3.3	3.3	3.2	5	5	4.8	4.93
14a	29.5	9.2	19	1.4	1	1.3	1.2	3	3	3	3.0	4.5	5	4.5	4.67
8a	29	9.5	19.2	1	1.2	1.2	1.1	3	3	3	3.0	4.5	5	5	4.83
45a	30.4	9.5	19.6	1	1.2	1.1	1.1	3.2	3.4	3	3.2	5.3	5.2	5	5.17
32a	29	9.6	19	1.2	1	1.4	1.2	3.3	3.2	3	3.2	5	4.6	4.5	4.70
12a	29.7	9.3	19	1.3	1	1.3	1.2	3	3	3	3.0	4.5	4.5	5	4.67
26a	29	9.6	19	1.3	1	1.5	1.3	3	3	3.2	3.1	4.5	5	5	4.83
20a	29.8	9.5	19.8	1.3	1.3	1.3	1.3	3	3	3	3.0	4.5	5	5	4.83
18a	29.2	9.5	19.4	1.4	1.4	1.3	1.4	3	3	3	3.0	4.5	4.4	5	4.63

## TEMOSA EMPRESA A

MEDIDAS DE LAS UNDS DE MAMPOSTERIA			
Nº	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)
36a	33.9	6.8	16
8a	33.7	7.2	16
20a	34.2	7.9	15.2
2a	33.2	7.5	15.5
5a	33.6	7.6	16.2
10a	33.9	7.6	16
22a	33.5	7.2	16

<b>MEDIDAS DE LAS UNDS DE MAMPOSTERIA</b>			
Nº	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)
7ª	34	7.5	16.3
6a	33.5	7.1	16.2
32a	33.5	7	16
29a	33.3	7.2	16
31a	35	7.8	15.8
4a	33.6	7	16.2
15a	32.7	7	16
25a	33.9	7.5	16
9a	33.3	7.4	16.5
16a	33	7.7	16
41a	33.3	7	16
1a	33.5	7	16
21a	33.9	7.5	15.7
14a	33.2	7.2	19.4
30a	33.5	7.3	16
19a	33.5	7.7	16.2
18a	33.2	7	16
17a	34	7.2	15.9
13a	33.5	7.4	15.5
44a	33.5	7.5	15.5
3a	34	6.8	16.5
23a	33.3	7.5	15.9
27a	33.1	6.7	16
47a	33	7.5	16.5
42a	33.2	7	16
39a	33.2	7.6	15.9
46a	33.4	7.5	17.2
24a	33.3	7.2	16
40a	34	6.7	16
12a	33	7.3	15.9
48a	33	7.5	15.9
28a	33	7.2	16
43a	33.7	7.7	16
37a	33.5	7.5	15.7
45a	33.5	7.5	15.9
33a	33	7.4	16
11a	33.9	7.4	16.5
49a	32.5	7.5	15.9
35a	32.7	7.2	15.7
26a	33	7.3	15.7
50a	33.7	7.2	16
38a	32.5	7	15.5
34a	33.5	7	16

## H – 15 EMPRESA B.

MEDIDAS DE LAS UNDS DE MAMPOSTERIA				MEDIDAS DE LASPERFORACIONES											
Nº	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	Y(cm)			prom	Z(cm)			prom	X(cm)			prom
21b	30.2	15	20.2	1.5	1.2	1.2	1.3	5.6	5.2	5.3	5.4	5.2	5	4.8	5.0
29b	30.3	14.8	20.4	1.4	1.2	1.3	1.3	5.3	5.2	5.4	5.3	5.3	5.1	5	5.1
23b	30.5	15	20.2	1.4	1.2	1.3	1.3	5.6	5.2	5.4	5.4	5.4	5	5.1	5.2
11b	30.1	14.8	20	1.5	1.2	1.3	1.3	5.5	5.5	5	5.4	5.5	4.8	5	5.1
13b	30.2	15	20.1	1.5	1.2	1.3	1.3	5.5	5.4	5	5.3	5.2	5	4.9	5.0
24b	30.4	15	20	1.5	1.3	1.2	1.3	5.4	5.2	5.2	5.3	5.3	4.8	5.1	5.1
39b	30.2	14.9	20.2	1.5	1.5	1.4	1.5	5.3	5.3	5	5.2	5.4	4.7	4.9	5.0
26b	30.3	15	20	1.5	1.6	1.2	1.4	5.5	5.3	5.2	5.3	5.4	5.1	5	5.2
4b	30.5	15	20.6	1.6	1.2	1.4	1.4	5.5	5.6	5.4	5.5	5.6	5	5.5	5.4
41b	30.4	15	20	1.5	1.2	1.3	1.3	5	5	5.2	5.1	5.3	4.8	5	5.0
14b	30.3	15	20	1.5	1.2	1.3	1.3	5.5	5.4	5.4	5.4	5.4	5.3	5	5.2
17b	30.5	15	20	1.5	1.2	1.3	1.3	5.5	5.5	5.3	5.4	5.5	5	4.8	5.1
28b	30	15	20.2	1.5	1.2	1.4	1.4	5.4	5	5.2	5.2	5.5	5	4.9	5.1
18b	30.7	15	20.2	1.6	1.2	1.2	1.3	5.5	5.3	5	5.3	5.3	5.1	4.7	5.0
16b	30.9	15	20.2	1.4	1.2	1.2	1.3	5.5	5.3	5.2	5.3	5.2	5	5.1	5.1
25b	30.5	14.8	20	1.5	1.2	1.2	1.3	5.3	5.2	5.4	5.3	5.2	5	5	5.1
46b	30	15	20.2	1.2	1.2	1.4	1.3	5	5.3	5.2	5.2	5.5	5.5	5.2	5.4
40b	30	14.7	20.1	1.5	1.4	1.2	1.4	5.2	5	5.1	5.1	5.2	5	4.8	5.0
2b	30.2	15	21	1.6	1.2	1.3	1.4	5.5	5.6	5.5	5.5	5	5	5.2	5.1
5b	30	15	20.2	1.6	1.2	1.2	1.3	5.5	5.2	5.3	5.3	4.5	5.4	5.1	5.0
19b	30.5	14.9	20	1.5	1.2	1.2	1.3	5.5	5.2	5.4	5.4	5.2	5	5	5.1
43b	30	15	20	1.3	1.2	1.5	1.3	5.2	5.1	5	5.1	5.3	5.4	5	5.2
9b	31	15	20	1.5	1.2	1.2	1.3	5.5	5.3	5	5.3	4.9	5.2	5.1	5.1
44b	30.3	15	20.1	1.4	1.5	1.3	1.4	5.2	5.5	5.4	5.4	5.2	5	4.9	5.0
6b	30	14.9	20	1.5	1.2	1.3	1.3	5.5	5.2	5	5.2	5.5	4.6	5.3	5.1
38b	30	15	20	1.5	1.5	1.2	1.4	5.3	5.2	5.2	5.2	5	4.9	5	5.0
3b	30.5	16	21	2	1.2	1.5	1.6	5.6	5.5	5.4	5.5	5.2	5.4	5.3	5.3
22b	30.8	15	20	1.5	1.2	1.2	1.3	5.4	5.2	5	5.2	5.5	5	4.9	5.1
27b	31	15	20	1.4	1.2	1.2	1.3	5.5	5	5.3	5.3	5.3	5	5.2	5.2
42b	30.4	14.8	20.3	1.4	1.4	1.5	1.4	5.4	5.2	5.3	5.3	5.5	5	5.1	5.2
34b	30.2	15	20.1	1.4	1.2	1.3	1.3	5.4	5.2	5	5.2	5.3	4.6	4.7	4.9
33b	30	14.9	20	1.5	1.2	1.3	1.3	5.3	5.4	5.2	5.3	5.4	4.9	5	5.1
49b	30	15	20	1.5	1.2	1	1.2	5.2	5.1	5.3	5.2	5.2	4.9	5	5.0
1b	30	14.9	20	1.5	1	1.3	1.3	5.5	5.5	5.3	5.4	4.8	4.8	5	4.9
12b	30.5	14.9	20.1	1.4	1.2	1.2	1.3	5.2	5.3	5	5.2	5.3	5	5.2	5.2
15b	30	15	20	1.4	1.2	1.2	1.3	5.5	5.4	5.3	5.4	5.3	5.3	5	5.2
31b	30.4	14.8	20.4	1.5	1.2	1.2	1.3	5.4	5.2	5.5	5.4	5.3	5	5	5.1
37b	30.2	15	20.3	1.4	1.2	1.5	1.4	5.2	5	5.3	5.2	5.2	4.9	5	5.0
7b	30.2	15	20.2	1.5	1.3	1.2	1.3	5.5	5.3	5.4	5.4	5.5	5.5	5	5.3
47b	30.5	20	20	1	1.5	1.2	1.2	5	5.5	5.4	5.3	5.2	5.4	5	5.2
45b	30	14.9	20	1.5	1.3	1.5	1.4	5.4	5.4	5.5	5.4	5.4	4.6	5	5.0
35b	30.4	14.8	20.3	1.5	1.2	1.5	1.4	5.5	5.3	5.4	5.4	5.2	4.7	4.9	4.9
20b	30.5	14.8	20.2	1.5	1.2	1.2	1.3	5.3	5.2	5.4	5.3	5.3	5	4.9	5.1
32b	30.1	14.7	20.2	1.4	1.2	1.3	1.3	5.5	5.3	5.4	5.4	5.2	4.8	5.1	5.0
48b	30.2	15	20.1	1.3	1	1.4	1.2	5.3	5.2	5	5.2	5.3	5.2	5.1	5.2

MEDIDAS DE LAS UNDS DE MAMPOSTERIA				MEDIDAS DE LASPERFORACIONES											
Nº	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	Y(cm)			prom	Z(cm)			prom	X(cm)			prom
30b	30.5	14.9	20.4	1.5	1.2	1.2	1.3	5.3	5.4	5.2	5.3	5.2	5	4.8	5.0
50b	30	15	20	1.3	1.5	1.6	1.5	5	5	5.1	5.0	5	4.8	5	4.9
36b	30	14.9	20.1	1.5	1.2	1.3	1.3	5.3	5.4	5.2	5.3	5.3	5	5.1	5.1
10b	30	14.9	19.8	1.6	1.2	1.2	1.3	5.5	5.5	5	5.3	4.5	4.9	5	4.8
8b	31	15	20.3	1.5	1.2	1.2	1.3	5.5	5.4	5.2	5.4	5.5	5.4	5.1	5.3

## H – 10 EMPRESA B

MEDIDAS DE LAS UNDS DE MAMPOSTERIA				MEDIDAS DE LASPERFORACIONES											
Nº	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	Y(cm)			prom	Z(cm)			prom	X(cm)			prom
33b	30	10	19	1.5	1.3	1.8	1.5	2.8	3	3	2.9	4.5	4.7	5.1	4.8
18b	30	10	19	1.5	1.5	1.3	1.4	2.6	3	3.2	2.9	5	5	5	5.0
23b	30	10	19	1.5	1.3	1.5	1.4	3.4	3	3.2	3.2	5.5	5	5	5.2
38b	30	10	19.3	1.3	1.5	1	1.3	3	3.3	2.9	3.1	4.1	5	5.3	4.8
9b	30.4	9.6	19	1.5	2	1.5	1.7	3	3	3	3.0	5	5	5	5.0
2b	30.2	10	19	2	1.5	1.6	1.7	3.3	3	3.2	3.2	5	5	5.2	5.1
14b	30	10	19.5	1.5	1.5	1	1.3	3	3	3	3.0	4.5	5	5.2	4.9
3b	29.6	9.6	19	1.8	2	1.5	1.8	3	3	3.2	3.1	4.6	4.8	5	4.8
11b	30.9	10	19.3	2	1.5	1.5	1.7	3	3	3	3.0	5	5.2	5	5.1
36b	30	10.4	19.4	1	1.5	2	1.5	2.9	3	3.2	3.0	5.1	5.3	5	5.1
5b	30	9.8	19	2	1.5	1.7	1.7	3	3.2	3	3.1	4.7	4.9	5	4.9
49b	30.2	10	19	1	1.3	1.6	1.3	3.5	3	3.2	3.2	5.2	4.8	5	5.0
25b	30.4	9.5	19.4	1.2	1	1.5	1.2	2	2.8	3	2.6	5	4.9	5.2	5.0
12b	30	10	19	1	1.5	2	1.5	3	3	3	3.0	4.7	5	4.9	4.9
4b	30	10	19	2	2	1.7	1.9	3	3.2	3	3.1	5	4.8	5	4.9
7b	30	9.7	19	1.5	1.5	2	1.7	3	2.9	3	3.0	5	5	5	5.0
8b	30	9.8	19	1.5	2	1.9	1.8	3.2	3.2	2.9	3.1	5	5	5	5.0
19b	30	10	19.3	1.5	1.8	2	1.8	3	3	3	3.0	5	5	5	5.0
46b	30	10	19	1.7	1.4	1	1.4	3	3	3	3.0	5	5	4.8	4.9
20b	30	10	19	1	1.5	2	1.5	3	3	3	3.0	5	4.7	4.9	4.9
30b	30.4	9.5	19	1.2	1.3	1.5	1.3	3.3	3	2.9	3.1	5	5	5	5.0
13b	30.2	10	19.3	2	1.5	1.5	1.7	3	3	3	3.0	5	5.3	4.9	5.1
29b	30	10	19	1.5	1.3	1.5	1.4	3	3	3	3.0	4.5	5	5.1	4.9
17b	30	9.6	19	1.8	2	1.5	1.8	3.2	2.9	3	3.0	5	5	4.5	4.8
37b	30.2	10	19	1.5	1.3	1	1.3	3	3	3	3.0	4.5	5	5	4.8
27b	30.2	9.6	19.1	1.5	1.5	1.5	1.5	3	3	3	3.0	5	4.8	4.6	4.8
43b	30	10	19	1.5	1.3	1	1.3	3.1	2.8	3	3.0	4.8	5.1	5	5.0
44b	30	10	19.2	1	1.5	1.3	1.3	3	3	3	3.0	4.9	5	5	5.0
15b	30	10	19	1.5	1.8	2	1.8	2.9	3	3	3.0	5	5	5.2	5.1
28b	30	9.6	19	1.2	1	1.5	1.2	3.2	3	3	3.1	5.1	5	4.9	5.0
48b	29.8	10	19	1.5	1.3	2	1.6	3.2	3.2	3	3.1	5	5	5	5.0

MEDIDAS DE LAS UNDS DE MAMPOSTERIA				MEDIDAS DE LASPERFORACIONES											
Nº	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	Y(cm)			prom	Z(cm)			prom	X(cm)			prom
22b	30.2	10	19	1.3	1.6	2	1.6	3	3	3	3.0	5	5	5	5.0
42b	30.2	9.6	19.3	1.2	1.3	1.5	1.3	2.9	3.2	3	3.0	5	4.9	5	5.0
47b	30.1	9.6	19.6	1.3	1	2	1.4	3.1	3	2.9	3.0	5	5.1	5	5.0
35b	30	10	19.2	1.5	1	1	1.2	3.4	3.2	3	3.2	4.5	4.9	5	4.8
41b	30	10	19.5	1.3	1.2	1	1.2	3	3	3	3.0	5.1	5	5.3	5.1
45b	30	9.7	19	1.5	1.5	1.2	1.4	3.4	3	3.2	3.2	5.1	4.9	5	5.0
40b	29.5	9.7	19	1.5	1.5	1.1	1.4	3.2	3.4	2.9	3.2	5.3	5	5.1	5.1
31b	30	9.6	19	1.5	1.5	1	1.3	3.2	3.2	3	3.1	4.5	5	5.1	4.9
32b	30	9.5	19.4	1.7	1.3	1.5	1.5	3	3	3	3.0	5	5.3	4.7	5.0
50b	30	10	19	1.3	1.5	1	1.3	3	2.9	3.2	3.0	4.9	5	5.1	5.0
16b	30	10	19	1.5	1.5	1.3	1.4	3	2.5	2.9	2.8	4.9	5	5.2	5.0
1b	30	9.5	19	1	1.9	2	1.6	3	3.2	3	3.1	5	5	4.8	4.9
6b	30.4	9.7	19.4	1.5	2	2	1.8	3	3.2	2.9	3.0	5.3	5.2	5	5.2
24b	30	9.8	19	1	1.5	1.3	1.3	2.6	3	3.2	2.9	5	5	5	5.0
26b	30	10	19	1	1.2	1.5	1.2	3	3.2	3	3.1	5	5.2	5.1	5.1
39b	30	9.5	19	1.5	1.5	1	1.3	3.2	3	3	3.1	5.1	5	5.2	5.1
21b	30	10	19	1.5	1.5	1.3	1.4	3	3	3	3.0	5	5	5	5.0
34b	30	10	19	1	1.5	1.3	1.3	3	3	3	3.0	4.9	5	5	5.0
10b	30	10	19	2	1.6	1	1.5	3	3	3.2	3.1	5	5	5	5.0

## TEMOSA EMPRESA B

MEDIDAS DE LAS UNDS DE MAMPOSTERIA			
Nº	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)
5b	33.7	7.5	16.2
27b	33.8	7.7	16.2
1b	34	7	16
21b	33.9	7.7	16.4
26b	33.5	8	16.7
14b	33.9	7.8	16.5
29b	33.5	7.2	16.5
2b	33.5	7.5	16.5
22b	33.5	7.6	16.5
32b	34	7.1	16
17b	33.5	7.7	16
47b	33	7	16.5
10b	33	7.5	15.5
11b	33	7.5	16.5
28b	33.5	7.5	16.4

<b>MEDIDAS DE LAS UNDS DE MAMPOSTERIA</b>			
<b>Nº</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Ancho(cm)</b>	<b>Alto(cm)</b>
43b	33	7.5	16.5
16b	33.5	7.5	16
15b	33.7	7.5	17
23b	33.5	7.5	16.5
20b	33.6	7.2	16
31b	33.5	7.4	16.2
40b	33.9	7.1	16.8
7b	33.2	7.4	16
12b	33	7.5	16.5
38b	33	7	16.5
48b	33.5	6.9	16
36b	33.7	7.5	16
33b	33.5	7	16.2
3b	33	7	16
8b	33.5	7.4	16
24b	33.2	7.4	16.5
50b	33.5	7.4	16
37b	33.6	7.3	15.5
9b	33.5	7.5	16
35b	33	7	16
25b	33.1	7.5	16.7
44b	33.5	7	16.8
39b	33	7	17
46b	33	7.1	16
49b	33.5	7	16.4
30b	33.5	7.2	16.2
42b	33	7.5	16
45b	33.2	7.4	15.9
41b	33.7	7.5	15
4b	33	7.8	16.4
34b	33	7.3	16.5
13b	33.5	7.5	16
18b	33.5	7.3	16
19b	33.5	7.5	16.5
6b	33.5	7.4	16.5

## H – 15 EMPRESA C

MEDIDAS DE LAS UNDS DE MAMPOSTERIA				MEDIDAS DE LASPERFORACIONES											
Nº	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	Y(cm)			prom	Z(cm)			prom	X(cm)			prom
24c	30	15	19	1.4	1.5	1.5	1.5	4.8	4.8	5	4.9	5.2	5.3	5	5.2
50c	28.8	15	20	1.5	1.5	1.7	1.6	5	5	4	4.7	5	5.2	5	5.1
35c	28.9	14.4	19.4	1.5	1.5	1.5	1.5	4.5	4.5	5	4.7	5.1	5.1	5	5.1
44c	29.4	14.4	20	1.3	1.3	1.4	1.3	5	5	5	5.0	5	5	5	5
1c	30	15	20	1.5	1.5	1.5	1.5	5	5	5	5.0	4.9	4.9	5	4.9
47c	28.7	14.7	19.5	1.4	1.6	1.3	1.4	5	5	5	5.0	5.1	5.3	5	5.1
2c	30	15	20	1.5	1.5	1.5	1.5	5	5	5	5.0	5	5	5	5
36c	30	14.5	19	1.4	1.5	1.5	1.5	4.6	4.7	5	4.8	5.2	5.3	5	5.2
26c	28.7	15	20	1.5	1.5	1.4	1.5	5	4.7	4.5	4.7	5.1	5.3	5	5.1
29c	27.9	14.8	20	1.5	1.5	1.5	1.5	5	5	5	5.0	5.1	5.2	5	5.1
34c	28.9	14.9	19.7	1.5	1.4	1.5	1.5	4.9	4.6	4.5	4.7	5	5.2	5	5.1
20c	30	15	19.7	1.5	1.5	1.6	1.5	5.2	5	5.1	5.1	5	5	5	5
15c	30	15	20	1.5	1.7	1.5	1.6	5.4	5.2	5.4	5.3	5	5	5	5
19c	29.5	14.8	19	1.5	1.6	1.5	1.5	5.2	5.5	5.2	5.3	5	5	5	5
6c	28	15	19.5	1.4	1.5	1.5	1.5	5	5	5	5.0	5	5	5	5
46c	27.9	15	19.2	1.5	1.4	1.4	1.4	5	5	5	5.0	5	5.2	5.3	5.2
8c	27.9	14.8	20	1.5	1.5	1.7	1.6	5	5	5	5	4.8	4.8	4.8	4.8
10c	29.8	14.8	20	1.5	1.5	1.5	1.5	5	5	5	5	4.3	4.3	4.3	4.3
31c	29.9	14.7	20	1.5	1.4	1.6	1.5	5	5	5	5.0	5.2	5.2	5.2	5.2
32c	30	14.8	20	1.5	1.4	1.6	1.5	5	5	5	5.0	5.4	5.2	5.4	5.3
33c	30	15	20	1.5	1.4	1.7	1.5	5	5	5	5.0	5.1	5.2	5.5	5.3
14c	29	14.9	18.9	1.5	1.5	1.5	1.5	5.3	5.3	5.3	5.3	5	5	5	5
39c	30	15	19.8	1.4	1.5	1.5	1.5	5.2	4.7	5	5.0	5.4	5.3	5.2	5.3
25c	28.7	15	19	1.4	1.5	1.4	1.4	4.5	4.9	5	4.8	5	5	5	5.0
5c	29.1	15	19.5	1.3	1.5	1.4	1.4	5	5	5	5	5	5	5	5
17c	28.6	14.9	18.9	1.5	1.6	1.5	1.5	5.2	5.3	5.3	5.3	5	5	5	5.0
43c	29.5	14.9	20	1.4	1.3	1.5	1.4	4.2	4.6	5	4.6	5	5	5	5
7c	29.5	14.7	19	1.4	1.3	1.5	1.4	5	5	5	5	5	5	5	5
3c	30	15	19.8	1.5	1.5	1.5	1.5	5	5	5	5	5	5	5	5
38c	30	15	19.7	1.5	1.6	1.5	1.5	4.4	4.9	5	4.8	5	5.3	5.4	5.2
49c	28.7	15	19.5	1.5	1.5	1.5	1.5	4.7	5	4.5	4.7	5.3	5	5.1	5.1
30c	29.9	15	20	1.5	1.5	1.5	1.5	5	5	5	5.0	5	5	5	5.0
13c	30	14.8	19	1.8	1.3	1.3	1.5	5.3	5.2	5.2	5.2	5	5.1	5	5.0
4c	29.8	15	19	1.4	1.5	1.4	1.4	5	5	5	5	5	5	5	5.0
12c	26.5	14.7	19.7	1.6	1.6	1.6	1.6	5.2	5.1	5.2	5.2	4.6	4.6	4.6	4.6
9c	30	14.9	19.7	1.5	1.5	1.5	1.5	5	5	5	5	4.4	4.4	4.4	4.4
48c	29	14.8	19.9	1.5	1.4	1.6	1.5	5	5	5	5.0	5.2	5.3	5	5.2
18c	30	14.8	18.9	1.5	1.5	1.5	1.5	5.2	5.3	5.2	5.2	5	5	5	5
41c	30	14.7	19.7	1.4	1.5	1.6	1.5	4.6	4.3	5	4.6	5	5	5	5

MEDIDAS DE LAS UNDS DE MAMPOSTERIA				MEDIDAS DE LASPERFORACIONES											
Nº	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	Y(cm)			prom	Z(cm)			prom	X(cm)			prom
21c	29.5	14.7	19	1.5	1.4	1.5	1.5	5	4.5	5	4.8	5	5	5	5.0
11c	27.5	14.8	20	1.5	1.6	1.5	1.5	5.5	5.3	5.3	5.4	4.2	5.2	5	4.8
40c	30	15	19.8	1.5	1.3	1.4	1.4	4.7	5	4.5	4.7	5	5	5	5
22c	30	14.9	19.7	1.5	1.3	1.5	1.4	5	4.4	5	4.8	5	5	5	5.0
37c	30	14.9	19.5	1.5	1.5	1.5	1.5	4.9	5	4.5	4.8	5.3	5.1	5	5.1
27c	27.9	14.9	19.5	1.5	1.5	1.5	1.5	5	4.2	4.5	4.6	5.3	5.4	5	5.2
23c	29.6	14.7	20	1.5	1.5	1.5	1.5	4.4	5	5.5	5.0	5.2	5.3	5	5.2
16c	29.5	15	20	1.7	1.4	1.2	1.4	5.2	5.4	5.4	5.3	5	5	5	5
28c	27.9	14.8	20	1.5	1.5	1.5	1.5	5	5	5	5.0	5.2	5.2	5.2	5.2
45c	28.5	15	20	1.7	1.6	1.4	1.6	5	5	5	5.0	5	5	5	5
42c	30	14.8	19	1.2	1.3	1.3	1.3	5	4.5	5	4.8	5	5	5	5.0

## H – 10 EMPRESA C

MEDIDAS DE LAS UNDS DE MAMPOSTERIA				MEDIDAS DE LASPERFORACIONES											
Nº	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	Y(cm)			prom	Z(cm)			prom	X(cm)			prom
6c	31	10	20	5	4.9	4.8	4.9	1.2	1.4	1.2	1.3	3.4	3	3.2	3.2
15c	30.5	10	19.6	5	5	5	5.0	1.6	1.6	1.5	1.6	3	3.2	3.2	3.1
7c	31	10	20	5	5	4.9	5.0	1.4	1.4	1.3	1.4	3	3	3	3.0
17c	30.4	10.2	20	5	4.8	4.9	4.9	1.5	1.5	1.3	1.4	3	3	3	3.0
45c	31	10	19.8	4.8	4.7	5	4.8	1.6	1.4	1.6	1.5	3	3	3.4	3.1
20c	29.9	10	20.2	5	5	4.7	4.9	1.5	1.5	1.4	1.5	3	3	3	3.0
24c	30.5	10.1	20	4.9	5	5	5.0	1.6	1.5	1.3	1.5	3.1	3	3.1	3.1
11c	30.6	10.3	20	4.9	4.8	4.7	4.8	1.4	1.5	1.4	1.4	3.2	3.2	3	3.1
30c	30.5	10.2	20	5	5	4.8	4.9	1.4	1.5	1.4	1.4	3	3	3	3.0
18c	30.4	10.2	20	4.7	5	4.8	4.8	1.6	1.6	1.3	1.5	3.2	3.1	3.2	3.2
31c	29	10.2	19	5	4.9	4.7	4.9	1.6	1.5	1.4	1.5	3.1	3	3.1	3.1
29c	30.5	10.2	20	5	5	5	5.0	1.5	1.5	1.5	1.5	3	3	3	3.0
35c	31	10.1	20	5	5	4.9	5.0	1.5	1.4	1.5	1.5	3.1	3	3.2	3.1
2c	30.7	10	20	5.2	4.8	5	5.0	1.3	1.5	1.5	1.4	3.2	3.4	3.2	3.3
27c	30.8	10.1	19.8	5	4.5	5	4.8	1.4	1.6	1.4	1.5	3	3	3	3.0
36c	30.2	10.1	20	4.8	5	4.9	4.9	1.5	1.5	1.6	1.5	3.2	3.2	3.1	3.2
8c	30.8	10.2	20	5	5	5	5.0	1.5	1.6	1.4	1.5	3	3	3	3.0
10c	29.5	10.2	20	4.8	4.7	5	4.8	1.5	1.5	1.5	1.5	3	3	3	3.0
22c	31	10.1	20	5	4.7	5	4.9	1.5	1.6	1.6	1.6	3	3	3	3
26c	30	10	20	4.7	4.7	5	4.8	1.4	1.4	1.6	1.5	3	3.2	3	3.1
4c	31	10	20	5	5	4.9	5.0	1.4	1.5	1.5	1.5	3	3	3	3.0
13c	29.4	10	20	4.8	5	5	4.9	1.5	1.5	1.2	1.4	3.5	3.3	3.2	3.3
43c	30.5	10.2	20	4.9	5	4.5	4.8	1.4	1.4	1.4	1.4	3	3.2	3	3.1
37c	29.8	10	20	4.7	4.8	4.8	4.8	1.5	1.4	1.6	1.5	3	3	3	3.0
16c	30	10.2	20	5	4.9	5	5.0	1.5	1.5	1.2	1.4	3	3.1	3.2	3.1



MEDIDAS DE LAS UNDS DE MAMPOSTERIA				MEDIDAS DE LASPERFORACIONES											
Nº	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	Y(cm)			prom	Z(cm)			prom	X(cm)			prom
32c	30.5	10	20	5	4.7	5	4.9	1.6	1.4	1.5	1.5	3.2	3	3.1	3.1
46c	30.5	10	19	4.8	4.8	4.8	4.8	1.6	1.5	1.7	1.6	3	3	3	3.0
39c	31	10.1	20	4.8	5	5	4.9	1.4	1.5	1.4	1.4	3	3	3	3.0
3c	30.2	10	20	5	4.9	4.8	4.9	1.3	1.5	1.6	1.5	3	3	3.4	3.1
21c	30.5	10.2	20	5	5	5	5.0	1.5	1.4	1.5	1.5	3	3.2	3	3.1
25c	30.5	10	20.1	4.8	5	5	4.9	1.4	1.5	1.5	1.5	3.2	3	3.1	3.1
23c	30.2	10.1	20	5	4.8	5	4.9	1.4	1.4	1.5	1.4	3	3	3	3
28c	30.2	10.1	20	5	4.9	5	5.0	1.5	1.6	1.4	1.5	3	3.2	3	3.1
1c	31	10	19.8	5	5	5	5.0	1.5	1.5	1.5	1.5	3	3.2	3	3.1
42c	31	10	20	4.8	5	5	4.9	1.5	1.6	1.3	1.5	3	3	3	3.0
41c	30.5	10	20	5	4.9	5	5.0	1.4	1.5	1.3	1.4	3.2	3.2	3.1	3.2
14c	30.5	10	20.4	4.9	5	5	5.0	1.3	1.3	1.5	1.4	3.5	3	3	3.2
5c	30	10	20	5	4.8	5	4.9	1.5	1.5	1.4	1.5	3	3.2	3	3.1
33c	30.6	10	19.7	5	4.6	5	4.9	1.5	1.6	1.5	1.5	3	3	3	3.0
40c	31	10	20	5	4.8	5	4.9	1.4	1.5	1.5	1.5	3.1	3	3.2	3.1
44c	30	10.2	19.9	4.9	5	4.7	4.9	1.4	1.6	1.5	1.5	3.2	3.4	3.2	3.3
34c	30.6	10	20	5	4.5	4.8	4.8	1.4	1.5	1.5	1.5	3	3	3	3.0
19c	30.8	10.3	20.3	4.8	5	4.8	4.9	1.5	1.5	1.4	1.5	3	3.2	3	3.1
49c	31.4	10	19.9	4.8	5	5	4.9	1.3	1.3	1.5	1.4	3	3	3	3.0
9c	31	10.2	20	5	5	5	5.0	1.4	1.6	1.5	1.5	3.2	3	3	3.1
50c	30	10	20	5	5	5	5.0	1.5	1.5	1.5	1.5	3	3	3	3.0
38c	30.3	10	20	4.9	4.9	4.8	4.9	1.6	1.4	1.4	1.5	3	3	3	3.0
47c	30	10	20	5	5	4.9	5.0	1.4	1.5	1.7	1.5	3	3.2	3	3.1
48c	30.2	10	19.7	5	5	5	5.0	1.2	1.4	1.5	1.4	3.4	3	3.2	3.2
12c	31	10	20.2	5	5	4.8	4.9	1.5	1.5	1.3	1.4	3.3	3.1	3	3.1

## TEMOSA EMPRESA C

MEDIDAS DE LAS UNDS DE MAMPOSTERIA			
Nº	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)
11c	33.9	7.8	16.7
2c	33.3	7.5	16
5c	33.3	7	16.5
9c	33.3	7.5	16.5
37c	33	7.3	15.9
26c	33	7	15.7
25c	33.9	7	16
29c	33.3	7	16
8c	33.7	7.7	16
24c	33.3	7.7	15.8
16c	33	7.5	15.9

Nº	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)
22c	33.5	7.5	15.9
20c	34.2	8	15.8
6c	33.3	7.5	16
28c	33	7	16
23c	33.3	7.7	15.9
1c	33.3	7.5	16
3c	33.3	8	16
41c	33	7.5	16
10c	33.9	7.8	16.5
35c	33	7	15.9
14c	33.2	7.9	15.8
17c	33.3	7.6	15.9
12c	33	7.9	16.8
34c	33	7.4	15.8
45c	33.5	7.8	15.9
27c	33.1	7	16
46c	33.4	7.7	15.8
32c	33.5	7.5	15.9
43c	32	7.5	16
30c	33.5	7	15.9
15c	32.7	8	15.8
36c	33	7	15.8
31c	35	7.5	15.9
21c	33.9	7.7	15.8
13c	33.5	7.8	16
7c	34	7.5	16
47c	33.3	7.5	16.5
42c	32	7.6	16
33c	33	7	15.8
18c	33.3	7.5	15.8
4c	33.3	7	16.5
19c	33.3	7.5	15.8
38c	32	7.2	15.8
44c	33.5	7.6	15.9
40c	33	7.3	16
49c	33.3	7	15.9
50c	33.3	7	16
48c	33.3	7	15.9
39c	32	7.2	16

## ANEXO 2. RESULTADOS ENSAYOS COMPRESIÓN DE LADRILLOS.

### Resultados de Compresión Empresa A.

#### Ladrillo H – 15.

L (mm)	A (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fza (kN)	$\sigma$ (MPa)	Frec
300	145	43500	19.5	0.448276	0.134
286	145	41470	25.2	0.607668	0.285
295	150	44250	25.7	0.580791	0.285
340	146	49640	31	0.624496	0.285
294	145	42630	30.7	0.72015	0.387
295	147	43365	33.2	0.765594	0.500
298	148	44104	34.2	0.77544	0.500
302	149	44998	38.2	0.848927	0.500
296	144	42624	36.7	0.861017	0.616
293	150	43950	38.2	0.86917	0.616
285	145	41325	39.2	0.948578	0.616
295	148	43660	40.5	0.927623	0.616
286	150	42900	41.5	0.967366	0.724
285	150	42750	42	0.982456	0.724
292	145	42340	44.7	1.055739	0.810
293	145	42485	46.7	1.099211	0.810
294	144	42336	47.1	1.112528	0.810
303	147	44541	47.2	1.059698	0.810
292	149	43508	47.5	1.091753	0.810
298	145	43210	47.7	1.103911	0.810
302	149	44998	51.7	1.14894	0.810
295	145	42775	49.8	1.164231	0.863
295	147	43365	53	1.222184	0.863
294	146	42924	53.2	1.2394	0.863
296	147	43512	53.7	1.234142	0.863
293	150	43950	54.5	1.240046	0.863
298	147	43806	56.2	1.282929	0.877
294	149	43806	56.6	1.29206	0.877
299	149	44551	57	1.279433	0.877
295	150	44250	57.2	1.292655	0.877
287	147	42189	59.5	1.41032	0.848
288	149	42912	61.1	1.423844	0.848
290	146	42340	61.7	1.457251	0.782
295	150	44250	64.2	1.450847	0.782
291	147	42777	64.7	1.512495	0.782

L (mm)	A (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fza (kN)	$\sigma$ (MPa)	Frec
293	149	43657	65.2	1.49346	0.782
295	149	43955	66.7	1.517461	0.782
288	145	41760	65.4	1.566092	0.687
290	147	42630	67.2	1.576355	0.687
287	148	42476	69.2	1.629155	0.687
307	147	45129	70.2	1.555541	0.687
295	148	43660	71.5	1.637655	0.687
287	141	40467	69.2	1.710035	0.575
289	145	41905	71.7	1.711013	0.575
291	148	43068	72	1.671775	0.575
293	145	42485	79.7	1.875956	0.348
290	147	42630	81.5	1.911799	0.348
295	149	43955	87.2	1.983847	0.252
290	149	43210	100.2	2.318908	0.072
291	144	41904	118.2	2.820733	0.003

### Ladrillo H – 10.

L (mm)	A (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fza (kN)	$\sigma$ (MPa)	Frec
311	94	29234	10	0.34206746	0.035
297	100	29700	13.7	0.46127946	0.339
310	96	29760	14	0.47043011	0.395
285	95	27075	15.5	0.57248384	1.334
294	93	27342	16.5	0.60346719	1.725
308	98	30184	18	0.59634243	1.725
310	97	30070	18	0.59860326	1.725
291	98	28518	18.5	0.64871309	2.372
290	95	27550	18	0.65335753	2.372
297	96	28512	19	0.66638608	2.592
290	92	26680	18.2	0.68215892	2.687
295	92	27140	18.5	0.6816507	2.687
285	95	27075	18.5	0.68328717	2.687
287	91	26117	18	0.68920626	2.770
295	95	28025	19.2	0.68510259	2.770
298	95	28310	19.5	0.68880254	2.770
295	96	28320	19.5	0.68855932	2.770
310	94	29140	20.2	0.69320522	2.770
295	95	28025	19.5	0.69580731	2.840
297	94	27918	19.5	0.6984741	2.840
294	96	28224	19.7	0.69798753	2.840
292	95	27740	19.7	0.71016583	2.895
295	95	28025	20	0.71364853	2.895
295	95	28025	20	0.71364853	2.895

L (mm)	A (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fza (kN)	σ (MPa)	Frec
300	95	28500	20.2	0.70877193	2.895
307	97	29779	21	0.70519494	2.895
294	95	27930	20.2	0.72323666	2.936
297	97	28809	21	0.72893887	2.960
295	94	27730	20.7	0.74648395	2.960
292	95	27740	20.7	0.74621485	2.960
296	96	28416	21.2	0.74605856	2.960
287	93	26691	20.5	0.76804916	2.895
292	94	27448	21.5	0.78329933	2.840
312	96	29952	23.7	0.79126603	2.770
297	97	28809	23	0.79836162	2.687
290	100	29000	23.5	0.81034483	2.592
296	95	28120	23	0.81792319	2.487
285	93	26505	22	0.83003207	2.372
291	98	28518	23.7	0.83105407	2.372
290	96	27840	23.7	0.8512931	2.124
292	94	27448	23.5	0.85616438	1.993
290	96	27840	24	0.86206897	1.993
295	92	27140	23.5	0.86588062	1.859
290	95	27550	24.7	0.89655172	1.461
304	95	28880	26.2	0.90720222	1.334
290	96	27840	26	0.93390805	1.093
297	93	27621	26	0.94131277	0.981
290	96	27840	26.7	0.95905172	0.777
298	95	28310	28	0.98904981	0.526
292	95	27740	29.2	1.05263158	0.208

### Ladrillo Temosa

L (mm)	A (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fza (kN)	σ (MPa)	Frec
339	68	23052	49.7	2.155995141	0.081
337	72	24264	56.7	2.336795252	0.117
342	79	27018	67.5	2.498334444	0.221
332	75	24900	63	2.530120482	0.221
336	76	25536	65.7	2.572838346	0.288
339	76	25764	67.2	2.608290638	0.288
335	72	24120	64.2	2.661691542	0.363
340	75	25500	70	2.745098039	0.363
335	71	23785	66.0	2.774858104	0.443
335	70	23450	65.5	2.793176972	0.443
333	72	23976	67.5	2.815315315	0.443
350	78	27300	79.7	2.919413919	0.523
336	70	23520	71.0	3.018707483	0.597

L (mm)	A (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fza (kN)	σ (MPa)	Frec
327	70	22890	71.1	3.106159895	0.659
339	75	25425	79.2	3.115044248	0.659
333	74	24642	77.2	3.132862592	0.659
330	77	25410	79.7	3.136560409	0.659
333	70	23310	73.7	3.161733162	0.703
335	70	23450	74.2	3.164179104	0.703
339	75	25425	81.5	3.205506391	0.703
332	72	23904	76.7	3.208668005	0.703
335	73	24455	78.5	3.20997751	0.703
335	77	25795	83.7	3.244814887	0.703
332	70	23240	76.0	3.270223752	0.726
340	72	24480	80.2	3.276143791	0.726
335	74	24790	85.2	3.436869706	0.725
335	75	25125	86.7	3.450746269	0.700
340	68	23120	80.0	3.460207612	0.700
333	75	24975	87.0	3.483483483	0.700
331	67	22177	78.0	3.517157415	0.700
330	75	24750	87.5	3.535353535	0.700
332	70	23240	82.2	3.537005164	0.700
332	76	25232	89.7	3.555009512	0.654
334	75	25050	89.5	3.572854291	0.654
333	72	23976	85.7	3.574407741	0.654
340	67	22780	81.5	3.577699737	0.654
330	73	24090	87.0	3.611457036	0.654
330	75	24750	90.2	3.644444444	0.654
330	72	23760	89.7	3.775252525	0.517
337	77	25949	98.2	3.784346218	0.517
335	75	25125	96.5	3.84079602	0.517
335	75	25125	100.2	3.988059701	0.357
330	74	24420	98	4.013104013	0.357
339	74	25086	100.7	4.014191182	0.357
325	75	24375	98.5	4.041025641	0.357
327	72	23544	95.7	4.064729867	0.282
330	73	24090	98	4.068078041	0.282
337	72	24264	99.2	4.088361358	0.282
325	70	22750	98.5	4.32967033	0.160
335	70	23450	110.7	4.720682303	0.034

## EMPRESA B

### Ladrillo H – 15

L (mm)	A (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fza (kN)	$\sigma$ (MPa)	Frec
302	150	45300	10.7	0.2362031	0.071
303	148	44844	18.5	0.4125413	0.306
305	150	45750	22.5	0.4918033	0.530
301	148	44548	23.2	0.5207866	0.530
302	150	45300	23.7	0.5231788	0.530
304	150	45600	23.7	0.5197368	0.530
302	149	44998	27	0.6000267	0.811
303	150	45450	27.7	0.6094609	0.811
305	150	45750	28.2	0.6163934	0.811
304	150	45600	28.7	0.629386	0.811
303	150	45450	29.2	0.6424642	0.811
305	150	45750	30	0.6557377	1.098
300	150	45000	30	0.6666667	1.098
307	150	46050	30.2	0.6558089	1.098
309	150	46350	30.8	0.6645092	1.098
305	148	45140	32.2	0.7133363	1.098
300	150	45000	33.2	0.7377778	1.098
300	147	44100	33.2	0.7528345	1.315
302	150	45300	34.2	0.7549669	1.315
300	150	45000	35.7	0.7933333	1.315
305	149	45445	37.2	0.8185719	1.315
300	150	45000	38.5	0.8555556	1.395
310	150	46500	39.7	0.8537634	1.395
303	150	45450	40.1	0.8822882	1.395
300	149	44700	41.7	0.9328859	1.395
300	150	45000	41.7	0.9266667	1.395
305	160	48800	43	0.8811475	1.395
308	150	46200	43	0.9307359	1.395
310	150	46500	43	0.9247312	1.395
304	148	44992	43	0.9557255	1.309
302	150	45300	44.5	0.98234	1.309
300	149	44700	47.2	1.0559284	1.087
300	150	45000	47.5	1.0555556	1.087
300	149	44700	48.2	1.0782998	1.087
305	149	45445	48.7	1.071625	1.087
300	150	45000	49.2	1.0933333	1.087
304	148	44992	49.2	1.0935277	1.087
302	150	45300	49.6	1.0949227	1.087
302	150	45300	49.7	1.0971302	1.087

L (mm)	A (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fza (kN)	$\sigma$ (MPa)	Frec
305	200	61000	65.2	1.0688525	1.087
300	149	44700	52.6	1.1767338	0.799
304	148	44992	52.8	1.173542	0.799
305	148	45140	53.7	1.1896323	0.799
301	147	44247	55.3	1.2498022	0.799
302	150	45300	56.3	1.2428256	0.799
305	149	45445	57	1.2542634	0.520
300	150	45000	58.6	1.3022222	0.520
300	149	44700	61.5	1.3758389	0.299
300	149	44700	63.5	1.4205817	0.299
310	150	46500	65.2	1.4021505	0.299

### Ladrillo H – 10

L (mm)	A (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fza (kN)	$\sigma$ (MPa)	Frec
300	100	30000	17.7	0.59	0.450
300	100	30000	18.5	0.616666667	0.684
300	100	30000	18.5	0.616666667	0.684
300	100	30000	19	0.633333333	0.777
304	96	29184	18.7	0.640762061	0.878
302	100	30200	19.5	0.645695364	0.986
300	100	30000	20	0.666666667	1.223
296	96	28416	19.5	0.686233108	1.482
309	100	30900	21.7	0.702265372	1.617
300	104	31200	21.7	0.695512821	1.617
300	98	29400	21.7	0.738095238	2.168
302	100	30200	22.7	0.751655629	2.299
304	95	28880	22.2	0.768698061	2.543
300	100	30000	23.5	0.783333333	2.651
300	100	30000	24	0.8	2.832
300	97	29100	23.7	0.81443299	2.902
300	98	29400	23.7	0.806122449	2.902
300	100	30000	24.2	0.806666667	2.902
300	100	30000	24.2	0.806666667	2.902
300	100	30000	24.7	0.823333333	2.957
304	95	28880	23.7	0.820637119	2.957
302	100	30200	25	0.82781457	2.995
300	100	30000	25	0.833333333	2.995
300	96	28800	24.2	0.840277778	3.017
302	100	30200	25.5	0.844370861	3.017
302	96	28992	24.7	0.851959161	3.022
300	100	30000	25.7	0.856666667	3.009
300	100	30000	25.7	0.856666667	3.009



L (mm)	A (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fza (kN)	σ (MPa)	Frec
300	100	30000	26	0.866666667	2.979
300	96	28800	25	0.868055556	2.979
298	100	29800	26.2	0.879194631	2.932
302	100	30200	27	0.894039735	2.870
302	96	28992	25.7	0.886451435	2.870
301	96	28896	25.7	0.889396456	2.870
300	100	30000	27.4	0.913333333	2.703
300	100	30000	27.5	0.916666667	2.600
300	97	29100	26.7	0.917525773	2.600
295	97	28615	27.2	0.950550411	2.237
300	96	28800	28	0.972222222	1.966
300	95	28500	28	0.98245614	1.828
300	100	30000	29.5	0.983333333	1.828
300	100	30000	29.7	0.99	1.689
300	95	28500	28.7	1.007017544	1.418
304	97	29488	30	1.017362995	1.288
300	98	29400	30	1.020408163	1.288
300	100	30000	30.7	1.023333333	1.288
300	95	28500	29	1.01754386	1.288
300	100	30000	31.7	1.056666667	0.828
300	100	30000	31.7	1.056666667	0.828
300	100	30000	33.7	1.123333333	0.360

### Ladrillo Temosa

L (mm)	A (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fza (kN)	σ (MPa)	Frec
337	75	25275	51.2	2.025717112	0.038
338	77	26026	56.7	2.17859064	0.068
340	70	23800	56.7	2.382352941	0.112
339	77	26103	63.2	2.421177642	0.112
335	80	26800	67.2	2.507462687	0.140
339	78	26442	68	2.571666288	0.172
335	72	24120	68.7	2.848258706	0.246
335	75	25125	75.7	3.012935323	0.329
335	76	25460	78.2	3.071484682	0.371
340	71	24140	75.2	3.115161558	0.371
335	77	25795	82	3.178910642	0.411
330	70	23100	73.5	3.181818182	0.411
330	75	24750	79.7	3.22020202	0.411
330	75	24750	80.7	3.260606061	0.447
335	75	25125	82	3.263681592	0.447
330	75	24750	83.7	3.381818182	0.478
335	75	25125	87.2	3.470646766	0.502

L (mm)	A (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fza (kN)	$\sigma$ (MPa)	Frec
337	75	25275	89.2	3.529179031	0.502
335	75	25125	89.7	3.570149254	0.518
336	72	24192	86.5	3.575562169	0.518
335	74	24790	89.7	3.618394514	0.518
339	71	24069	88.7	3.685238273	0.526
332	74	24568	91.5	3.724356887	0.526
330	75	24750	92.7	3.745454545	0.526
330	70	23100	87	3.766233766	0.524
335	69	23115	87.7	3.794073113	0.524
337	75	25275	97.2	3.845697329	0.524
335	70	23450	91	3.880597015	0.514
330	70	23100	91	3.939393939	0.514
335	74	24790	99.2	4.001613554	0.495
332	74	24568	99	4.029632042	0.495
335	74	24790	100.2	4.0419524	0.495
336	73	24528	100	4.076973255	0.468
335	75	25125	103	4.099502488	0.468
330	70	23100	95.6	4.138528139	0.468
331	75	24825	104.2	4.197381672	0.436
335	70	23450	99.2	4.230277186	0.436
330	70	23100	98.7	4.272727273	0.398
330	71	23430	101	4.310712761	0.398
335	70	23450	101.5	4.328358209	0.398
335	72	24120	107	4.43615257	0.358
330	75	24750	110.5	4.464646465	0.316
332	74	24568	109.7	4.465157929	0.316
337	75	25275	113	4.470820969	0.316
330	78	25740	122	4.73970474	0.234
330	73	24090	114.2	4.740556247	0.234
335	75	25125	121.2	4.823880597	0.196
335	73	24455	120.2	4.915150276	0.161
335	75	25125	126.7	5.04278607	0.130
335	74	24790	131.2	5.292456636	0.062

## EMPRESA C

### Ladrillo H – 15

L (mm)	A (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fza (kN)	$\sigma$ (MPa)	Frec
300	150	45000	11	0.244	0.134
288	150	43200	21	0.486	0.520
289	144	41616	22.2	0.533	0.520
294	144	42336	22.5	0.531	0.520
300	150	45000	24.2	0.538	0.520
287	147	42189	24	0.569	0.702
300	150	45000	25.2	0.560	0.702
300	145	43500	27	0.621	0.702
287	150	43050	29	0.674	0.877
279	148	41292	29.2	0.707	0.877
289	149	43061	29.7	0.690	0.877
300	150	45000	30.5	0.678	0.877
300	150	45000	31.5	0.700	0.877
295	148	43660	32.7	0.749	0.877
280	150	42000	31.5	0.750	1.017
279	150	41850	31.7	0.757	1.017
279	148	41292	34.2	0.828	1.017
298	148	44104	35.7	0.809	1.017
299	147	43953	35.7	0.812	1.017
300	148	44400	36	0.811	1.017
300	150	45000	36.2	0.804	1.017
290	149	43210	36.7	0.849	1.017
300	150	45000	38.2	0.849	1.017
287	150	43050	37	0.859	1.092
291	150	43650	38	0.871	1.092
286	149	42614	38.2	0.896	1.092
295	149	43955	38.2	0.869	1.092
295	147	43365	39	0.899	1.092
300	150	45000	40	0.889	1.092
300	150	45000	41.2	0.916	1.092
287	150	43050	41	0.952	1.087
299	150	44850	44.2	0.986	1.087
300	148	44400	46.2	1.041	1.087
298	150	44700	46.5	1.040	1.087
265	147	38955	43	1.104	1.003
300	149	44700	47	1.051	1.003
290	148	42920	47.2	1.100	1.003
300	148	44400	48	1.081	1.003
300	147	44100	50.7	1.150	1.003

L (mm)	A (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fza (kN)	σ (MPa)	Frec
295	147	43365	50	1.153	0.857
275	148	40700	50.3	1.236	0.857
300	150	45000	52	1.156	0.857
300	149	44700	52.5	1.174	0.857
300	149	44700	55	1.230	0.857
279	149	41571	54	1.299	0.679
296	147	43512	64.5	1.482	0.340
295	150	44250	65	1.469	0.340
279	148	41292	69.2	1.676	0.125
285	150	42750	71	1.661	0.125
300	148	44400	100.2	2.257	0.001

### Ladrillo H – 10

L (mm)	A (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fza (kN)	σ (MPa)	Frec
310	100	31000	20.2	0.651612903	0.663
305	100	30500	20.7	0.678688525	0.803
310	100	31000	21.2	0.683870968	0.803
304	102	31008	22.5	0.725619195	1.058
310	100	31000	23.4	0.75483871	1.163
299	100	29900	23	0.769230769	1.268
305	101	30805	23.7	0.769355624	1.268
306	103	31518	24.5	0.777333587	1.320
305	102	31110	24.7	0.793956927	1.371
304	102	31008	24.7	0.796568627	1.421
290	102	29580	23.7	0.801217039	1.421
305	102	31110	25.2	0.81002893	1.469
310	101	31310	25.5	0.814436282	1.469
307	100	30700	25.7	0.83713355	1.602
308	101	31108	26.2	0.84222708	1.602
302	101	30502	25.7	0.8425677	1.602
308	102	31416	26.5	0.843519226	1.602
295	102	30090	25.5	0.847457627	1.642
310	101	31310	26.7	0.852762696	1.642
300	100	30000	25.7	0.856666667	1.680
310	100	31000	26.7	0.861290323	1.680
294	100	29400	25.7	0.87414966	1.714
305	102	31110	27.2	0.87431694	1.714
298	100	29800	26.5	0.889261745	1.773
300	102	30600	27.5	0.89869281	1.798
305	100	30500	27.6	0.904918033	1.798
305	100	30500	27.7	0.908196721	1.819

L (mm)	A (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fza (kN)	σ (MPa)	Frec
310	101	31310	28.5	0.910252316	1.819
302	100	30200	27.7	0.917218543	1.836
305	102	31110	28.7	0.922532948	1.836
305	100	30500	28.2	0.924590164	1.836
302	101	30502	28.7	0.940921907	1.858
302	101	30502	28.7	0.940921907	1.858
310	100	31000	29.7	0.958064516	1.864
310	100	31000	30	0.967741935	1.861
305	100	30500	29.7	0.973770492	1.861
305	100	30500	31.2	1.02295082	1.787
300	100	30000	31.7	1.056666667	1.664
306	100	30600	32.5	1.062091503	1.664
310	100	31000	35.2	1.135483871	1.298
300	102	30600	35.2	1.150326797	1.246
306	100	30600	35.5	1.160130719	1.193
308	103	31724	38	1.197831295	0.982
314	100	31400	39.7	1.26433121	0.688
310	102	31620	40.7	1.287160025	0.559
300	100	30000	40.2	1.34	0.378
303	100	30300	41.7	1.376237624	0.266
300	100	30000	43.2	1.44	0.147
302	100	30200	45.2	1.496688742	0.075
310	100	31000	46.5	1.5	0.075

### Ladrillo Temosa

L (mm)	A (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fza (kN)	σ (MPa)	Frec
339	78	26442	34.7	1.31230618	0.077
333	75	24975	36	1.44144144	0.103
333	70	23310	38	1.63020163	0.174
333	75	24975	41	1.64164164	0.174
330	73	24090	45.7	1.89705272	0.321
330	70	23100	45.3	1.96103896	0.377
339	70	23730	47.2	1.9890434	0.377
333	70	23310	47.3	2.02917203	0.377
337	77	25949	53	2.04246792	0.377
333	77	25641	53.2	2.07480207	0.431
330	75	24750	53.5	2.16161616	0.483
335	75	25125	56.2	2.23681592	0.483
342	80	27360	62.3	2.27704678	0.528
333	75	24975	57.2	2.29029029	0.528
330	70	23100	53.7	2.32467532	0.528
333	77	25641	60.5	2.35950236	0.565

L (mm)	A (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fza (kN)	$\sigma$ (MPa)	Frec
333	75	24975	59.7	2.39039039	0.565
333	80	26640	64.5	2.42117117	0.565
330	75	24750	60.2	2.43232323	0.565
339	78	26442	64.5	2.43930111	0.565
330	70	23100	56.7	2.45454545	0.590
332	79	26228	65.2	2.48589294	0.590
333	76	25308	63.2	2.49723408	0.590
330	79	26070	65.7	2.52013809	0.590
330	74	24420	62.7	2.56756757	0.602
335	78	26130	68	2.60237275	0.602
331	70	23170	60.5	2.61113509	0.602
334	77	25718	67.2	2.61295591	0.602
335	75	25125	65.7	2.61492537	0.602
320	75	24000	63.2	2.63333333	0.602
335	70	23450	62.7	2.67377399	0.601
327	80	26160	70.2	2.68348624	0.601
330	70	23100	63.7	2.75757576	0.587
350	75	26250	72.7	2.76952381	0.587
339	77	26103	75.3	2.88472589	0.559
335	78	26130	76.5	2.92766935	0.559
340	75	25500	76.2	2.98823529	0.521
333	75	24975	75.7	3.03103103	0.521
320	76	24320	75.3	3.09621711	0.475
330	70	23100	72.2	3.12554113	0.475
333	75	24975	78.2	3.13113113	0.475
333	70	23310	73.7	3.16173316	0.423
333	75	24975	82.7	3.31131131	0.368
320	72	23040	76.5	3.3203125	0.368
335	76	25460	85.7	3.36606441	0.313
330	73	24090	89.7	3.72353674	0.168
333	70	23310	87.7	3.76233376	0.130
333	70	23310	95.7	4.10553411	0.053
333	70	23310	98.2	4.21278421	0.037
320	72	23040	97.2	4.21875	0.037