



# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL”**

### **TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Título del Proyecto:**

**“NORMALIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE LA FABRICACIÓN DE  
LADRILLOS Y TEJAS DEL CANTÓN CHAMBO”**

**Autores:**

Cristian Fabricio Gavilanes Castillo  
Grace Carolina Santellán Naulasaca

**Director:**

Ingeniero Jorge Núñez

**Riobamba – Ecuador**

**2016**

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título:  
**“NORMALIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS Y TEJAS EN EL CANTÓN CHAMBO”.**

Presentado por: **Cristian Fabricio Gavilanes Castillo, Grace Carolina Santellán Naulasaca** y dirigida por: **Ing. Jorge Núñez.**

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

**Presidente del Tribunal**  
**Ing. Víctor Velásquez**



**Firma**

**Director del Proyecto**  
**Ing. Jorge Núñez**



**Firma**

**Miembro del Tribunal**  
**Ing. Alexis Martínez**



**Firma**

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

*La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Cristian Fabricio Gavilanes Castillo, Grace Carolina Santellán Naulasaca y al Ingeniero Jorge Núñez; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.*



**Cristian Fabricio Gavilanes Castillo**  
**C.I. 060378621-1**



**Grace Carolina Santellán Naulasaca**  
**C.I. 060400092-7**

## **AGRADECIMIENTO**

*Gracias a Dios por habernos bendecido cada instante de nuestras vidas.*

*Reconocimiento a la Facultad de Ingeniería, escuela de Civil y a cada uno de los docentes por compartir con nosotros sus conocimientos, en especial a la colaboración del Ingeniero Jorge Núñez, en cada etapa de este proyecto.*

## **DEDICATORIAS**

*El presente trabajo de titulación va dedicado a Dios por darme la oportunidad de vivir y por estar con migo en cada paso que doy. A mis padres **Oswaldo Gavilanes Jara** y **Mariana de Jesús Castillo Padilla** por haberme dado la vida, pero sobre todo a mi madre quien es la que nunca dejo de apoyarme en todo momento. De igual manera a mis hermanos **Patricio** y **Álvaro** por estar siempre con migo y enseñarme a sobrellevar cada etapa de mi vida y a mi novia **María José Sagñay** por ser quien me impulso a terminar el presente proyecto de investigación y mi carrera universitaria.*

**Cristian Gavilanes**

*Este trabajo de investigación va dedicado especialmente, a mis padres **Wilson Santellán** y **Rosana Naulasaca** por darme la vida y por haberme inculcado un deseo de esfuerzo y superación, a mí amado esposo **Cesar Castro** por ser mi apoyo incondicional y a mi adorado hijo **Alan Castro** por ser mi motor fundamental, quienes han logrado impactar un ímpetu de amor, felicidad y apoyo moral para culminar mi carrera.*

**Grace Santellán**

## ÍNDICE GENERAL

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DEDICATORIAS.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	xiii
<b>CAPITULO I</b>	
RESUMEN .....	1
SUMMARY .....	2
<b>CAPITULO II</b>	
INTRODUCCIÓN.....	3
<b>CAPITULO III</b>	
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	4
3.1. ANTECEDENTES .....	4
3.2. ÁREA DE ESTUDIO.....	4
3.3. ENFOQUE TEÓRICO.....	5
3.3.1. Arcilla.....	5
3.3.1.1. Definición .....	5
3.3.1.2. Generalidades .....	6
3.3.1.3. Tratamiento de la arcilla en la antigüedad para la fabricación de ladrillos artesanales.....	6
3.3.1.4. Tipos de arcilla .....	7
3.3.1.4.1. Según la plasticidad .....	7
3.3.1.4.2. Según su fusibilidad .....	7
3.3.1.5. Propiedades de la arcilla .....	8
3.3.1.5.1. Tamaño de la partícula .....	8
3.3.1.5.2. Plasticidad.....	8
3.3.1.5.3. Merma .....	9
3.3.1.5.4. Refractariedad .....	9
3.3.1.5.5. Porosidad.....	9
3.3.1.5.6. Color .....	9

3.3.2.	Ladrillo .....	9
3.3.2.1.	Definición .....	9
3.3.2.2.	Historia del ladrillo .....	10
3.3.2.3.	Partes de un ladrillo .....	10
3.3.2.4.	Condiciones generales.....	12
3.3.2.4.1.	Materia prima .....	12
3.3.2.4.2.	Fabricación .....	12
3.3.2.4.3.	Dimensiones y tolerancias .....	12
3.3.2.5.	Proceso de fabricación del ladrillo .....	13
3.3.2.5.1.	Proceso de fabricación artesanal .....	13
3.3.2.5.1.1.	Extracción del material .....	14
3.3.2.5.1.2.	Tratamiento del material .....	14
3.3.2.5.1.3.	Amasado.....	14
3.3.2.5.1.4.	Reposo o madurado .....	15
3.3.2.5.1.5.	Moldeado .....	15
3.3.2.5.1.6.	Secado .....	16
3.3.2.5.1.7.	Cocción.....	16
3.3.2.5.1.8.	Trasporte .....	16
3.3.3.	Ladrillos cerámicos ensayos.....	16
3.3.3.1.	Determinación de la resistencia a la compresion.....	17
3.3.3.1.1.	Objeto .....	17
3.3.3.1.2.	Resumen.....	17
3.3.3.1.3.	Disposición específica.....	17
3.3.3.1.4.	Método .....	18
3.3.3.1.5.	Preparación de las muestras.....	18
3.3.3.1.6.	Procedimiento.....	18
3.3.3.1.7.	Cálculos.....	19
3.3.3.1.8.	Expresión de los resultados .....	19
3.3.3.2.	Determinación de la resistencia a la flexión.....	19
3.3.3.2.1.	Objeto .....	19
3.3.3.2.2.	Resumen.....	20
3.3.3.2.3.	Método .....	20
3.3.3.2.4.	Preparación de las muestras.....	20

3.3.3.2.5.	Procedimiento.....	20
3.3.3.2.6.	Cálculo .....	20
3.3.3.2.7.	Expresiones de los resultados.....	21
3.3.3.3.	Determinación de absorción de humedad.....	21
3.3.3.3.1.	Objeto .....	21
3.3.3.3.2.	Resumen.....	21
3.3.3.3.3.	Método .....	21
3.3.3.3.4.	Preparación de las muestras.....	22
3.3.3.3.5.	Procedimiento.....	22
3.3.3.3.6.	Cálculo .....	22
3.3.3.3.7.	Expresión de resultados .....	22
3.3.4.	Tejas.....	22
3.3.4.1.	Definición .....	22
3.3.4.2.	Clasificación de las tejas .....	23
3.3.4.2.1.	Dimensiones y tolerancias .....	23
3.3.4.3.	Proceso de fabricación .....	24
3.3.4.3.1.1.	Tratamiento del material .....	24
3.3.4.3.1.2.	Amasado.....	24
3.3.4.3.1.3.	Moldeado .....	25
3.3.4.3.1.4.	Secado .....	25
3.3.4.3.1.5.	Quema .....	25
3.3.4.3.1.6.	Transporte .....	25
3.3.4.4.	Ensayos de las tejas .....	26
3.3.4.4.1.	Determinación de la resistencia a la flexión.....	26
3.3.4.4.1.1.	Objeto .....	26
3.3.4.4.1.2.	Resumen.....	26
3.3.4.4.1.3.	Método .....	26
3.3.4.4.1.4.	Preparación de las muestras.....	26
3.3.4.4.1.5.	Procedimiento.....	27
3.3.4.4.1.6.	Cálculo e informe de resultados.....	27
3.3.4.4.2.	Determinación de la absorción de agua .....	27
3.3.4.4.2.1.	Objeto .....	27
3.3.4.4.2.2.	Resumen.....	27

3.3.4.4.2.3.	Método .....	28
3.3.4.4.2.4.	Preparación de las muestras.....	28
3.3.4.4.2.5.	Procedimiento.....	28
3.3.4.4.2.6.	Cálculo .....	28
3.3.5.	Factores que afectan a la resistencia de los materiales cerámicos .....	29

## **CAPITULO IV**

4.	METODOLOGÍA .....	30
4.1.	TIPO DE ESTUDIO.....	30
4.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	30
4.2.1.	Población.....	30
4.2.2.	Muestra.....	31
4.2.3.	Operacionalización de variables .....	32
4.3.	PROCEDIMIENTOS .....	33
4.3.1.	Levantamiento de información existente.....	34
4.3.2.	Verificación de indicadores.....	44
4.3.2.1.	Ubicación de las fábricas a intervenir .....	44
4.3.3.	Ladrillo cerámicos muestreo (nte inen 292).....	45
4.3.4.	Tipos de encuestas aplicarse.....	52
4.3.4.1.	Objetivos de la encuesta.....	53
4.3.4.2.	Tabulación y Análisis de las encuestas .....	53

## **CAPITULO V**

5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	70
5.1.	RESULTADOS DE LA RECOPIACIÓN DE DATOS .....	70
5.2.	RESULTADOS DE LA VERIFICACIÓN DE INDICADORES.....	71
5.2.1.	Resultados de las fabricas (ladrillo y teja).....	71
5.2.1.1.	Resultados de determinación de la resistencia a la compresión de ladrillos.....	71
5.2.1.2.	Resultados de determinación de la resistencia a la flexión de ladrillos.....	72
5.2.1.3.	Resultados de determinación de absorción de humedad de ladrillos.....	72
5.2.2.	Resultados de determinación de la resistencia a la flexión de tejaS .....	73
5.2.3.	Resultados de determinación de absorción de humedad de tejaS .....	74
5.3.	RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS .....	75

5.4.	RESULTADOS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN .....	75
5.4.1.	Resultados de determinación de la resistencia a la compresión .....	76
5.4.2.	Resultados de determinación de la resistencia a la flexión .....	76
5.4.3.	Resultados de determinación de absorción de humedad .....	77
5.5.	RESULTADO DEL ENSAYO DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MATERIA PRIMA .....	77
<b>CAPITULO VI</b>		
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	79
6.1.	CONCLUSIONES .....	79
6.2.	RECOMENDACIONES .....	79
<b>CAPITULO VII</b>		
7.	PROPUESTA	
7.1.	TÍTULO DE LA PROPUESTA .....	81
7.2.	INTRODUCCIÓN .....	81
7.3.	OBJETIVOS .....	81
7.3.1.	General .....	81
7.3.2.	Específicos .....	82
7.4.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO – TÉCNICA .....	82
7.5.	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA .....	83
7.5.1.	Proceso de Fabricacion de Ladrillos Artesanales En El Cantón Chambo .....	84
7.5.2.	Extracción de la materia prima .....	84
7.5.3.	Selección y batido del material .....	85
7.5.4.	Moldeado del ladrillo .....	87
7.5.5.	Secado del ladrillo .....	89
7.5.6.	Perfilado o raspado del ladrillo .....	90
7.5.7.	Quema del ladrillo .....	91
7.5.8.	Enfriamiento y descarga del horno .....	93
7.6.	DISEÑO ORGANIZACIONAL .....	94
<b>CAPITULO VIII</b> .....		95
8.	BIBLIOGRAFÍA .....	95
<b>CAPITULO IX</b> .....		97
9.	ANEXOS .....	97
9.1.	EQUIPO UTILIZADO PARA EL LEVANTAMIENTO DE	

	INFORMACIÓN .....	97
9.2.	MODELO DE ENCUESTAS .....	98
9.3.	CUADROS DE ENSAYOS DE LABORATORIO .....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Dimensiones de ladrillos cerámicos en cm. ....	13
<b>Tabla 2</b> Requisitos de resistencia mecánica y absorción de la humedad.....	17
<b>Tabla 3</b> Variable dependiente de ladrillos y tejas .....	32
<b>Tabla 4</b> Variable independiente de ladrillos y tejas.....	33
<b>Tabla 5:</b> Datos para criterios de clasificación - Muestra de suelo Guayllabamba.....	38
<b>Tabla 6:</b> Datos para criterios de clasificación - Muestra de suelo Lluçud.....	40
<b>Tabla 7:</b> Datos para criterios de clasificación - Muestra de suelo Quintus.....	41
<b>Tabla 8:</b> Dosificación utilizada para el estudio. ....	43
<b>Tabla 9:</b> Ubicación de las fábricas a analizar .....	44
<b>Tabla 10:</b> Criterio de aceptación y rechazo de los lotes de inspección. ....	46
<b>Tabla 11:</b> Sección de las muestras.....	47
<b>Tabla 12:</b> Dosificación .....	61
<b>Tabla 13:</b> Dosificación utilizada para el estudio .....	70
<b>Tabla 14:</b> Determinación de resistencia a la compresión .....	71
<b>Tabla 15:</b> Determinación de resistencia a la flexión .....	72
<b>Tabla 16:</b> Determinación de absorción de humedad .....	73
<b>Tabla 17:</b> Determinación de la resistencia a flexión .....	74
<b>Tabla 18:</b> Determinación de la absorción de humedad .....	74
<b>Tabla 19:</b> Dosificación utilizada para el estudio .....	75
<b>Tabla 20:</b> Determinación de la resistencia a compresión muestra .....	76
<b>Tabla 21:</b> Determinación de resistencia a la flexión muestra.....	76
<b>Tabla 22:</b> Determinación de absorción de humedad muestra.....	77
<b>Tabla 23:</b> Requisitos de resistencia mecánica y absorción de la humedad que deben cumplir los ladrillos cerámicos.....	83

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1:</b> Partes del ladrillo .....	11
<b>Ilustración 2:</b> Bancos de material .....	14
<b>Ilustración 3:</b> Amasado del material .....	15
<b>Ilustración 4:</b> Moldeado de la mezcla .....	15
<b>Ilustración 5:</b> Secado de la mezcla.....	16
<b>Ilustración 6:</b> Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) ASTM D 2487 .....	38
<b>Ilustración 7:</b> Ubicación de la muestra de Guayllabamba en el Ábaco de Casagrande .....	39
<b>Ilustración 8:</b> Ubicación de la muestra de Lluçud en el Ábaco de Casagrande .....	41
<b>Ilustración 9:</b> Ubicación de la muestra de Quintus en el Ábaco de Casagrande .....	42
<b>Ilustración 10:</b> Plano ubicación .....	44
<b>Ilustración 11:</b> Lote de ladrillos .....	47
<b>Ilustración 12:</b> Toma de secciones .....	48
<b>Ilustración 13:</b> Máquina de compresión de 3000 kn.....	49
<b>Ilustración 14:</b> Producción .....	53
<b>Ilustración 15:</b> Tipo de cerámica .....	55
<b>Ilustración 16:</b> Materia prima .....	55
<b>Ilustración 17:</b> Lugar donde se obtiene la materia prima.....	56
<b>Ilustración 18:</b> Tiempo de Elaboración.....	56
<b>Ilustración 19:</b> Dimensiones de Ladrillos .....	57
<b>Ilustración 20:</b> Hornos .....	57
<b>Ilustración 21:</b> Precio de comercialización.....	58
<b>Ilustración 22:</b> Capacidad del horno .....	58
<b>Ilustración 23:</b> Tiempo de quema .....	59
<b>Ilustración 24:</b> Ladrillos dañados durante el proceso .....	59
<b>Ilustración 25:</b> Material para la quema .....	60
<b>Ilustración 26:</b> Elementos de protección personal .....	60
<b>Ilustración 27:</b> Amasado del material .....	64
<b>Ilustración 28:</b> Máquina mezcladora .....	64
<b>Ilustración 29:</b> Dimensiones del ladrillo .....	65
<b>Ilustración 30:</b> Vertido de la mezcla en el molde .....	65
<b>Ilustración 31:</b> Compactación de la mezcla .....	66
<b>Ilustración 32:</b> Retiro del molde .....	66

<b>Ilustración 33:</b> Secado del ladrillo .....	67
<b>Ilustración 34:</b> Colocado del ladrillo en el horno .....	67
<b>Ilustración 35:</b> Combustible de quema (leña) .....	68
<b>Ilustración 36:</b> Descarga del producto .....	68
<b>Ilustración 37:</b> Extracción de la materia prima .....	85
<b>Ilustración 38:</b> Equipo mínimo de seguridad industrial.....	85
<b>Ilustración 39:</b> Amasado de la mezcla .....	86
<b>Ilustración 40:</b> Mezclado con maquina.....	86
<b>Ilustración 41:</b> Moldes de ladrillos .....	87
<b>Ilustración 42:</b> Traslado del material al lugar donde va a ser vertido.....	87
<b>Ilustración 43:</b> Vertido y moldeado de la mezcla .....	88
<b>Ilustración 44:</b> Secado del ladrillo .....	89
<b>Ilustración 45:</b> Secadero de ladrillo artesanal, con estructura de madera y plástico de invernadero .....	90
<b>Ilustración 46:</b> Perfilado del ladrillo .....	90
<b>Ilustración 47:</b> Acarreo y Colocado del ladrillo en el horno .....	91
<b>Ilustración 48:</b> Combustible de quema (leña) .....	92
<b>Ilustración 49:</b> Atizado del combustible .....	92
<b>Ilustración 50:</b> Cargas de leña.....	93
<b>Ilustración 51:</b> Descarga del Horno directamente al medio de transporte.....	94

## **CAPITULO I**

### **1. RESUMEN**

En la actualidad el sector artesanal ladrillero del cantón Chambo presenta problemas en su proceso de producción debido a la ancestral dosificación de materias primas involucradas para su fabricación, por lo que con el presente trabajo de investigación validamos los trabajos de graduación de años anteriores que tienen conectividad a nuestro estudio, dando a conocer la proporción óptima de mezclado de arcillas arenosas, polvo de ladrillo y aserrín para la fabricación de los ladrillos, la misma que permite que el producto terminado cumpla con los requisitos establecidos en la norma INEN y a su vez sea competitivo dentro del mercado industrial de la construcción. En primer lugar se realizó pruebas de laboratorio a los ladrillos fabricados en el cantón Chambo obteniendo valores que no cumplen en tamaño y resistencias según la norma INEN, por lo que después se procedió a realizar ladrillos con la dosificación estipulada en un trabajo de graduación anterior y a su vez con las medidas que determina la norma para un ladrillo macizo tipo C, para luego ser nuevamente ensayados obteniendo así resultados satisfactorios, los mismos que cumplen en calidad, dimensiones y resistencias según lo que la normativa lo requiere.

Al observar todas las carencias durante la fabricación del ladrillo, el mismo que no cumple con los requisitos que la norma INEN lo requiere, se incluye en esta investigación el desarrollo de una propuesta que se inclina al mejoramiento de elaboración del ladrillo artesanal macizo tipo C, incluyendo la concientización a los artesanos a que utilicen el equipo mínimo de seguridad industrial para garantizar su bienestar laboral y una fabricación óptima del ladrillo artesanal del cantón Chambo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CENTRO DE IDIOMAS



Lic. Geovanny Armas

08 de Marzo de 2016

**SUMMARY**

At present, the artisanal brick-making area in the Chambo Canton presents problems in its production process due to the ancestral dosage of raw material involved for the manufacturing of bricks, for this reason this research work validates graduation works from previous years that have relation with our study, it reveals the optimal mixing ratio of sandy clay, clay and sawdust for making bricks, it allows the finished product to meet the requirements of the INEN standard and at the same time it makes bricks competitive within the industrial construction market. First, laboratory tests on bricks manufactured in the Chambo Canton were performed, obtaining values that do not meet size and resistance requirements according to the INEN standard, for this reason bricks with the dosage prescribed in a former graduate work were made, they had the measures determined by the standards for a type C solid brick, then they were tested again, obtaining satisfactory results that meet the same quality, dimensions and strength required by the law.

When observing all the deficiencies during the manufacture of bricks, which does not meet the requirements that the INEN standard requires, this research includes the development of a proposal aimed to improve the processing of solid handmade type C solid brick, it includes awareness on artisans to use the minimum equipment for safety in order to ensure a working welfare and an optimal manufacturing of handmade bricks in Chambo.



## **CAPITULO 2**

### **2. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad en el cantón Chambo, realizan la producción artesanal de ladrillos y tejas, los cuales son materiales de construcción, pero los ladrillos poseen una mayor acogida ya que son los más utilizados de la provincia, ya que el mismo a través de su historia lo ha colocado como un material indispensable en la industria de la construcción. Además estos dos materiales poseen muchas características idóneas que hacen que mucha gente los prefiera para construir debido a su fácil modulación, por una parte los ladrillos se caracteriza por poseer porcentajes de absorción de agua mínimos, alta resistencia a la compresión y a la flexión, así como al fuego y en cambio las tejas poseen porcentajes de absorción de agua mínimos y también tienen resistencia a la compresión.

Y es precisamente por tal motivo, que se ha desarrollado este tema de investigación denominado “Normalización y Estandarización de la fabricación de ladrillos y tejas del Cantón Chambo, el cual beneficia a los artesanos y a los constructores, ya que estos dos elementos no se fabrican sin ningún tipo de estudio ni rigiéndose a ningún tipo de norma donde les indiquen una debida dosificación de sus componentes y métodos de fabricación adecuados para poder tener una mejor resistencia a cada una de las pruebas que estos son sometidos en obra.

De tal manera que a los fabricantes de estos materiales de construcción se les pueda ayudar con un método eficaz de producción para la elaboración del ladrillo y tejas, donde se pueda realizar un verdadero control de producción y el resultado de este trabajo no sea de forma empírica como lo venían haciendo y así tener un mejor producto normado y estandarizado que cumpla con los requisitos que exigen las normas INEN.

## **CAPITULO III**

### **3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **3.1. ANTECEDENTES**

En la actualidad en el cantón Chambo; se produce elemento de construcción artesanal como son el Ladrillo y la teja, los cuales se han construido sin ningún tipo de especificaciones técnicas.

Estos materiales obtenidos en el cantón Chambo muestran: variación de rectitud en sus aristas, imperfecciones en sus caras y el color no es el adecuado, todo esto debido a procesos inadecuados de producción como también a problemas de cocción.

Acerca de sus componentes, estos son: dos tipos de arcilla, aserrín y agua. El desconocimiento de los mismos, ha generado un producto que solo al verlo se lo considera de mala calidad; y se hace más notorio cuando son sometidos a pruebas en laboratorio.

Por lo que la investigación realizada con el tema **“NORMALIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE LA FABRICACIÓN DEL LADRILLO Y TEJA EN EL CANTÓN CHAMBO”** pretende disminuir las falencias constructivas al momento de la fabricación de estos dos elementos.

#### **3.2. ÁREA DE ESTUDIO**

La producción de ladrillo y teja del cantón Chambo abastece al centro del país primordialmente al cantón Riobamba que tiene una población urbana de 189.470 habitantes según el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC, 2010).

Las arcillas utilizadas para fabricación no son puras; suele contener hierro y otros minerales presentando coloraciones diversas. Estas arcillas son mezcladas con agua, dando su color característico, se hace muy plástica procediendo al proceso de moldeado, secado y cocción a altas temperaturas.

Según el Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN, s.f.) se deben realizar ensayos y verificar si cumplen con las siguientes especificaciones:

- Ladrillos: Determinación de la compresión norma (NTE INEN 294, 1978), Determinación de la resistencia a la flexión (NTE INEN 295, 1978) y Determinación de la absorción de humedad (NTE INEN 296, 1978).
- Tejas: Determinación de la resistencia a la flexión (NTE INEN 988, 1984) y Determinación de la absorción de agua (NTE INEN 989, 1984).

Los ladrillos corresponden al tipo C, que constituyen los ladrillos elaborados a máquina o mano con presencia de imperfecciones en sus caras exteriores, así como variaciones de rectitud en sus aristas hasta de 8mm. (NTE INEN 297, 1976)

A su vez las tejas corresponden al tipo A, que constituye a la teja curvada es la que tiene forma acanalada en el sentido longitudinal, con una ligera reducción de su ancho hacia un extremo. (NTE INEN 986, 1984)

En vista de esos sucesos se ha visto la necesidad de realizar una investigación para determinar cuáles son los errores al momento de fabricación y así mediante normas y especificaciones mejorar la calidad de estos elementos.

### **3.3. ENFOQUE TEÓRICO**

#### **3.3.1. ARCILLA**

##### **3.3.1.1. DEFINICIÓN**

Según la (NTE INEN 685, s.f.). Geotecnia: mecánica de suelos. Terminología y simbología. Define a la arcilla como:

Suelo cohesivo de grano fino que presenta plasticidad, en el que sus partículas tienen diámetros equivalentes menores que  $75 \mu m$  y cuyas características de consistencia lo ubican sobre la línea A en la carta de plasticidad del Sistema Unificado de Suelos.

Químicamente es un silicato de alúmina hidratado, aunque en algunas ocasiones contiene silicatos de hierro o de magnesio hidratados.

### **3.3.1.2. GENERALIDADES**

La arcilla se compone de un grupo de minerales alúmino-silicatos formados por la meteorización de rocas feldespáticas, como el granito. El grano es de tamaño microscópico y con forma de escamas, esto hace que la superficie de agregación sea mucho mayor que su espesor, lo que permite un gran almacenamiento de agua por adherencia, dando plasticidad a la arcilla y provocando la hinchazón de algunas variedades.

La abundancia de arcilla en la naturaleza, su relativa facilidad de tratamiento y la resistencia e impermeabilidad de este elemento lo convirtieron en un material profusamente utilizado por las sociedades antiguas.

La arcilla como material constructivo paso por un largo proceso evolutivo encaminando a mejorar su calidad como material edilicio.

### **3.3.1.3. TRATAMIENTO DE LA ARCILLA EN LA ANTIGÜEDAD PARA LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS ARTESANALES**

El largo proceso de la fabricación de ladrillos, va desde la extracción de la arcilla hasta su ulterior cocción. Como material constructivo es necesario distinguir entre la arcilla sin cocer -tapial o adobe- y la arcilla cocida en su forma más habitual, el ladrillo, propiamente dicho.

Entre las ciencias que aportan mayor información se encuentran la Etnología y la Etnoarqueología, debido a que estudian el proceso de fabricación tradicional, lo que permite obtener información sobre la actividad alfarera en la antigüedad.

Sin embargo, las técnicas no industriales constituyen un conjunto poco estandarizado y las variaciones regionales e incluso locales son muy abundantes. Esto se debe ante todo al carácter artesanal e individual de las realizaciones y a los diferentes acabados finales que se pretendía conseguir.

Se describe un conjunto de actividades encaminadas a la obtención de ladrillos fabricados artesanalmente. Muchas de las técnicas que se refieren siguen siendo empleadas hoy día por alfares de producción artesanal.

#### **3.3.1.4. TIPOS DE ARCILLA**

Las arcillas se clasifican de la siguiente manera:

Según exista en la naturaleza

- Según la plasticidad
- Según fusibilidad

##### **3.3.1.4.1. SEGÚN LA PLASTICIDAD**

- Arcillas plásticas.-Hacen pasta con el agua y se convierten en modelables.
- Arcillas anti-plásticas.-Confieren a la pasta una determinada estructura, que pueden ser químicamente inertes en la masa o crear una vitrificación en altas temperaturas (fundentes).

##### **3.3.1.4.2. SEGÚN SU FUSIBILIDAD**

- Arcillas refractarias
- Arcillas y caolines cuyo punto de fusión está comprendido entre 1.600 y 1.750°C.

Por lo general son blancas, grises y poco coloreadas después de su cocción.

- Arcillas fusibles o arcillas de alfarería

Arcilla cuyo punto de fusión se alcanza por encima de los 1.100°C. Son de color castaño, ocre, amarillo o marfil tras su cocción y se suelen encontrar cerca de la superficie del suelo.

### **3.3.1.5. PROPIEDADES DE LA ARCILLA**

Según (Rhodes, 1990), nos indica que las arcillas tienen las siguientes propiedades:

- Tamaño de partícula
- Plasticidad
- Merma
- Refractariedad
- Porosidad
- Color

En el artículo (UNIOVI, 2016, pág. 16), aumenta a más de las propiedades anteriores el tamaño de la partícula.

#### **3.3.1.5.1. TAMAÑO DE LA PARTÍCULA**

La estructura laminar y el tamaño inferior a la micra de los granos de los minerales arcillosos tienen gran influencia en la plasticidad ya que se produce un fenómeno físico de retención de agua con aumento de volumen que actúa como lubricante haciendo resbalar las partículas entre sí. Este aumento de volumen puede llegar a ser del 200%.

#### **3.3.1.5.2. PLASTICIDAD**

Mediante la adición de una cierta cantidad de agua, la arcilla puede adquirir la forma que uno desee.

Un aumento de plasticidad produce:

- Una retención mayor de agua que se traduce en una mayor contracción de secado un aumento de la posibilidad de formación de grietas.
- Una mayor ductilidad de los productos moldeados.

#### **3.3.1.5.3. MERMA**

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

#### **3.3.1.5.4. 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.

#### **3.3.1.5.5. 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.

#### **3.3.1.5.6. COLOR**

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

### **3.3.2. LADRILLO**

Según la (NTE INEN 293, 1978) define al ladrillo de la siguiente manera.

#### **3.3.2.1. DEFINICIÓN**

Es una pieza de arcilla moldeada y cocida, en forma paralelepípedo o prisma regular, que se emplea en albañilería.

El ladrillo es un material utilizado en la construcción, fabricado de arcilla o tierra arcillosa, a veces con adición de otros materiales, de suficiente plasticidad o consistencia para que puedan tomar forma permanente y secarse sin presentar grietas, nódulos o deformaciones.

Los ladrillos se fabrican por el procedimiento de cocción al rojo, a una temperatura mínima de 800°C. Una vez cocidos, deben tener una masa homogénea de resistencia uniforme. Deben tener un color rojizo y, cuando se golpean con un material duro, deben emitir un sonido metálico.

### **3.3.2.2. HISTORIA DEL LADRILLO**

Según (Dolmen, 2013) relata la historia de ladrillo de la siguiente manera.

Una de las necesidades primarias que tuvo el hombre desde sus inicios, y conforme a su desarrollo y evolución, fue la de contar con recintos cerrados que lo protegieran de las inclemencias del medio que lo rodeaba.

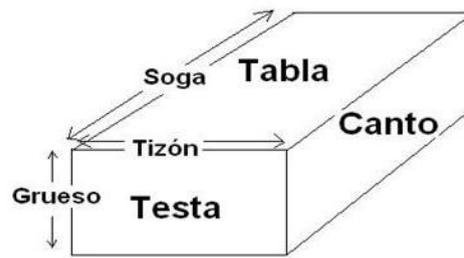
Las cavernas naturales fueron las que en un principio cubren esta necesidad. Sin embargo, la circunstancia de no contar siempre con esta solución, hacen que el hombre comience a implementar artificialmente esos recintos, utilizando materiales y rocas naturales, para posteriormente donde no existía este último material, utilizar la madera en combinación con el adobe.

Es así como durante la evolución humana, la técnica de fabricación del ladrillo también toleró cambios, desde la producción de adobes, secados al sol, y posteriormente del ladrillo sometido a la cocción. En efecto, si el ladrillo no tuviera propiedades tales como su sencilla técnica de producción y colocación, su capacidad de aislamiento, la capacidad de soporte, y su amplia gama de combinaciones, etc., sin duda no seguirían usándose hoy en día.

### **3.3.2.3. PARTES DE UN LADRILLO**

Los ladrillos son piezas cerámicas suelen ser de forma rectangular pero también se fabrican una gran variedad de piezas en formas y tamaños.

### **Ilustración 1: Partes del ladrillo**



**Fuente:** EDEFER, Partes del ladrillo

#### **Aristas**

- Soga: arista mayor
- Tizón: arista media
- Grueso: arista menor

#### **Caras**

- Tabla: cara mayor
- Canto: cara media
- Testa: cara menor.

### **3.1.1.1. CLASIFICACIÓN DE LADRILLOS**

Según la (NTE INEN 293, 1978), ladrillos cerámicos, definiciones, clasificación y condiciones generales los clasifica de la siguiente manera.

- Ladrillo común (mambrón). Es el ladrillo moldeado a mano.
- Ladrillo de máquina. Es el ladrillo moldeado mecánicamente y en producción continua.
- Ladrillo reprensado. Es el ladrillo que se prensa entre el moldeo y la cochura.
- Ladrillo macizo. Es el ladrillo fabricado a mano o a máquina sin perforaciones en su interior, o con perforaciones celulares que pueden llegar hasta el 20% de su volumen.
- Ladrillo hueco. Es el ladrillo fabricado a máquina con perforaciones en su interior, que pasan del 20% de su volumen.

#### **3.3.2.4. CONDICIONES GENERALES**

Según la norma INEN 293, ladrillos cerámicos, definiciones, clasificación y condiciones generales son las siguientes.

##### **3.3.2.4.1. MATERIA PRIMA**

Los ladrillos deben fabricarse de arcilla o tierra arcillosa, a veces con adición de otros materiales, de suficiente plasticidad o consistencia para que puedan tomar forma permanente y secarse sin presentar grietas, nódulos o deformaciones. No deben contener material que pueda causar eflorescencia de carácter destructivo o manchas permanentes en el acabado. (NTE INEN 293, 1978)

##### **3.3.2.4.2. FABRICACIÓN**

Los ladrillos se fabrican por el procedimiento de cocción al rojo, a una temperatura mínima de 800° C. Una vez cocidos, deben tener una masa homogénea de resistencia uniforme. Deben tener un color rojizo y, cuando se golpean con un material duro, deben emitir un sonido metálico.

##### **3.3.2.4.3. DIMENSIONES Y TOLERANCIAS**

- En las construcciones proyectadas según el sistema de coordinación modular, se aplicarán las disposiciones de la (NTE INEN 317, 2014). Coordinación Modular de la Construcción. Dimensiones modulares de ladrillos cerámicos.
- En los casos en que no se aplique la coordinación modular de la construcción, se usarán las dimensiones especificadas en la tabla 1.

**Tabla 1** Dimensiones de ladrillos cerámicos en cm.

<b>Tipo de ladrillo</b>	<b>Largo (L)</b>	<b>Ancho (a)</b>	<b>Alto (h)</b>
<b>Común de maquina</b>	39	19	9
	39	19	9
	29	14	9
<b>Represado</b>	29	19	9
	29	14	9
<b>Hueco</b>	29	19	19
	29	19	14
	29	19	9

**Fuente:** (NTE INEN 293, 1978)

- Por convenio entre el proveedor y el comprador, podrán fabricarse y utilizarse ladrillos de un alto h igual a 7 cm.
- Los ladrillos de un mismo tipo deben tener dimensiones uniformes. No se permitirá en ellas una variación mayor del 4%.

### **3.3.2.5. PROCESO DE FABRICACIÓN DEL LADRILLO**

La fabricación del ladrillo de buena calidad dependerá directamente del tipo de arcilla que se utilice, libre de impurezas (materia orgánica), mezcla homogénea y debe presentar propiedades plásticas para evitar que durante la etapa de secado el ladrillo se agriete.

El proceso de fabricación de los ladrillos consta de varias fases fundamentales, según sea su proceso de fabricación, artesanal o industrial.

#### **3.3.2.5.1. PROCESO DE FABRICACIÓN ARTESANAL**

Es el proceso tradicional, empleado por años, de generación en generación. Los métodos empleados en la fabricación del ladrillo son empíricos, basados en la experiencia de los artesanos. El proceso de fabricación está conformado por las siguientes etapas:

### **3.3.2.5.1.1. EXTRACCIÓN DEL MATERIAL**

La extracción de la arcilla es la primera fase del proceso de fabricación. Es extraída de los bancos de los mismos materiales; transportada en volquetas a las fábricas artesanales, donde el material es depositado.

**Ilustración 2:** *Bancos de material*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace.

### **3.3.2.5.1.2. TRATAMIENTO DEL MATERIAL**

El material es tratado según el estado del tiempo. Se presentan distintas condiciones climatológicas (invierno y verano), se recolecta la arcilla y es almacenada en las fábricas artesanales a la intemperie.

### **3.3.2.5.1.3. AMASADO**

Se colocan pequeñas cantidades de materia prima, humedecida sobre una superficie plana y espaciosa al aire libre, en la cual el artesano realiza un amasado continuo. El proceso puede durar varias horas, durante las cuales se eliminan aquellos cuerpos extraños; con el propósito de dar flexibilidad y homogeneidad a la mezcla.

### **Ilustración 3: Amasado del material**



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace.

#### **3.3.2.5.1.4. REPOSO O MADURADO**

Es el tiempo de reposo que se da a la mezcla, en un periodo aproximado de 24 horas, con el propósito que pierda agua de manera natural y presente mejor trabajabilidad.

#### **3.3.2.5.1.5. MOLDEADO**

Los artesanos toman un volumen de la mezcla y la vierten en un molde paralelepípedo, luego se presiona con los puños para eliminar los vacíos, es recubierta con una fina capa de aserrín para evitar que se pegue. Se enrasa con la mano o con un trozo de madera la pasta sobrante y se levanta el molde intentando no deshacer el ladrillo.

### **Ilustración 4: Moldeado de la mezcla**



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace.

#### **3.3.2.5.1.6. SECADO**

En esta fase se elimina parcialmente el agua que contiene la arcilla después de haber sido moldeada, debe realizarse en un lugar fresco y aireado, alejado de las fuentes de calor y las corrientes de aire. El tiempo de secado es variado, puede tomar de 8 a 15 días según las condiciones del clima.

**Ilustración 5:** *Secado de la mezcla*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace.

#### **3.3.2.5.1.7. COCCIÓN**

En esta etapa el ladrillo es sometido a temperaturas que oscilan de 900 a 1200 grados centígrados, utilizando hornos cerrados, en donde se realiza la cocción de las piezas. El componente de combustión empleado es la leña de eucalipto.

#### **3.3.2.5.1.8. TRASPORTE**

El transporte es importante en el proceso de producción de los ladrillos, puesto que se generan considerables esfuerzos en el traslado de materiales y productos elaborados. En el proceso artesanal, el transporte es llevado a cabo en forma manual.

### **3.3.3. LADRILLOS CERÁMICOS ENSAYOS**

El ladrillo elaborado en Chambo según la Clasificación que se encuentra en la (NTE INEN 297, 1976). Clasifica a este ladrillo cerámico macizo, de acuerdo a su calidad; perteneciendo al Tipo C. ya que cumple con las siguientes características fundamentales:

“El tipo C, será fabricado a mano, de color rojizo, con ángulos rectos y aristas rectas, presenta imperfecciones en sus caras exteriores, así como variaciones de rectitud en sus aristas hasta de 8mm “

De acuerdo a la clasificación dada, los ladrillos cerámicos deberán cumplir con los requisitos que se indican en la Tabla 2.

**Tabla 2** Requisitos de resistencia mecánica y absorción de la humedad.

Tipo de ladrillo	Resistencia mínima a la compresión Mpa		Resistencia mínima a la flexión Mpa	Absorción máxima de humedad %
	Promedio de 5 Unidades	Individual	Promedio de 5 Unidades	Promedio de 5 Unidades
macizo tipo A	25	20	4	16
macizo tipo B	16	14	3	18
macizo tipo C	8	6	2	25

Fuente: (NTE INEN 297, 1976)

### 3.3.3.1. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION

#### 3.3.3.1.1. OBJETO

La (NTE INEN 294, 1978) tiene por objeto establecer el método de ensayo de ladrillos cerámicos que se emplean en albañilería para determinar su resistencia a la compresión.

#### 3.3.3.1.2. RESUMEN

El procedimiento descrito en esta norma se basa en la aplicación de una carga progresiva de compresión a una muestra de ladrillo, hasta determinar su resistencia máxima admisible.

#### 3.3.3.1.3. DISPOSICIÓN ESPECÍFICA

La carga que se aplique para determinar la resistencia a la compresión de un ladrillo ejercerá el esfuerzo correspondiente, en la misma dirección en que las cargas o los pesos

propios vayan a actuar sobre él en las construcciones. En caso de duda, esta dirección corresponderá a la menor dimensión del ladrillo.

#### **3.3.3.1.4. MÉTODO**

##### **INSTRUMENTAL**

Puede usarse cualquier máquina de compresión provista de plato con rótula de segmento esférico, siempre que las superficies de contacto de los apoyos sean iguales o mayores que las muestras de prueba.

#### **3.3.3.1.5. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS**

Las muestras a utilizarse consisten en mitades de ladrillos con caras planas y paralelas, obtenidas de cinco ladrillos secos, enteros y sin defectos apreciables, cortados mediante herramientas adecuadas, para evitar que se deterioren las aristas.

En caso de que las muestras presenten irregularidades de forma o sus caras tengan estrías o ranuras, se someterán al siguiente tratamiento de preparación:

- Se recubren las caras de la muestra, que van a estar en contacto con la máquina, con una capa compuesta por una mezcla que contenga azufre en proporción de 40 a 60% o (en masa) con arcilla, ceniza volcánica u otro material inerte. La aplicación de esta capa se hará de la manera indicada.
- Una vez aplicadas las capas de la mezcla de azufre, se dejará enfriar durante un tiempo mínimo dos horas.
- Cuando la superficie de la muestra presente oquedades, se llenarán con pasta de cemento Portland, que se dejará fraguar durante 24 horas, después de las cuales se procederá a la aplicación de la capas.

#### **3.3.3.1.6. PROCEDIMIENTO**

Las muestras se ensayan centrándolas con respecto a la rótula y de manera que la carga se aplique en la dirección de su menor dimensión.

Aproximadamente hasta la mitad de la carga máxima probable, se aplica ésta a cualquier velocidad. La carga restante se aplica gradualmente, en un tiempo no inferior a un minuto ni superior a dos.

### **3.3.3.1.7. CÁLCULOS**

La resistencia a la compresión se calcula por la ecuación siguiente:

$$C = \frac{P}{A}$$

Siendo:

C= la resistencia a la compresión, en Megapascales.

P = La carga de rotura, en Newtones.

A= Área de la sección en milímetros cuadrados.

La superficie A se calcula por la ecuación siguiente:

$$A = a \times l$$

Siendo:

a = ancho de la muestra, en milímetros.

l = largo de la muestra, en milímetros.

### **3.3.3.1.8. EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS**

El promedio de los valores obtenidos en cinco muestras representa la resistencia a la compresión del lote de ladrillos sometidos a ensayo.

### **3.3.3.2. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

#### **3.3.3.2.1. OBJETO**

La (NTE INEN 295, 1978) tiene por objeto establecer el método de ensayo de los ladrillos cerámicos empleados en albañilería para determinar su resistencia a la flexión.

### **3.3.3.2.2. RESUMEN**

El procedimiento descrito en esta norma se basa en la aplicación de una carga progresiva de flexión a una muestra de ladrillos, hasta determinar su resistencia máxima admisible.

### **3.3.3.2.3. MÉTODO**

#### **INSTRUMENTAL**

Puede usarse cualquier máquina de las empleadas para ensayos de flexión, siempre que los apoyos tengan una longitud por lo menos igual al ancho de la muestra de prueba y aseguren su contacto total y permanente con la misma

### **3.3.3.2.4. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS**

Las muestras a utilizarse consistirán en cinco ladrillos secos, enteros y sin defectos apreciables.

### **3.3.3.2.5. PROCEDIMIENTO**

Colocar el ladrillo de muestra con su cara mayor sobre los apoyos, asegurando una separación de 15cm entre éstos. Hacer descender la pieza superior hasta obtener un contacto directo con la superficie en el centro de la luz. Las tres líneas de contacto se mantendrán paralelas. Aplicar la carga hasta la rotura de la muestra.

La velocidad de aplicación de la carga será tal que el cabezal de la máquina no avance más de 1,5 mm por minuto.

### **3.3.3.2.6. CÁLCULO**

El módulo de rotura se calcula con la ecuación siguiente:

$$R = \frac{300GI}{2bd^2}$$

Siendo:

R= módulo de rotura, en Megapascales.

G= carga de rotura, en Newtones.

/= distancia entre apoyos en milímetros.

B= ancho de cara a cara de la muestra, en milímetros.

D= promedio del espesor de cara a cara de la muestra en milímetros.

### **3.3.3.2.7. EXPRESIONES DE LOS RESULTADOS**

El promedio de los valores obtenidos en cinco muestras representa la resistencia a la flexión del lote de ladrillos sometidos a ensayo.

### **3.3.3.3. DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE HUMEDAD**

#### **3.3.3.3.1. OBJETO**

La (NTE INEN 296, 1978) tiene por objeto establecer el método de ensayo de los ladrillos cerámicos empleados en albañilería para determinar la absorción de la humedad.

#### **3.3.3.3.2. RESUMEN**

El procedimiento descrito en esta norma se basa en la determinación de las masas de una muestra de ladrillo antes y después de ser sumergida en agua, estableciéndose la diferencia entre las dos masas como base para conocer el valor de la absorción de la humedad.

#### **3.3.3.3.3. MÉTODO**

#### **INSTRUMENTAL**

Balanza con capacidad mínima de 5 kg y con escala que permita lecturas hasta de 0,5 g.

Estufa, de desecación regulada a una temperatura de 110° C.

#### **3.3.3.3.4. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS**

La muestra a ensayar consistirá en cinco ladrillos enteros, que se desecarán en estufa a 110°C hasta obtener masa constante. Luego se enfriarán a la temperatura ambiente y se volverán a pesar. Si se observa un aumento de masa mayor del 1%, se repetirá la operación.

#### **3.3.3.3.5. PROCEDIMIENTO**

Una vez preparadas las muestras y anotada su masa constante, sumergirlas en agua destilada, a una temperatura de 15 a 30° C durante 24 horas. Al sacar las muestras del agua, secarlas con una toalla húmeda antes de pesarlas. La pesada de cada muestra debe concluirse antes de cinco minutos de sacada del agua.

#### **3.3.3.3.6. CÁLCULO**

La absorción de cada muestra expresada en % se calcula por la ecuación siguiente:

$$Absorcion\% = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100$$

Siendo:

P1 = masa de la muestra desecada.

P2 = masa de la muestra después de 24 horas sumergida.

#### **3.3.3.3.7. EXPRESIÓN DE RESULTADOS**

El promedio de los valores de absorción obtenidos en cinco muestras representa el porcentaje de absorción de humedad del lote de ladrillos inspeccionado.

### **3.3.4. TEJAS**

#### **3.3.4.1. DEFINICIÓN**

Según la (NTE INEN 986, 1984), tejas cerámicas, definiciones, clasificación y condiciones generales son las siguientes.

Es una pieza acanalada o plana, de poco espesor, hecha de arcilla o tierra arcillosa, adecuadamente quemada.

Son piezas elaboradas básicamente para cubrir por fuera de techos, unidas de tal manera que reciban y dejen escurrir el agua lluvia sin que penetre el interior.

### **3.3.4.2. CLASIFICACIÓN DE LAS TEJAS**

Las tejas de arcilla se clasifican en dos grupos principales: las tejas curvadas y las tejas planas.

- La teja curvada es la que tiene forma acanalada en el sentido longitudinal, con una ligera reducción de su ancho hacia un extremo.
- La teja plana tiene la forma de un paralelepípedo regular de espesor muy reducido en relación a sus demás dimensiones.

### **3.1.1.2. CONDICIONES GENERALES**

Las tejas deben fabricarse de arcilla o tierra arcillosa, de suficiente plasticidad y consistencia para que puedan tomar forma permanente y secarse sin presentar grietas, nódulos o deformaciones.

Las tejas se fabrican por el procedimiento de cocción al rojo, a una temperatura mínima de 800°C. Una vez cocidas deben tener una masa homogénea de resistencia uniforme. Deben tener un color rojizo y, cuando se golpean con un material duro, deben emitir un sonido metálico.

### **3.3.4.2.1. DIMENSIONES Y TOLERANCIAS**

Las medidas nominales de las tejas en centímetros serán las siguientes:

a) Para la teja curvada:

Largo: 44 cm

Ancho: 22 cm

Espesor: 1 cm

Flecha de la curvatura: 6 cm.

b) Para la teja plana:

Largo: 44 cm

Ancho: 30 cm

Espesor: 1 cm

Las dimensiones de las tejas deben ser uniformes. No se permite en ellas una variación mayor del 4%.

Por convenio entre el fabricante y el comprador podrán fabricarse tejas hasta de 60 cm de largo, variando en proporción las otras dimensiones.

- **Tejas vidriadas**

Las tejas cerámicas pueden llevar en su cara exterior o interior una capa de material impermeable que reduce notablemente la absorción de humedad. En este caso se conoce como tejas vidriadas.

### **3.3.4.3. PROCESO DE FABRICACIÓN**

#### **3.3.4.3.1.1. TRATAMIENTO DEL MATERIAL**

Se recolecta la arcilla y es almacenada en las fábricas artesanales en lugares a la intemperie.

#### **3.3.4.3.1.2. AMASADO**

Una vez realizado la mezcla exacta se procede a llenar de agua y dejar por un día para que pueda intimar el agua y las arcillas.

Al siguiente día se procede a “virar el barro” método que consiste en coger la mezcla con una pala y tirarla dentro del recipiente este proceso se realiza en un periodo de dos a tres horas seguidas, y después se deja reposar el barro durante la noche.

#### **3.3.4.3.1.3. MOLDEADO**

Luego a través de carretillas la mezcla es llevada a los tejares donde se procede a realizar el moldeado a través de pequeños moldes se da forma a la teja la misma que luego es retirada del molde y llevada a secarla.

#### **3.3.4.3.1.4. SECADO**

Una vez que el barro ha sido moldeado y se ha dado forma a la teja, es llevada a exteriores para el proceso de secado sin ninguna protección queda al aire libre; este proceso de secado se da durante 10 a 15 días.

#### **3.3.4.3.1.5. QUEMA**

Para poder realizar la cocción de tejas se debe seguir los siguientes pasos:

- Verificar que las tejas a quemarse este completamente secas para así evitar que al final de la quema este negro o este trizado.
- Una vez esté lleno el horno se procede al sellado, cubierto de barro tanto la parte superior como las paredes laterales, para evitar pérdidas de calor.

La quema se realiza en un periodo de 20 a 72 horas seguidas y al finalizar se sella la entrada de leña con barro.

#### **3.3.4.3.1.6. TRANSPORTE**

Una vez realizada la quema, se debe dejar de 5 a 8 días sin destapar el sellado del horno permitiendo de esta manera que se enfrié al paso del tiempo y coja el color adecuado el producto final, una vez terminado este plazo se procede a destapar y a retirar las tejas y a colocar en filas ascendentes frente al horno, se dice entonces que está listo para ser comercializado.

#### **3.3.4.4. ENSAYOS DE LAS TEJAS**

##### **3.3.4.4.1. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

###### **3.3.4.4.1.1. OBJETO**

La (NTE INEN 988, 1984) establece el método de ensayo de las tejas cerámicas para comprobar su resistencia a la flexión.

###### **3.3.4.4.1.2. RESUMEN**

El procedimiento descrito en esta norma se basa en la aplicación de una carga vertical progresiva sobre una teja colocada horizontalmente sobre soportes separados hasta llegar a la rotura de la teja.

###### **3.3.4.4.1.3. MÉTODO**

###### **APARATO**

Se utilizará una máquina apropiada para los ensayos de flexión. Las piezas de carga y apoyo serán de acero. Las partes en contacto con la muestra serán cilíndricas y las líneas de contacto deberán mantenerse perfectamente paralelas.

###### **3.3.4.4.1.4. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS**

Se someterán al ensayo por lo menos cinco tejas enteras, desecadas en una estufa entre 110° y 115°C hasta obtener masa constante.

Sobre el lomo o en la parte central de la muestra se preparará una superficie de 6 x 6 cm, con una capa plana de mortero de yeso calcinado para la aplicación de la carga.

#### **3.3.4.4.1.5. PROCEDIMIENTO**

Colocar la muestra de ensayo, con el lomo hacia arriba, centrada sobre cuatro puntos de apoyo, dos en cada extremo o boca.

Colocar los dos soportes de cada extremo exactamente a 15 cm de la línea transversal del centro de la teja, dejando, por lo tanto, un espacio libre de 30 cm entre los apoyos.

Aplicarla carga sobre la superficie preparada a la velocidad de 40 a 50 kg/min.

#### **3.3.4.4.1.6. CÁLCULO E INFORME DE RESULTADOS**

La resistencia a la flexión de cada muestra está dada por la carga de rotura que indique la máquina.

Se tomará como resultado la media aritmética de los valores obtenidos en las cinco muestras ensayadas, consignándose también los dos valores extremos.

#### **3.3.4.4.2. DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE AGUA**

##### **3.3.4.4.2.1. OBJETO**

La (NTE INEN 989, 1984) establece el método de ensayo de las tejas cerámicas para determinar la absorción de agua.

##### **3.3.4.4.2.2. RESUMEN**

El procedimiento descrito en esta norma se basa en la determinación de las masas de una muestra de tejas antes y después de sumergirse en agua, estableciéndose la diferencia entre las dos masas como base para conocer el valor de la absorción de agua.

### **3.3.4.4.2.3. MÉTODO**

#### **INSTRUMENTAL**

Balanza con capacidad mínima de 2 kg y con escala que permita lecturas hasta de 0,2 g.

Estufa de desecación regulada a la temperatura de 110°C.

### **3.3.4.4.2.4. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS**

La muestra para el ensayo de absorción constará, al menos de cinco tejas enteras, o tres fragmentos representativos de cada una de las cinco. La masa de cada pieza no debe ser menor de 250g.

Las tejas enteras o las piezas representativas se desecarán en estufa a 110°C hasta obtener masa constante. Luego se enfriarán a la temperatura ambiente y se volverán a pesar. Si se observa un aumento de masa mayor del 1%, se repetirá la operación.

### **3.3.4.4.2.5. PROCEDIMIENTO**

Una vez preparadas las muestras y anotada su masa constante, sumergirlas en agua destilada o de lluvia, cuya temperatura se llevará hasta la ebullición, la cual se mantendrá durante una hora. Dejar enfriar el agua a la temperatura ambiental.

Sacar las muestras del agua y dejar escurrir ésta durante un tiempo no mayor a un minuto.

Volver a pesar las muestras húmedas anotando el valor de su masa.

### **3.3.4.4.2.6. CÁLCULO**

La absorción de cada muestra, expresada en porcentaje, se calcula por la ecuación siguiente:

$$Absorcion\% = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100$$

El promedio de los valores de absorción obtenido en las cinco tejas o en sus fragmentos representativos, indica el porcentaje de absorción de agua del lote de tejas inspeccionado.

### **3.3.5. FACTORES QUE AFECTAN A LA RESISTENCIA DE LOS MATERIALES CERÁMICOS**

Según (Smith & Hashemi, 2006). Señala que la resistencia disminuye debido a:

*“El fallo mecánico de los materiales cerámicos tiene lugar principalmente por defectos estructurales. Las causas principales de las fracturas han de buscarse en las grietas superficiales producidas durante los procesos de acabado superficial, poros (porosidad), inclusiones y granos grandes, producidos durante el proceso”.*

Factores que afectan a la resistencia de los ladrillos del cantón Chambo:

- Baja calidad de los componentes.
- Procesos de producción rudimentarios.
- Mala cocción.

## **CAPITULO IV**

### **4. METODOLOGÍA**

#### **4.1. TIPO DE ESTUDIO**

Para esta investigación las estrategias metodológicas tienen la finalidad de normalizar y estandarizar la fabricación del ladrillo y la teja con los materiales del Cantón Chambo que cumpla con requisitos de calidad.

Esta investigación va a ser clasificada de acuerdo a su finalidad como una investigación aplicada, debido a la utilización de los conocimientos, como son los ensayos que se requieren en la práctica para elaborar un ladrillo y teja de calidad.

Según la clase de medios utilizados para obtener los datos es una investigación exploratoria que utiliza la observación de campo mediante una observación directa, por entrevistas y encuestas de hecho.

Esta investigación se va a desarrollar dentro de un campo de conocimientos científicos, cuyos resultados van a ser obtenidos metódicamente y con reglas precisas y explícitas dadas por las normas.

El tipo de razonamiento empleado es racional –empírico, debido a que la investigación sobre la elaboración de un ladrillo y teja de calidad; va a ser con los elementos que utilizan los artesanos empíricamente, y también con una posición racional, fundamentada principalmente en teorías y ensayos que se realizarán para determinar la investigación.

#### **4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **4.2.1. POBLACIÓN**

El universo de estudio para nuestro trabajo de investigación está integrado por todas las ladrilleras y tejerías artesanales que realizan sus productos para el cantón Chambo y sus diferentes comunidades lo cual permitirá conocer de forma detallada cual es el proceso de

fabricación en la línea de ladrillos y tejas y así poder conocer si los mismos cumplen con los requisitos establecidos en las normas INEN.

Para la población de muestreo en cuanto a los ladrillos, en la Universidad Nacional de Chimborazo se desarrolló el proyecto “Base de datos para el control de calidad de los materiales de construcción de la provincia de Chimborazo”, con este proyecto se buscó determinar la calidad de los materiales de construcción de la provincia, de los ensayos realizados a los ladrillos del cantón Chambo se determinó que apenas un 40,88% de las muestras ensayadas cumplen con los requisitos de calidad necesarias.

#### **4.2.2. MUESTRA**

Una vez verificada esta información y basándonos en el proyecto “Base de datos para el control de calidad de los materiales de construcción de la provincia de Chimborazo”, se seleccionaron tres fábricas de ladrillos, para determinar si los mismos cumplen con los requisitos establecidos en las normas INEN.

En lo que respecta a la población muestra de tejas, se basa en la fábrica del Sr. Teófilo Ortiz la cual, es la única fábrica que producía tejas artesanales.

Debido a la baja demanda de las mismas, se dejó de producir. Por lo que se procederá a realizar el análisis del último lote que produjo la misma.

### 4.2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### VARIABLE DEPENDIENTE DE LADRILLOS Y TEJAS

**Tabla 3** Variable dependiente de ladrillos y tejas

	<b>VARIABLES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ÍTEMS</b>
<b>LADRILLO</b>	Calidad del ladrillo	Determinar si cumplen con las especificaciones técnicas de calidad: resistencia a la compresión, flexión y porcentaje de absorción de humedad	Resistencia a la compresión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 a 1.49 MPa</li> <li>• 1.50 a 8 MPa</li> <li>• 8 a más MPa</li> </ul>
			Resistencia a la Flexión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 a 1.99 MPa</li> <li>• 2 a más MPa</li> </ul>
			Porcentaje de Absorción de Humedad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 a 24.99%</li> <li>• 25% a más</li> </ul>
<b>TEJA</b>	Calidad de la teja	Determinar si cumplen con las especificaciones técnicas de calidad: resistencia a la flexión y porcentaje de absorción de humedad.	Resistencia a la Flexión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 a 0.1 MPa</li> </ul>
			Porcentaje de Absorción de Humedad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masa &lt; 1.00%</li> </ul>

**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

**Tabla 4** Variable independiente de ladrillos y tejas

<b>Variables</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>
Metodología de elaboración del ladrillo	Es el tipo de procesos y técnicas; utilizando los medios y herramienta que se emplean así como los materiales o componentes utilizados en las mezclas para la fabricación de los ladrillos.	Nivel de Mecanización o industrialización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artesanal</li> <li>• Mecanizado</li> </ul>
		Tipo de medios o herramientas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ganado</li> <li>• Pala pico o azadón</li> <li>• Mezcladora o molino</li> <li>• Moldes</li> <li>• Horno Artesanal.</li> <li>• Horno Vertical con control de temperatura.</li> </ul>
		Calidad de barro ( tierra negra o limo arcilloso)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El grupo CL, LL &lt; 50% e Ip &gt; 7%.</li> <li>• El grupo CH , LL &gt; 50%.</li> </ul>
		Uso de aserrín	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si</li> <li>• No</li> </ul>
		Uso de ceniza, cal, polvo de ladrillos, carbón, etc	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si</li> <li>• No</li> </ul>
		Adición de arcilla a la tierra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si</li> <li>• No</li> </ul>

**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

### 4.3. PROCEDIMIENTOS

El presente proyecto de investigación está dividido en cuatro partes, para analizar los indicadores de calidad que intervienen en el proceso de fabricación de ladrillos y tejas en el cantón Chambo. La primera parte corresponde a un estudio realizado a los proyectos de grado de la Universidad Nacional de Chimborazo escuela Ingeniería Civil relacionados con nuestro tema. La segunda parte corresponde a la verificación de los ladrillos y tejas

bajo los requisitos que exigen las NORMAS INEN. La tercera parte corresponde a la determinación de los factores que influyen en la calidad de ladrillos y tejas bajo la realización de encuestas. La cuarta parte corresponde a la fabricación de ladrillos macizo Tipo C con los requerimientos establecidos en la NORMA INEN 293.

#### **4.3.1. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EXISTENTE**

Se realizó el estudio a los proyectos de grado: “Base de datos para el control de calidad de los materiales de construcción de la provincia de Chimborazo” y “Análisis y Elaboración de un ladrillo mambrón que cumpla con las especificaciones técnicas en el cantón Chambo”, obteniendo los siguientes resultados:

- **PROYECTO: “Base de datos para el control de calidad de los materiales de construcción de la provincia de Chimborazo”**

<b>INFORME GENERAL RESUMEN</b>							
<b>INFORME DE ENSAYOS</b>			<b>PROYECTO</b>				
REALIZADO SOBRE			BASE DE DATOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO				
LADRILLOS DE CHAMBO							
<b>RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO</b>							
<b>N</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>PROMEDIO (Mpa) COMPRESIO N</b>	<b>CUMPLE REQUISITOS NORMA INEN 297</b>	<b>PROMEDIO (Mpa) FLEXION</b>	<b>CUMPLE REQUISITOS NORMA INEN 297</b>	<b>PROMEDIO (Mpa) ABSORCION</b>	<b>CUMPLE REQUISITOS NORMA INEN 297</b>
1	Ladrillo Macizo	7.1	NO	1.9	NO	27.5	NO
2	Ladrillo Macizo	5.7	NO	1.4	NO	22.5	SI
3	Ladrillo Macizo	4.6	NO	1.1	NO	24.7	SI
4	Ladrillo Macizo	7.8	NO	3.2	SI	21.9	SI
5	Ladrillo Macizo	6.2	NO	2.9	SI	23.5	SI
6	Ladrillo Macizo	8.9	SI	3.1	SI	20.6	SI
7	Ladrillo Macizo	7.6	NO	3.1	SI	18.5	SI
8	Ladrillo Macizo	3	NO	1.9	NO	25.9	NO
9	Ladrillo Macizo	5.7	NO	3.2	SI	14.2	SI
10	Ladrillo Macizo	4	NO	1.7	NO	26.4	NO
11	Ladrillo Macizo	7	NO	2.1	SI	21.5	SI
12	Ladrillo Macizo	11	SI	3.7	SI	23.2	SI
13	Ladrillo Macizo	4.9	NO	2.6	SI	22.3	SI
14	Ladrillo Macizo	5.4	NO	2	SI	25.7	NO
15	Ladrillo Macizo	9.1	SI	4.4	SI	21.1	SI
16	Ladrillo Macizo	9.5	SI	3.8	SI	20.6	SI
17	Ladrillo Macizo	8.4	SI	4.1	SI	11.1	SI
18	Ladrillo Macizo	4.9	NO	2.6	SI	26.1	NO
19	Ladrillo Macizo	10.1	SI	3.2	SI	21.6	SI
20	Ladrillo Macizo	7.9	NO	4.4	SI	16.7	SI
21	Ladrillo Macizo	7.4	NO	3	SI	15	SI
22	Ladrillo Macizo	7.6	NO	3.5	SI	22.6	SI
23	Ladrillo Macizo	7.6	NO	1.6	NO	24.7	SI
24	Ladrillo Macizo	9.6	SI	4	SI	19.4	SI
25	Ladrillo Macizo	6.8	NO	3.2	SI	21.1	SI
26	Ladrillo Macizo	3.4	NO	1	NO	21.2	SI
27	Ladrillo Macizo	5.5	NO	4.9	NO	20.9	SI
28	Ladrillo Macizo	7.2	NO	2.3	SI	26.6	NO
29	Ladrillo Macizo	4.3	NO	1.4	NO	26	NO
30	Ladrillo Macizo	10.1	SI	2.7	SI	24.2	SI

31	Ladrillo Macizo	7.5	NO	3.8	SI	18.7	SI
32	Ladrillo Macizo	8.4	SI	2.8	SI	22.8	SI
33	Ladrillo Macizo	9.6	SI	4.5	SI	19.1	SI
34	Ladrillo Macizo	7.7	NO	2.9	SI	18.9	SI
35	Ladrillo Macizo	13.5	SI	3.5	SI	21.4	SI
36	Ladrillo Macizo	6.2	NO	2.1	SI	22.3	SI
37	Ladrillo Macizo	7.8	NO	3.8	SI	19.4	SI
38	Ladrillo Macizo	4.4	NO	1.9	NO	20.7	SI
39	Ladrillo Macizo	4.1	NO	1.5	NO	22.5	SI
40	Ladrillo Macizo	11.7	SI	3.1	SI	17	SI
41	Ladrillo Macizo	2.4	NO	1.1	NO	26.6	NO
42	Ladrillo Macizo	4	NO	1.8	NO	18.8	SI
43	Ladrillo Macizo	4.3	NO	2.4	SI	17.4	SI
44	Ladrillo Macizo	6.2	NO	3	SI	26.3	NO
45	Ladrillo Macizo	4.6	NO	2.5	SI	22.3	SI
46	Ladrillo Macizo	11	SI	3.8	SI	17.7	SI
47	Ladrillo Macizo	7.7	NO	2.9	SI	17.4	SI
48	Ladrillo Macizo	10.3	SI	3.7	SI	20.1	SI
49	Ladrillo Macizo	7.3	NO	1.9	SI	22.3	SI
50	Ladrillo Macizo	3.5	NO	2	NO	24.7	SI
51	Ladrillo Macizo	4.1	NO	2.2	SI	24.4	SI
52	Ladrillo Macizo	3.5	NO	1.3	NO	29.8	NO
53	Ladrillo Macizo	8.4	SI	4.2	SI	20.3	SI
54	Ladrillo Macizo	10	SI	4.6	SI	14.2	SI
55	Ladrillo Macizo	9.6	SI	2.2	SI	21.7	SI
56	Ladrillo Macizo	4.9	NO	2.4	SI	24.9	SI
57	Ladrillo Macizo	6.7	NO	3.1	SI	19.7	SI
58	Ladrillo Macizo	7.7	NO	2.6	SI	24	SI
59	Ladrillo Macizo	8.9	SI	2.9	SI	16.4	SI
60	Ladrillo Macizo	7.5	NO	4.3	SI	15.6	SI
61	Ladrillo Macizo	6	NO	1.9	NO	26.5	NO
62	Ladrillo Macizo	7.5	NO	3.3	SI	20.8	SI
63	Ladrillo Macizo	7.8	NO	4.5	SI	25.8	NO
64	Ladrillo Macizo	3.4	NO	4.8	SI	17.4	SI
65	Ladrillo Macizo	5.8	NO	1.2	NO	18.6	SI
66	Ladrillo Macizo	8.8	SI	3.4	SI	25.7	NO
67	Ladrillo Macizo	10.1	SI	4.3	SI	19.1	SI
68	Ladrillo Macizo	8.5	SI	1.7	NO	22	SI
69	Ladrillo Macizo	8.3	SI	2.7	SI	16.3	SI
70	Ladrillo Macizo	9.8	SI	4.2	SI	15.7	SI
71	Ladrillo Macizo	10.7	SI	2.6	SI	16.3	SI
72	Ladrillo Macizo	9.5	SI	4.6	SI	22.5	SI
73	Ladrillo Macizo	6.5	NO	2.1	SI	23.5	SI
74	Ladrillo Macizo	5.7	NO	1.4	NO	27	NO
75	Ladrillo Macizo	5.2	NO	0.8	NO	28.2	NO
76	Ladrillo Macizo	6.2	NO	1.8	NO	17.1	SI
77	Ladrillo Macizo	9.5	SI	3.3	SI	20.3	SI
78	Ladrillo Macizo	13.8	SI	2.3	SI	13.6	SI
79	Ladrillo Macizo	10.3	SI	4	SI	20.3	SI
80	Ladrillo Macizo	6.9	NO	3.6	SI	21.1	SI
81	Ladrillo Macizo	10	SI	3.1	SI	10.9	SI
82	Ladrillo Macizo	8	SI	4.2	SI	19.4	SI
83	Ladrillo Macizo	9.1	SI	2.1	SI	26.6	NO
84	Ladrillo Macizo	3.7	NO	1.6	NO	20.1	SI
85	Ladrillo Macizo	7.3	NO	3.3	SI	21	SI
86	Ladrillo Macizo	8.9	SI SI	3.6	SI SI	16.2	SI SI
87	Ladrillo Macizo	12.6		3.2		23.3	
88	Ladrillo Macizo	8.8	SI	3.1	SI	21.4	SI
89	Ladrillo Macizo	12.6	SI	2.5	SI	17.3	SI
90	Ladrillo Macizo	11.4	SI	3.7	SI	20.2	SI
91	Ladrillo Macizo	5.1	NO	1.6	NO	24.9	SI

92	Ladrillo Macizo	10.5	SI	3.2	SI	18.4	SI
93	Ladrillo Macizo	6	NO	2	NO	27.2	NO
94	Ladrillo Macizo	9.1	SI	2.6	SI	21.7	SI
95	Ladrillo Macizo	7.5	SI	2.8	SI	14.6	SI
96	Ladrillo Macizo	2.6	NO	1.6	NO	20.1	SI
97	Ladrillo Macizo	6.8	NO	2.6	SI	24.6	SI
98	Ladrillo Macizo	2.9	NO	2.4	SI	23.3	SI
99	Ladrillo Macizo	12.4	SI	3.4	SI	26.4	NO
100	Ladrillo Macizo	6.7	NO	3.8	SI	20.3	SI
101	Ladrillo Macizo	8.4	SI	2.1	SI	15.7	SI
102	Ladrillo Macizo	5.7	NO	1.7	NO	26.7	NO
103	Ladrillo Macizo	9.4	SI	3.7	SI	25.3	NO
104	Ladrillo Macizo	7.8	NO	4	SI	20.3	SI
105	Ladrillo Macizo	8	NO	2.8	SI	20.5	SI
106	Ladrillo Macizo	9.1	SI	4.7	SI	16	SI
107	Ladrillo Macizo	7.5	NO	3.7	SI	23.8	SI
108	Ladrillo Macizo	10.3	SI	4.2	SI	22.4	SI
109	Ladrillo Macizo	11	SI	3.9	SI	17.2	SI
110	Ladrillo Macizo	4.6	NO	3.3	SI	24.1	SI
111	Ladrillo Macizo	12.6	SI	5.1	SI	16.6	SI
112	Ladrillo Macizo	6	NO	1.9	NO	26.5	NO
113	Ladrillo Macizo	6.9	NO	4.6	SI	17.9	SI
114	Ladrillo Macizo	12.5	SI	3.7	SI	24.9	SI
115	Ladrillo Macizo	11.5	SI	3.9	SI	18.5	SI
116	Ladrillo Macizo	10.1	SI	5.3	SI	20.2	SI
117	Ladrillo Macizo	8.8	SI	2.7	SI	17.6	SI
118	Ladrillo Macizo	10.5	SI	3.4	SI	22	SI
119	Ladrillo Macizo	11.3	SI	1.9	NO	21.1	SI
120	Ladrillo Macizo	6.5	NO	4.3	SI	19.8	SI
121	Ladrillo Macizo	8.8	SI	3.5	SI	15	SI
122	Ladrillo Macizo	4.4	NO	4.3	SI	19.2	SI
123	Ladrillo Macizo	4.1	NO	1.5	NO	20.6	SI
124	Ladrillo Macizo	5.1	NO	1.3	NO	17.9	SI
125	Ladrillo Macizo	5.1	NO	2.5	SI	25.3	NO
126	Ladrillo Macizo	2.6	NO	1.5	NO	22.4	SI
127	Ladrillo Macizo	7.8	NO	2.3	SI	20.8	SI
128	Ladrillo Macizo	6.9	NO	1.4	NO	24.7	SI
129	Ladrillo Macizo	8.6	SI	3.7	SI	22	SI
130	Ladrillo Macizo	10.3	SI	2.1	SI	19.7	SI
131	Ladrillo Macizo	8.8	SI	3.5	SI	15	SI
132	Ladrillo Macizo	9.1	SI	4.4	SI	20.6	SI
133	Ladrillo Macizo	10.7	SI	5.5	SI	19.7	SI
134	Ladrillo Macizo	11.3	SI	4.6	SI	19.6	SI
135	Ladrillo Macizo	8.7	SI	3.2	SI	21.6	SI
136	Ladrillo Macizo	8.8	SI	2.7	SI	20.8	SI
137	Ladrillo Macizo	8.8	SI	2.6	SI	21	SI

Fuente: (Abambari, 2011)

- **PROYECTO: “ANÁLISIS Y ELABORACIÓN DE UN LADRILLO MAMBRÓN QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN EL CANTÓN CHAMBO”.**

## CLASIFICACIÓN SUCS DE LAS MUESTRAS EN ESTUDIO

A continuación se presentan los datos que se necesitan para la clasificación SUCS, de las muestras de suelo.

- **CLASIFICACIÓN SUCS DE MUESTRA DE SUELO DE GUAYLLABAMBA**

En la siguiente tabla se resume los datos obtenidos de los ensayos.

**Tabla 5:** Datos para criterios de clasificación - Muestra de suelo Guayllabamba

MUESTRA DE SUELO	% GRAVA	%ARENA	% FINOS	LL	LP	Ip
Guayllabamba	0.00	70.00	30.00	37	31	6

**Fuente:** (Moreno & Polo, 2012)

Según el (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) ASTM D-2487, 2014), nos da los criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo (Ilustración 6).

El suelo de Guayllabamba se clasifica según el SUCS como una arena ya que más del 50%, de la muestra pasa la malla No. 4, es una Arena con finos ya que más del 12% pasa la malla No. 200.

**Ilustración 6:** Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) ASTM D 2487

Arenas El 50% o mas de la fracción gruesa pasa la malla No. 4	Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Arena bien graduada
		$Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal graduada
	Arenas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	$IP < 4$ o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
		$IP > 7$ o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
	Arenas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien graduada con limo
		Cumple los criterios para SW y SC	SW-SC	Arena bien graduada con arcilla
		Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM	Arena mal graduada con limo
		Cumple los criterios para SP y SC	SP-SC	Arena mal graduada con arcilla

**Fuente:** (Crespo Villalaz, 2004)

En la Ilustración 6, se puede apreciar que se necesita conocer, si el índice de plasticidad esta debajo o arriba de la línea “A”.

Para determinar si la muestra se encuentra sobre o debajo de la línea “A” en la carta de plasticidad, utilizamos la siguiente fórmula.

$$I_{pa} = 0.733(LL - 20)$$

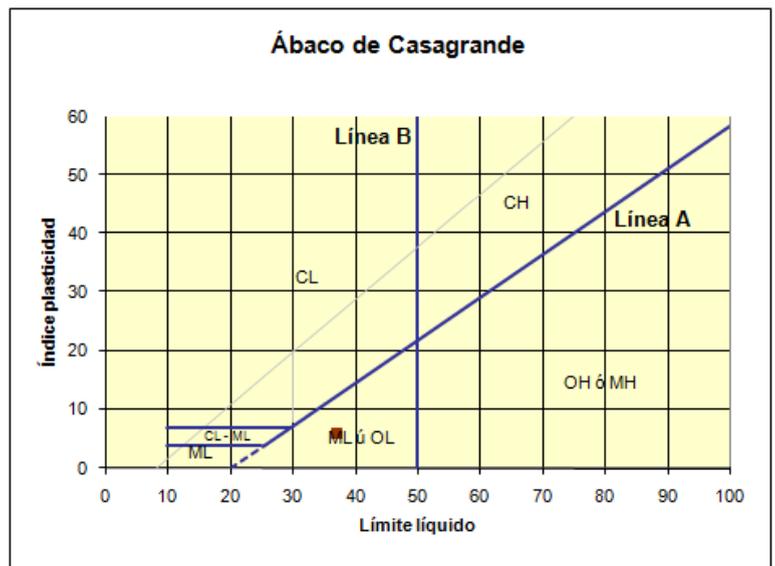
$$I_{pa} = 0.733(37 - 20)$$

$$I_{pa} = 12.603$$

Si el  $I_{pa} > I_p$ , la muestra de suelo en estudio, se encuentra por debajo de la línea “A”, de lo contrario por encima de la línea “A”; en nuestro caso tenemos:

Entonces, la muestra se encuentra por debajo de la línea “A” (Ilustración 7).

**Ilustración 7:** Ubicación de la muestra de Guayllabamba en el Ábaco de Casagrande



**Fuente:** (Moreno & Polo, 2012)

## Resultado

La tierra de Guayllabamba se clasificó como una arena limosa SM (Ilustración 6), contenido 0% grava, 70% de arena y 30% de finos. Su comportamiento mecánico hidráulico está definido por la parte fina del suelo que representa más del 12% del total de la muestra. Esta parte fina se ha clasificado como un limo de baja plasticidad ML (Ilustración 7), con Límite Líquido de 37% e Índice de plasticidad de 6%.

- **CLASIFICACIÓN SUCS DE MUESTRA DE SUELO DE LLUCUD**

En la siguiente tabla se resume los datos obtenidos de los ensayos.

**Tabla 6:** *Datos para criterios de clasificación - Muestra de suelo Llucud*

<b>MUESTRA DE SUELO</b>	<b>% GRAVA</b>	<b>%ARENA</b>	<b>% FINOS</b>	<b>LL</b>	<b>LP</b>	<b>Ip</b>
LLUCUD	0.00	74.00	26.00	30	25	5

**Fuente:** (Moreno & Polo, 2012)

Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) ASTM D 2487, nos da los criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo (Ilustración 6).

El suelo de Llucud se clasifica según el SUCS como una arena ya que más del 50%, de la muestra pasa la malla No. 4, es una Arena con finos ya que más del 12% pasa la malla No. 200.

En la Ilustración 6, se puede apreciar que se necesita conocer, si el índice de plasticidad esta debajo o arriba de la línea “A”.

Para determinar si la muestra se encuentra sobre o debajo de la línea “A” en la carta de plasticidad, utilizamos la siguiente fórmula.

$$I_{pa} = 0.733(LL - 20)$$

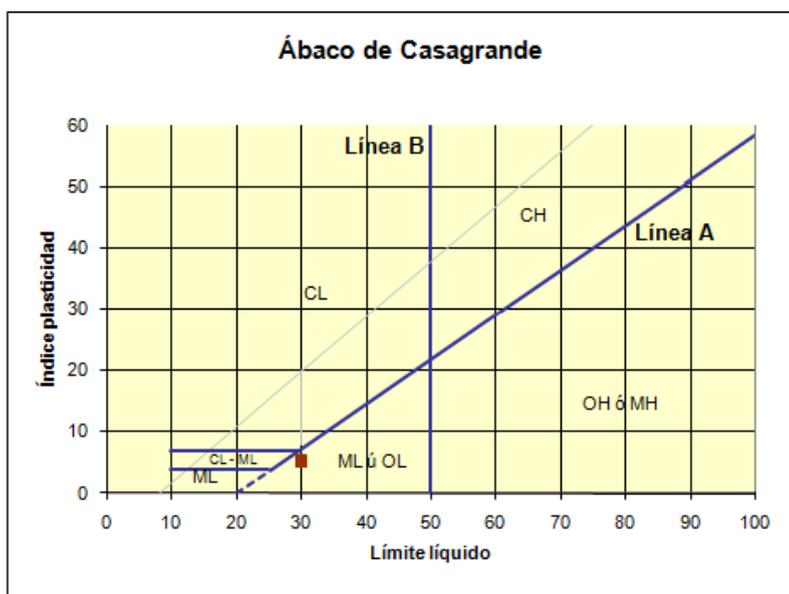
$$I_{pa} = 0.733(30 - 20)$$

$$I_{pa} = 7.23$$

Si el  $I_{pa} > I_p$ , la muestra de suelo en estudio, se encuentra por debajo de la línea “A”, de lo contrario por encima de la línea “A”; en nuestro caso tenemos:

Entonces, la muestra se encuentra por debajo de la línea “A” (Ilustración 8).

**Ilustración 8:** Ubicación de la muestra de Lluçud en el Ábaco de Casagrande



Fuente: (Moreno & Polo, 2012)

**Resultado**

La tierra de Lluçud se clasificó como una arena limosa SM (Ilustración 6), contenido 0% grava, 74% de arena y 26% de finos. Su comportamiento mecánico hidráulico está definido por la parte fina del suelo que representa más del 12% del total de la muestra. Esta parte fina se ha clasificado como un limo de baja plasticidad ML (Ilustración 8), con Límite Líquido de 30% e Índice de plasticidad de 5%.

• **CLASIFICACIÓN SUCS DE MUESTRA DE SUELO DE QUINTUS**

En la siguiente tabla se resume los datos obtenidos de los ensayos.

**Tabla 7:** Datos para criterios de clasificación - Muestra de suelo Quintus

MUESTRA DE SUELO	% GRAVA	%ARENA	% FINOS	LL	LP	Ip
Quintus	0.00	77.00	23.00	34	28	6

Fuente: (Moreno & Polo, 2012)

Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) ASTM D 2487, nos da los criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo (Ilustración 6). El suelo de Quintus se clasifica según el SUCS como una arena ya que más del 50%, de la

muestra pasa la malla No. 4, es una Arena con finos ya que más del 12% pasa la malla No. 200.

En la Ilustración 6, se puede apreciar que se necesita conocer, si el índice de plasticidad esta debajo o arriba de la línea “A”.

Para determinar si la muestra se encuentra sobre o debajo de la línea “A” en la carta de plasticidad, utilizamos la siguiente fórmula.

$$I_{pa} = 0.733(LL - 20)$$

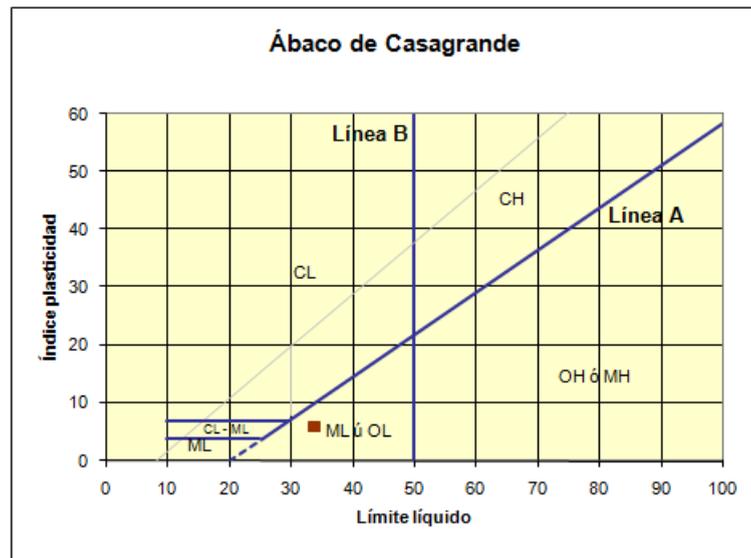
$$I_{pa} = 0.733(34 - 20)$$

$$I_{pa} = 10.214$$

Si el  $I_{pa} > I_p$ , la muestra de suelo en estudio, se encuentra por debajo de la línea “A”, de lo contrario por encima de la línea “A”; en nuestro caso tenemos:

Entonces, la muestra se encuentra por debajo de la línea “A” (Ilustración 9).

**Ilustración 9:** Ubicación de la muestra de Quintus en el Ábaco de Casagrande



Fuente: (Moreno & Polo, 2012)

## Resultado

La tierra de Quintus se clasificó como una arena limosa SM (Ilustración 6), contenido 0% grava, 77% de arena y 23% de finos. Su comportamiento mecánico hidráulico está definido por la parte fina del suelo que representa más del 12% del total de la muestra. Esta parte fina se ha clasificado como un limo de baja plasticidad ML (Ilustración 9), con Límite Líquido de 34% e Índice de plasticidad de 6%.

Después de haber realizado el estudio de cada uno de los proyectos de grado anteriormente nombrados se procederá a realizar una premuestra de los ladrillos y tejas elaborados en el cantón Chambo para verificar si los mismos cumplen o no con los datos establecidos en dichos proyectos.

## DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Para mejorar los ladrillos elaborados en el cantón Chambo se incrementará la cantidad de polvo de ladrillo, con el objetivo de obtener un producto que cumpla con las especificaciones de calidad necesarias.

**Tabla 8:** *Dosificación utilizada para el estudio.*

COMUNIDAD	DOSIFICACION DE LA MEZCLA			
	TIERRA (lb)	ASERRÍN (lb)	COLORADA (lb)	AGUA (lt)
GUAYLLABAMBA 1	323.38	4.88	3.38	40
GUAYLLABAMBA 2	320.13	4.88	6.63	38.13
GUAYLLABAMBA 3	316.75	4.88	10	58.13
LLUCUD 1	365.13	4.88	3.75	51.25
LLUCUD 2	361.38	4.88	7.50	56.25
LLUCUD 3	357.63	4.88	11.25	47.50
QUINTUS 1	339	4.88	3.50	38.75
QUINTUS 2	335.63	4.88	7	40
QUINTUS 3	332.13	4.88	10.50	38.75

**Fuente:** (Moreno & Polo, 2012)

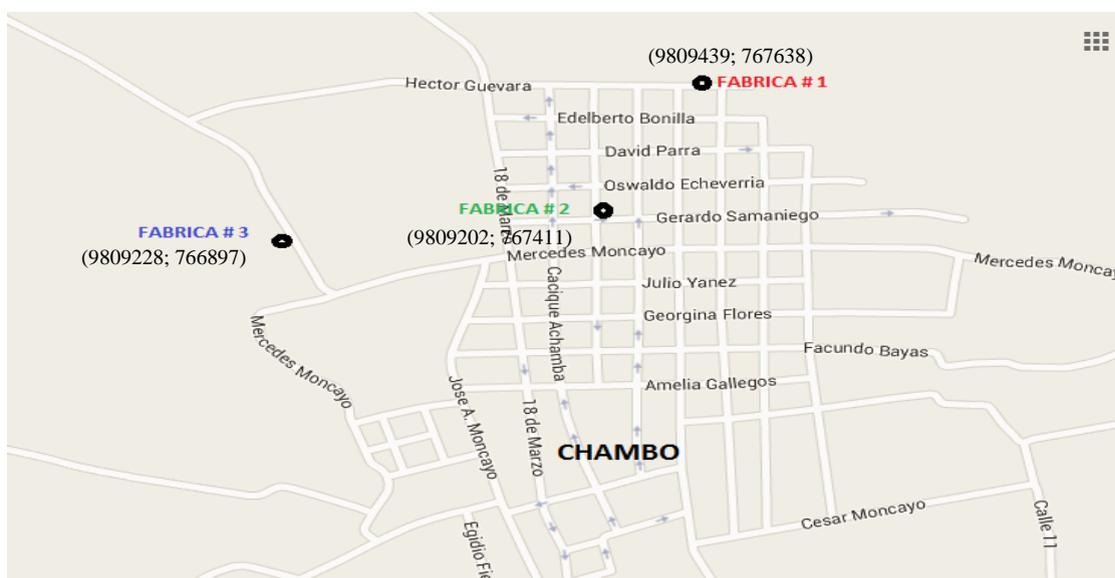
#### 4.3.2. VERIFICACIÓN DE INDICADORES

Para verificar los datos obtenidos de los proyectos de grado antes estudiados se procedió a realizar el muestreo en tres fábricas artesanales ladrillos escogidas indistintamente del cantón Chambo.

### LADRILLOS

#### 4.3.2.1. UBICACIÓN DE LAS FÁBRICAS A INTERVENIR

**Ilustración 10: Plano ubicación**



Fuente: (Google Maps, 2016)

**Tabla 9: Ubicación de las fábricas a analizar**

FÁBRICA	PROPIETARIO	CALLES	COORDENADAS
1	Margot Chugñay	Héctor Guevara	9809439; 767638
2	Miguel Cayambe	Gerardo Samaniego y Mercedes Moncayo	9809202; 767411
3	Carlos Flores	Mercedes Moncayo	9809228; 766897

Fuente: Gavilanes Cristian, Santellán Grace.

### **4.3.3. LADRILLO CERÁMICOS MUESTREO (NTE INEN 292)**

#### **OBJETO**

La (NTE INEN 292, 1978) tiene por objeto establecer los planes de muestreo doble para la recepción de ladrillos cerámicos empleados en la construcción.

#### **PROCEDIMIENTO**

*Obtención de las muestras.* La extracción de la muestra puede ser:

- Aleatoria, cuando cada elemento del lote tiene la misma probabilidad de ser representado en la muestra.
- Estratificada, cuando el lote puede ser dividido en cierto número de grupos o estratos, obteniéndose de cada uno de ellos una muestra separada.
- Sistemática, cuando los componentes del lote se presentan en una forma ordenada, simplificándose el muestreo al escoger sus unidades a intervalos regulares hasta completar la muestra especificada.

La extracción de las muestras se establecerá por convenio previo entre las dos partes, pudiendo efectuarse durante las operaciones de movimiento o descarga del horno.

*Identificación.* Cada unidad de muestreo deberá marcarse adecuadamente para su identificación, cuidando que las marcas no ocupen más del 5% de la superficie de la muestra.

*Tamaño de la muestra.* El número de unidades de muestreo de un lote, para la verificación de cada uno de los requisitos establecidos en la Norma INEN 297. Ladrillos cerámicos. Requisitos; deberá ser conforme a la tabla 1.

- **CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO D LOS LOTES DE INSPECCIÓN**

Cuando el número de unidades defectuosas de la muestra sea igual al número de aceptación  $Ac_1$  de la Tabla 10, el lote en cuestión será aceptado.

Cuando el número de unidades defectuosas de la muestra sea mayor o igual que el número de rechazo  $Re_1$  de la Tabla 10, el Lote será rechazado.

Cuando el número de unidades defectuosas de la muestra se halle entre el número de aceptación  $Ac_1$  y el número de rechazo  $Re_1$ , se tomará una segunda muestra del mismo tamaño que la inicial y se realizarán aquellas pruebas en las que, al ensayarse la primera muestra, se hayan presentado ladrillos defectuosos.

Las unidades defectuosas encontradas en la muestra inicial y en la segunda de reensayo deberán sumarse.

Si el número total de unidades defectuosas es igual o menor que el número de aceptación  $Ac_2$ , el lote en cuestión será aceptado.

Si el número total de unidades defectuosas es mayor o igual que el número de rechazo  $Re_2$ , se rechazará el lote.

**Tabla 10:** *Criterio de aceptación y rechazo de los lotes de inspección.*

Tamaño del lote	Unidades de muestreo	$Ac_1$	$Re_1$	$Ac_2$	$Re_2$
Hasta 1 200	3	0	2	1	2
De 1 201 hasta 35 000	5	0	2	1	2
Mayor de 35 000	8	0	3	3	4

**Fuente:** (NTE INEN 297, 1976)

## LEVANTAMIENTO DE MUESTRAS EN CAMPO

Identificación del lote de muestras de cada fábrica.

### Ilustración 11: Lote

*de ladrillos*



Fuente: Gavilanes Cristian, Santellán Grace.

### Tamaño de lote

La extracción de la muestra es aleatoria ya que cada elemento del lote tiene la misma probabilidad de ser representado en la muestra.

## ENSAYOS DE LABORATORIO

### IDENTIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN DE SECCIONES DE LAS MUESTRAS

Se realizó la identificación de cada muestra así como también la toma de sus medidas.

Tabla 11: *Sección de las muestras*

N° De Probeta	Codificación de la muestra	Tipo	Dimensiones (mm)		
			Ancho B (mm)	Largo L (mm)	Alto h (mm)
1	F1	C	105	275	90
2	F1	C	107	266	84
3	F1	C	104	274	83
4	F1	C	104	264	82
5	F1	C	108	277	84
1	F2	C	110	271	78
2	F2	C	105	274	78
3	F2	C	104	262	78
4	F2	C	103	269	80
5	F2	C	108	268	78
1	F3	C	104	261	84
2	F3	C	108	261	76
3	F3	C	108	274	86
4	F3	C	104	260	84
5	F3	C	102	260	78

Fuente: Gavilanes Cristian, Santellán Grace.

## **Ilustración 12: Toma**

*de secciones*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace.

## **REGISTRO DE DATOS**

Todos los datos obtenidos de las aplicaciones de carga a cada una de las muestras se las iba registrando de manera ordenada el avance de este ensayo.

### **I. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTE INEN 294)**

Apoyados en la (NTE INEN 294, 1978): El procedimiento descrito se basa en la aplicación de una carga progresiva de compresión a una muestra de ladrillo, hasta determinar su resistencia máxima admisible.

## **PROCEDIMIENTO**

Las muestras se ensayan centrándolas con respecto a la rótula y de manera que la carga se aplique en la dirección de su menor dimensión.

Aproximadamente hasta la mitad de la carga máxima probable, se aplica ésta a cualquier velocidad. La carga restante se aplica gradualmente, en un tiempo no inferior a un minuto ni superior a dos.

### **Ilustración 13:** *Maquina de compresión de 3000 Kn*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace.

## **CÁLCULOS**

La resistencia a la compresión se calcula por la ecuación siguiente:

$$C = \frac{P}{A}$$

Siendo:

C= la resistencia a la compresión, en Megapascuales.

P = La carga de rotura, en Newtones.

A= Área de la sección en milímetros cuadrados.

La superficie A se calcula por la ecuación siguiente:

$$A = a \times l$$

Siendo:

a = ancho de la muestra, en milímetros.

l = largo de la muestra, en milímetros.

El promedio de los valores obtenidos en cinco muestras representa la resistencia a la compresión del lote de ladrillos sometidos a ensayo.

## **II. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (NTE INEN 295)**

El procedimiento descrito en esta norma se basa en la aplicación de una carga progresiva de flexión a una muestra de ladrillos, hasta determinar su resistencia máxima admisible.

## **PROCEDIMIENTO**

Colocar el ladrillo de muestra con su cara mayor sobre los apoyos, asegurando una separación de 15cm entre éstos. Hacer descender la pieza superior hasta obtener un contacto directo con la superficie en el centro de la luz. Las tres líneas de contacto se mantendrán paralelas. Aplicar la carga hasta la rotura de la muestra.

La velocidad de aplicación de la carga será tal que el cabezal de la máquina no avance más de 1,5 mm por minuto.

## **CÁLCULO**

El módulo de rotura se calcula con la ecuación siguiente:

$$R = \frac{300Gl}{2bd^2}$$

Siendo:

R= módulo de rotura, en Megapascales.

G= carga de rotura, en Newtones.

l= distancia entre apoyos en milímetros.

B= ancho de cara a cara de la muestra, en milímetros.

D= promedio del espesor de cara a cara de la muestra en milímetros.

## **III. DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE HUMEDAD (NTE INEN 296)**

El procedimiento descrito en esta norma se basa en la determinación de las masas de una muestra de ladrillo antes y después de ser sumergida en agua, estableciéndose la diferencia entre las dos masas como base para conocer el valor de la absorción de la humedad.

## **PROCEDIMIENTO**

Una vez preparadas las muestras y anotada su masa constante, sumergirlas en agua destilada, a una temperatura de 15 a 30° C durante 24 horas. Al sacar las muestras del agua, secarlas con una toalla húmeda antes de pesarlas. La pesada de cada muestra debe concluirse antes de cinco minutos de sacada del agua.

## CÁLCULOS

La absorción de cada muestra expresada en % se calcula por la ecuación siguiente:

$$\text{Absorcion}\% = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100$$

Siendo:

P1 = masa de la muestra desecada.

P2 = masa de la muestra después de 24 horas sumergida.

## TEJAS

### I. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (NTE INEN 988, 1984)

El procedimiento descrito en esta norma se basa en la aplicación de una carga vertical progresiva sobre una teja colocada horizontalmente sobre soportes separados hasta llegar a la rotura de la teja.

## PROCEDIMIENTO

Colocar la muestra de ensayo, con el lomo hacia arriba, centrada sobre cuatro puntos de apoyo, dos en cada extremo o boca.

Colocar los dos soportes de cada extremo exactamente a 15 cm de la línea transversal del centro de la teja, dejando, por lo tanto, un espacio libre de 30 cm entre los apoyos.

Aplicarla carga sobre la superficie preparada a la velocidad de 40 a 50 kg/min.

## CÁLCULO

La resistencia a la flexión de cada muestra está dada por la carga de rotura que indique la máquina.

Se tomará como resultado la media aritmética de los valores obtenidos en las cinco muestras ensayadas, consignándose también los dos valores extremos.

## **II. DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE AGUA (NTE INEN 989)**

El procedimiento descrito en esta norma se basa en la determinación de las masas de una muestra de tejas antes y después de sumergirse en agua, estableciéndose la diferencia entre las dos masas como base para conocer el valor de la absorción de agua.

### **PROCEDIMIENTO**

Una vez preparadas las muestras y anotada su masa constante, sumergirlas en agua destilada o de lluvia, cuya temperatura se llevará hasta la ebullición, la cual se mantendrá durante una hora. Dejar enfriar el agua a la temperatura ambiental.

Sacar las muestras del agua y dejar escurrir ésta durante un tiempo no mayor a un minuto. Volver a pesar las muestras húmedas anotando el valor de su masa.

### **CÁLCULO**

La absorción de cada muestra, expresada en porcentaje, se calcula por la ecuación siguiente:

$$Absorcion\% = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100$$

El promedio de los valores de absorción obtenido en las cinco tejas o en sus fragmentos representativos, indica el porcentaje de absorción de agua del lote de tejas inspeccionado.

#### **4.3.4. TIPOS DE ENCUESTAS APLICARSE**

Para la investigación se utilizó el método de encuesta debido a que es una técnica que consiste en recoger información mediante un proceso directo de comunicación entre entrevistador y entrevistado.

Con el fin de conocer el proceso de fabricación de los ladrillos y tejas se ha considerado necesario establecer una investigación de campo la misma que guiará y ayudará a saber

todos los problemas existentes, para lo cual se ha utilizado los métodos de entrevista y encuesta.

La encuesta será personal tanto con el propietario como con los trabajadores para poder establecer una conexión más cercana y que la información brindada se acerque a la realidad.

#### 4.3.4.1. Objetivos de la encuesta

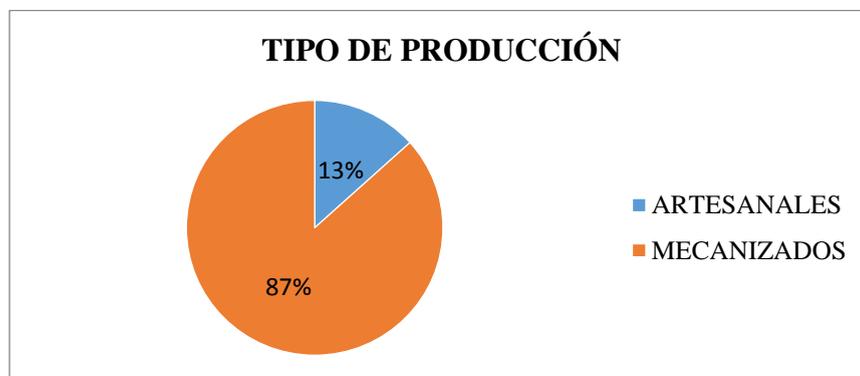
- Determinar cuáles son las principales fuentes de extracción de materia prima.
- Clasificar los talleres en: Artesanales o Mecanizado.
- Conocer la variedad de dimensiones de ladrillos y tejas
- Conocer los tiempos de elaboración y precios de comercialización.
- Conocer si los artesanos utilizan algún tipo de protección en el proceso de fabricación del ladrillo y la teja.

#### 4.3.4.2. Tabulación y Análisis de las encuestas

Se tabularon todas las preguntas realizadas en la encuesta, efectuada a 15 fábricas al azar, de tal forma que esto permitió realizar un análisis de cada una de las mismas para poder establecer los aspectos más relevantes en el proceso de fabricación de los ladrillos y tejas.

#### 1) Los equipos utilizados en la producción son artesanales o mecanizada.

**Ilustración 14:** Producción



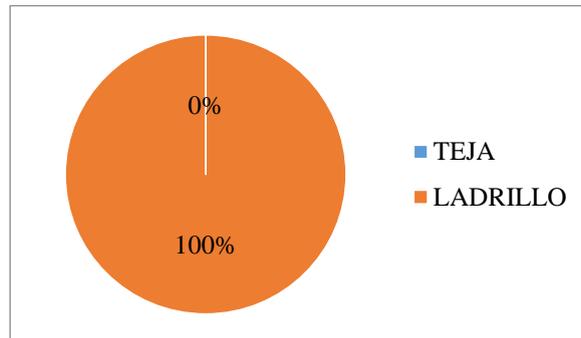
Fuente: Encuestas

Elaborado por: Gavilanes Cristian, Santellán Grace

**Análisis:** De acuerdo al gráfico de distribución porcentual podemos observar que existe un 13% de talleres en los cuales se utilizan equipos artesanales y un 87% de talleres han optado por adquirir equipos mecanizados los mismos que usan para realizar la mezcla del material.

2) **Qué tipo de cerámica produce.**

**Ilustración 15:** *Tipo de cerámica*



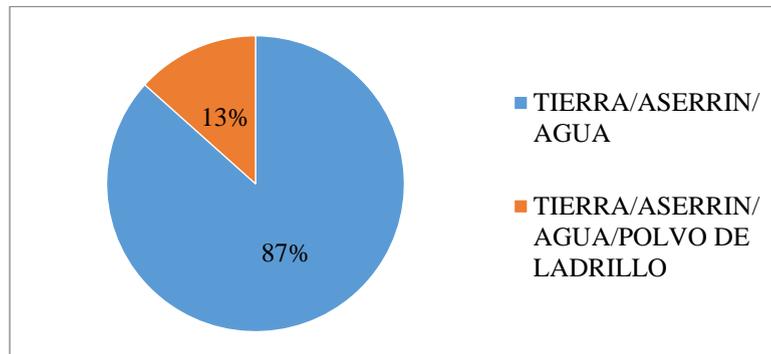
**Fuente:** Encuestas

**Elaborado por:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

**Análisis:** Como podemos observar en la actualidad en el cantón Chambo se produce solamente ladrillo, se dejó de producir teja debido a la baja demanda por su mala calidad.

3) **Cuáles son los materiales empleados para la elaboración del ladrillo.**

**Ilustración 16:** *Materia prima*



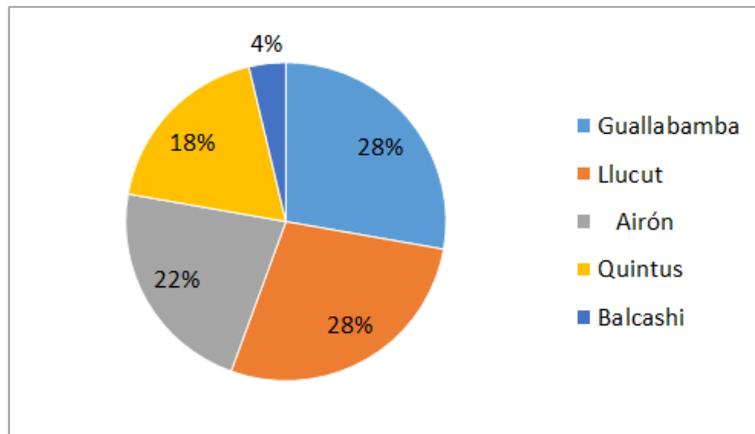
**Fuente:** Encuestas

**Elaborado por:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

**Análisis:** Como se puede observar de acuerdo al gráfico de distribución porcentual un 87% de los materiales utilizados en el proceso de fabricación de ladrillos es tierra, aserrín y agua. Y en otras fábricas un 13% se componen de tierra, aserrín, agua y polvo de ladrillo.

4) **De dónde se obtiene la materia prima para la elaboración del ladrillo.**

**Ilustración 17:** Lugar donde se obtiene la materia prima



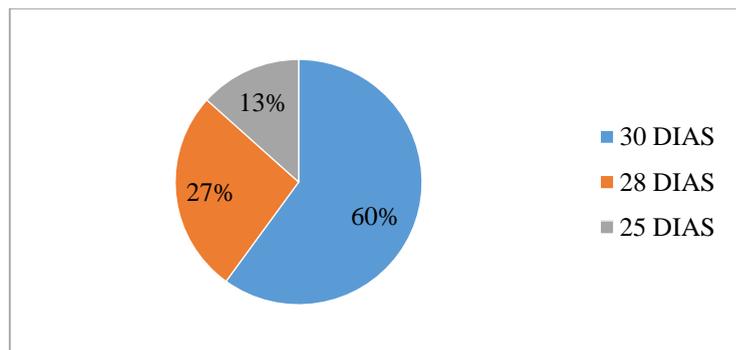
**Fuente:** Encuestas

**Elaborado por:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

**Análisis:** De acuerdo al gráfico de distribución porcentual podemos indicar que un 28% provienen de las comunidades Llucut y Guayllabamba, un 22% de la materia prima viene de la comunidad de Airón, el 18% de la materia prima proviene de la comunidad de Quintus y un 4% de la comunidad de Balcashi.

5) **Tiempo de elaboración.**

**Ilustración 18:** Tiempo de Elaboración



**Fuente:** Encuestas

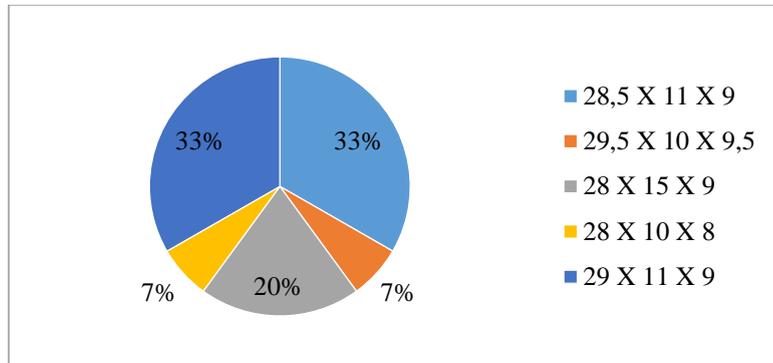
**Elaborado por:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

**Análisis:** De acuerdo al gráfico de distribución porcentual podemos observar que en un 60% el tiempo en el cual se produce un ladrillo es de 30 días, un 27% de fábricas en el cantón Chambo los produce en 28 días así como un 25% lo llega a producir en 25 días.

Esto depende del clima, este factor es importante ya que en verano los productos se secan más rápido que en invierno.

6) **Cuáles son las dimensiones de ladrillos que producen.**

**Ilustración 19:** Dimensiones de Ladrillos



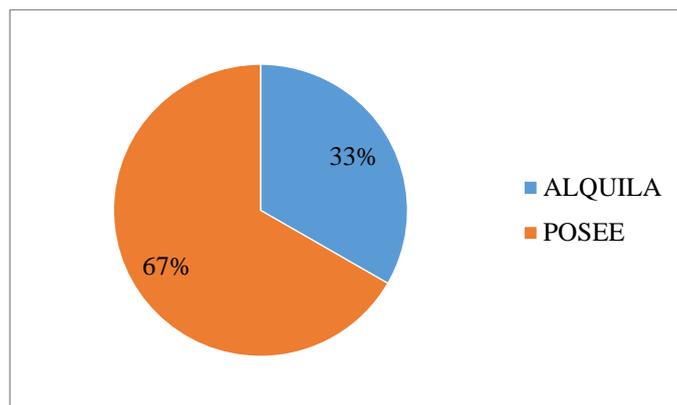
**Fuente:** Encuestas

**Elaborado por:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

**Análisis:** En el cuadro grafico de distribución porcentual podemos observar que en un 33% se producen ladrillos de las siguientes dimensiones 28\*11\*9 cm. y de 29\*11\*9 cm., en un 20% se produce ladrillos de 28\*15\*9 cm. y en un 7% ladrillos de 29,5\*10\*9,5 cm. y de 28\*10\*8 cm.

7) **Posee horno propio o alquila para la quema de ladrillos.**

**Ilustración 20:** Hornos



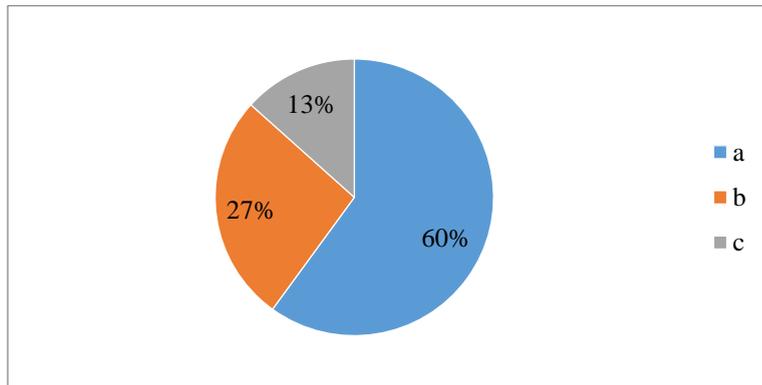
**Fuente:** Encuestas

**Elaborado por:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

**Análisis:** Como podemos observar en el grafico porcentual un 67% de artesanos poseen hornos y a su vez en un 33% alquilan los hornos.

8) **Cuál es el precio de comercialización del ladrillo.**

**Ilustración 21:** *Precio de comercialización*



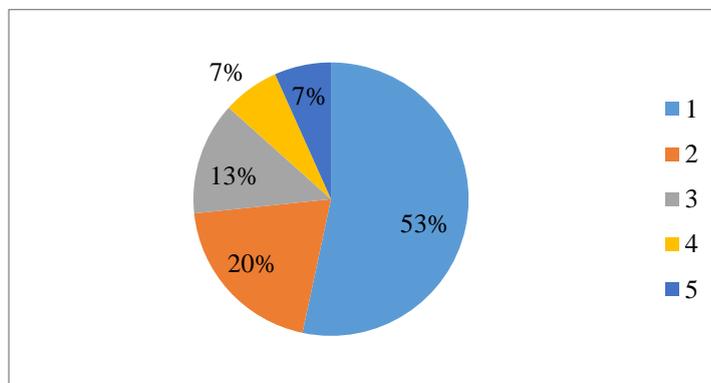
**Fuente:** Encuestas

**Elaborado por:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

**Análisis:** Como se puede observar en el gráfico de distribución porcentual un 60% de ladrillos se comercializan a \$75 el mil en el horno, un 27% se comercializa a \$80 el mil en el horno y un 13% el mil a \$70 en el horno.

9) **Qué capacidad tiene el horno.**

**Ilustración 22:** *Capacidad del horno*



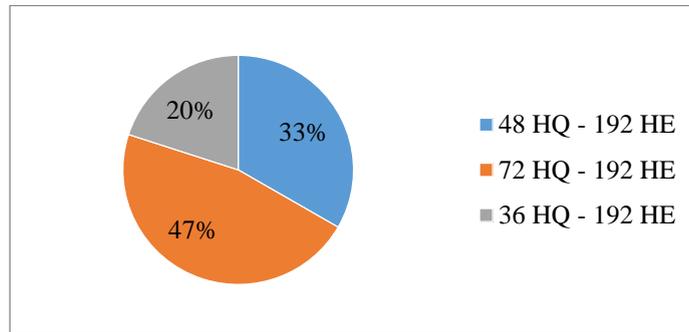
**Fuente:** Encuestas

**Elaborado por:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

**Análisis:** El grafico porcentual nos indica que en un 53% de los hornos tiene una capacidad de 20000 ladrillos, en un 20% su capacidad es de 18000 ladrillos, también existen hornos con una capacidad de 19000 en un 13%, y en un 7% hay fábricas que tienen sus hornos con una capacidad de 15000 y 23000 ladrillos simultáneamente.

10) **En qué tiempo se realiza la quema del ladrillo.**

**Ilustración 23:** *Tiempo de quema*



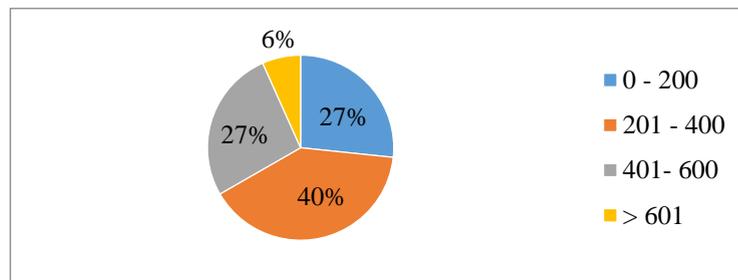
**Fuente:** Encuestas

**Elaborado por:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

**Análisis:** Podemos observar en el gráfico de distribución porcentual que en un 47% el tiempo en que se queman los ladrillos es de 72 horas de quema y 192 horas de enfriamiento, el 33% queman los ladrillos en 48 horas y los enfrían en 192 horas, y un 20% de fábricas queman sus ladrillos 36 horas y los enfrían en 192 horas (8 días).

11) **Cuántos ladrillos se dañan durante el proceso de fabricación.**

**Ilustración 24:** *Ladrillos dañados durante el proceso*



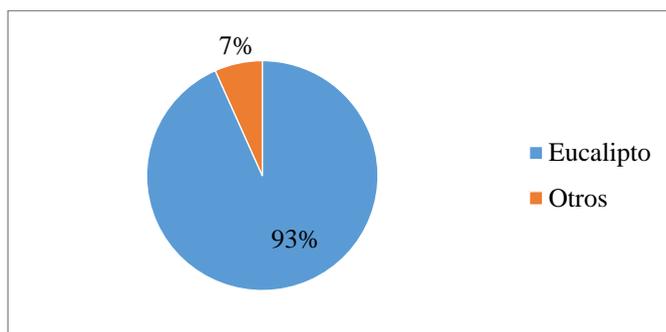
**Fuente:** Encuestas

**Elaborado por:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

**Análisis:** De acuerdo al gráfico de distribución porcentual podemos observar que el 40% de la producción en el tiempo de quema se dañan en un rango de 201 a 400 unidades de ladrillos, un 27% en un rango de 0 a 200 unidades, y un 27% en un rango de 401 a 600 unidades y un 6% en un rango > 601 unidades de ladrillos.

## 12) QUE TIPO DE MATERIAL UTILIZA PARA LA QUEMA

**Ilustración 25:** *Material para la quema*



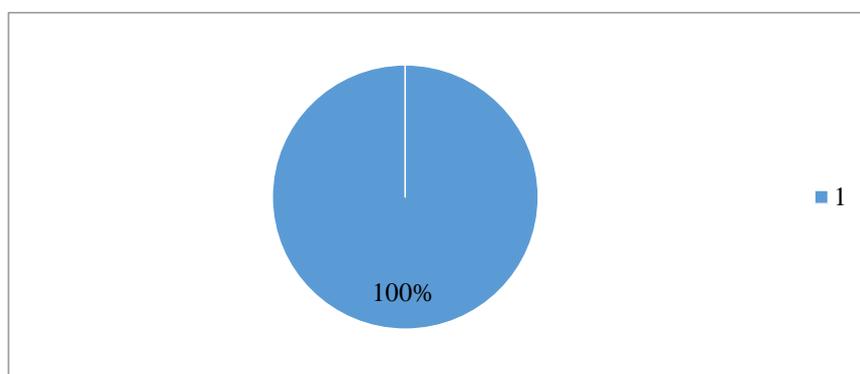
**Fuente:** Encuestas

**Elaborado por:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

**Análisis:** En el gráfico porcentual podemos observar que en un 93% se usa como material de quema el Eucalipto y en un 7% se utilizan otros tipos de madera para la quema dentro del proceso de fabricación de los ladrillos.

## 13) UTILIZA ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS

**Ilustración 26:** *Elementos de protección personal*



**Fuente:** Encuestas

**Elaborado por:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

**Análisis:** Como podemos observar en el gráfico en 100% de artesanos encuestados no utilizan ninguna clase de elementos de protección personal.

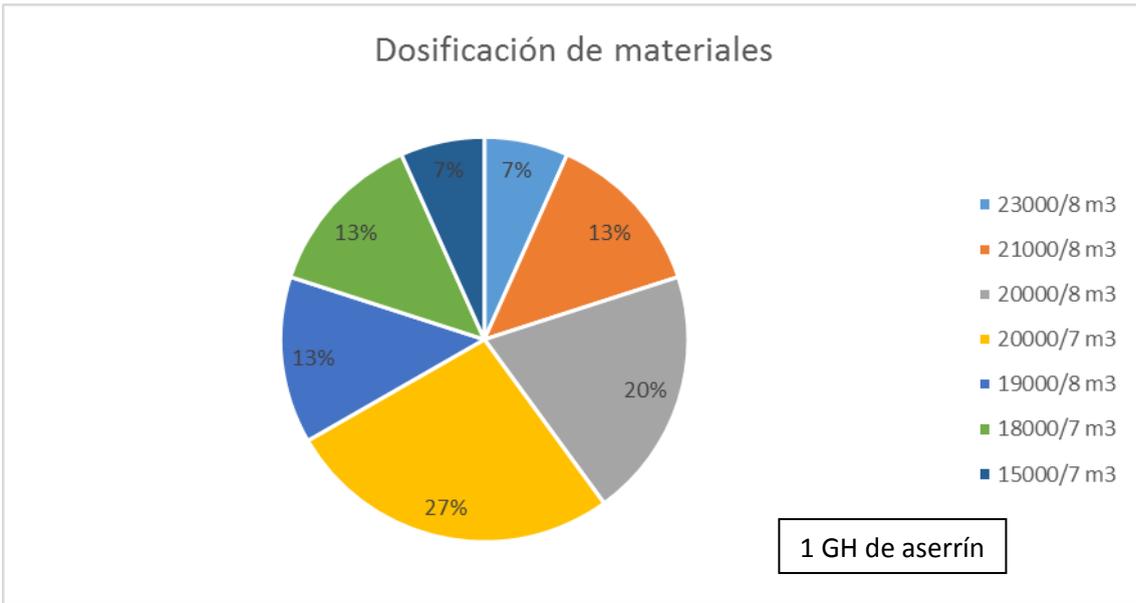
**14) QUÉ DOSIFICACIÓN DE MATERIALES UTILIZA PARA UN LOTE DE LADRILLOS.**

**Tabla 12:** *Dosificación de materiales*

<b>DOSIFICACION DE MATERIALES</b>				
<b>Cantidad de ladrillos (u)</b>	<b>Volquetas Tierra (m3)</b>	<b>Aserrín 1 GH</b>	<b>Tierra (lb)</b>	<b>Aserrín(lb)</b>
20000	8	1	3200	124
18000	7	1	3110	124
20000	7	1	2800	124
20000	8	1	3200	124
19000	8	1	2950	124
15000	7	1	3730	124
20000	7	1	2950	124
21000	8	1	3730	124
20000	7	1	2800	124
20000	7	1	3050	124
21000	8	1	3730	124
23000	8	1	2800	124
18000	7	1	3110	124
19000	8	1	2950	124
20000	8	1	3200	124

**Fuente:** Encuestas

**Elaborado por:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace



**Fuente:** Encuestas

**Elaborado por:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace



**Fuente:** Encuestas

**Elaborado por:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

#### **4.3.5. PROCESO DE FABRICACIÓN ARTESANAL CUMPLIENDO LA NORMATIVA INEN PARA LADRILLOS.**

Para poder verificar el proceso de construcción artesanal de los ladrillos del cantón Chambo, se procedió a la elaboración de los mismos con la ayuda de los artesanos, empleando la dosificación recomendada del proyecto de grado **“Análisis y Elaboración**

de un ladrillo mambrón que cumpla con las especificaciones técnicas en el cantón Chambo” (Autoras: Ma. José Moreno y Cristina Polo), y los requerimientos de la norma INEN 293-297, en las cuales determinan cada uno de los requisitos que estos deben cumplir en dimensión y a su vez deben cumplir las pruebas de laboratorio como son resistencia a compresión, flexión y absorción de humedad.

Por lo que se detalla a continuación el proceso de fabricación con cada uno de los requerimientos nombrados anteriormente. Y a su vez las dosificaciones: actual y la dosificación corregida para una cantidad de 100 ladrillos.

**Tabla 13:** *Dosificación Actual para 100 ladrillos dimensión (29\*11\*9)*

<b>DOSIFICACIÓN</b>		
<b>TIERRA(lbs)</b>	<b>ASERRIN(lbs)</b>	<b>AGUA(lts)</b>
315	12,4	39,60

**Fuente:** Encuestas

**Elaborado por:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

**Tabla 14:** *Dosificación 100 ladrillos dimensión (29\*11\*9)*

<b>DOSIFICACION</b>			
<b>TIERRA(lbs)</b>	<b>ASERRIN(lbs)</b>	<b>POLV. LAD. (lbs)</b>	<b>AGUA(lts)</b>
320,13	4,88	6,63	38,13

**Fuente:** (Moreno & Polo, 2012)

**Tabla 15:** *Dosificación para 100 ladrillos dimensión (29\*14\*9)*

<b>DOSIFICACION</b>			
<b>TIERRA(lbs)</b>	<b>ASERRIN(lbs)</b>	<b>POLV. LAD. (lbs)</b>	<b>AGUA(lts)</b>
406,57	6,20	8,42	47,66

**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

- **MEZCLA Y BATIDO DE LOS MATERIALES**

La tierra negra deben ser reducida a pequeñas partículas y además se procede al retiro de pequeñas piedras o cualquier material extraño para dejar volteado la misma con el aserrín y agua para la jornada del día siguiente.

### **Ilustración 27: Amasado del material**



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

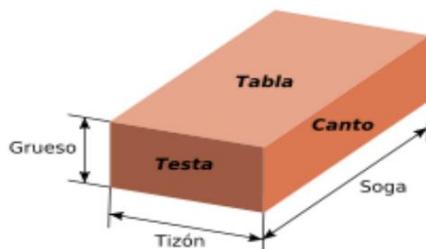
Una vez dejado el material volteado el día anterior los mismos son mezclados con cantidades suficientes de agua para facilitar el batido, este se lo realiza con una batidora como se puede apreciar en la (Ilustración 28).

### **Ilustración 28: Máquina mezcladora**



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

Se procede a verificar las medidas del ladrillo según la (NTE INEN 293, 1978) donde determina las siguientes medidas:



Soga= 29 cm

Tizón= 14 cm

Grueso= 9 cm

**Ilustración 29:** *Dimensiones del ladrillo*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

- **MOLDEO DEL LADRILLO**

Una vez que los materiales han sido batidos con la humedad correcta, se prepara el piso adicionando pequeñas cantidades de aserrín para que absorba los excedentes de agua, el uso del aserrín varía independientemente de un sector a otro.

**Ilustración 30:** *Vertido de la mezcla en el molde*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

La mezcla se la lleva en carretillas donde va a ser vertido el material en los moldes de madera sobre el piso y por llenado se van conformando los ladrillos. En forma inmediata se procede a retirar el molde y repetir el proceso.

### **Ilustración 31:** *Compactación de la mezcla*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

### **Ilustración 32:** *Retiro del molde*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

- **SECADO DE LADRILLO**

Esta fase tiene por objeto disminuir el contenido de humedad del material moldeado para evitar que se rompan al momento de la quema. El tiempo requerido para esta fase es muy variado, en algunos casos pueden permanecer hasta tres meses en el secadero cuando las condiciones ambientales no son favorables (en tiempo de invierno), o caso contrario de diez a quince días en clima propicio, dependiendo también de las características del secadero.

**Ilustración 33: Secado del ladrillo**



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

- **PROCESO DE QUEMA DEL LADRILLO ARTESANAL**

El ladrillo crudo es sometido a la quema correspondiente una vez transcurrido el tiempo necesario para que haya perdido su alto contenido de humedad. El proceso se inicia con el acarreo y acomodado del ladrillo al interior del horno (Ilustración 34).

**Ilustración 34: Colocado del ladrillo en el horno**



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

El artesano emplea el mismo ladrillo crudo para tapar el borde superior del horno y lo sellarlo con barro para así aprovechar al máximo la carga y optimizar el calor, pudiendo obtener una quema de entre 18000 y 20000 ladrillos.

Para la quema de los ladrillos el artesano requiere un tiempo que oscila entre 36 y 72 horas dependiendo de las condiciones climáticas y las características del combustible que utilizan. El consumo de leña empleado en la quema de ladrillos se estima que es de 1 camión GH.

**Ilustración 35:** *Combustible de quema (leña)*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

Se puede observar que el artesano realiza cargas de leña para poder obtener una quema homogénea y así el flujo de calor no varía cuando la temperatura de quema ha sido alcanzada, dependiendo de la capacidad del horno. Una vez culminada la quema se procede a sellar la boca de alimentación del combustible y el cenicero, utilizando ladrillo crudo y barro.

- **ENFRIAMIENTO Y DESCARGA DEL HORNO**

El enfriamiento del material puede durar hasta 10 días, luego de los cuales se procede a descargar el horno directamente al medio de transporte para evitar que se duplique los esfuerzos de carga y descarga, o puede permanecer cargado hasta la venta final.

**Ilustración 36:** *Descarga del producto*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

## CAPITULO V

### 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. RESULTADOS DE LA RECOPIACIÓN DE DATOS

Al analizar los datos obtenidos de los proyectos de investigación:

“**Base de datos para el control de calidad de los materiales de construcción de la provincia de Chimborazo**” podemos mencionar que los ladrillos y las tejas producidas en el cantón Chambo no cumplen con los requisitos exigidos por las normas INEN.

Así también con el proyecto de investigación “**Análisis y Elaboración de un ladrillo mambrón que cumpla con las especificaciones técnicas en el cantón Chambo**” se pudo determinar que, el material utilizado para la fabricación de ladrillos y tejas es una arena limosa (sm) la misma que tiene un comportamiento mecánico – hidráulico que está definida por la parte fina del suelo que se ha clasificado como un limo de baja plasticidad.

En este mismo proyecto obtuvimos la dosificación necesaria para la elaboración de un ladrillo que cumpla con las especificaciones de calidad necesarias que establecen las normas INEN. La siguiente dosificación es para 100 ladrillos cuya materia prima es de Guayllabamba.

**Tabla 16:** *Dosificación utilizada para el estudio*

<b>DOSIFICACION</b>			
<b>TIERRA(lbs)</b>	<b>ASERRIN(lbs)</b>	<b>POLV. LAD. (lbs)</b>	<b>AGUA(lts)</b>
320,13	4,88	6,63	38,13

**Fuente:** (Moreno & Polo, 2012)

## 5.2. RESULTADOS DE LA VERIFICACIÓN DE INDICADORES

### 5.2.1. RESULTADOS DE LAS FABRICAS (LADRILLO Y TEJA)

- LADRILLOS

#### 5.2.1.1. RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS

Una vez realizado el ensayo de resistencia a la compresión de las 3 fábricas analizadas obtuvimos los siguientes resultados que se detallan a continuación:

**Tabla 17:** *Determinación de resistencia a la compresión*

INFORME GENERAL RESUMEN										
INFORME DE ENSAYOS				PROYECTO						
COMPRESIÓN DE LADRILLOS				CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES ELABORADOS EN EL CANTON CHAMBO - PROVINCIA DE CHIMBORAZO						
REALIZADO SOBRE										
FABRICAS ARTESANALES DE CHAMBO										
RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LADRILLOS										
N° De Probeta	Codificación de la muestra	Resistencia Mínima (Mpa)	Tipo	Dimensiones (mm)			Carga de Rotura (N)	Resistencia a la Compresión (Mpa)	Promedio Resist. a Compresión	Cumple Requisitos Norma INEN 294
				Ancho B (mm)	Largo L (mm)	Alto h (mm)				
1	F1	8	C	105	275	90	79697	2,76	2,24	NO
2	F1		C	107	266	84	50218	1,76		
3	F1		C	104	274	83	76192	2,67		
4	F1		C	104	264	82	55973	2,04		
5	F1		C	108	277	84	58645	1,96		
1	F2	8	C	110	271	78	50467	1,69	3,72	NO
2	F2		C	105	274	78	179171	6,23		
3	F2		C	104	262	78	190084	6,98		
4	F2		C	103	269	80	51515	1,86		
5	F2		C	108	268	78	52616	1,82		
1	F3	8	C	104	261	84	103826	3,83	2,01	NO
2	F3		C	108	261	76	43032	1,53		
3	F3		C	108	274	86	48887	1,65		
4	F3		C	104	260	84	41705	1,54		
5	F3		C	102	260	78	39669	1,50		

**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

Como se puede observar el total de las probetas ensayadas de cada una de las fábricas investigadas, no cumplen con la resistencia mínima a compresión (8 Mpa.) establecida en la (NTE INEN 294, 1978).

### 5.2.1.2.RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LADRILLOS

Una vez realizado el ensayo de resistencia a la compresión de las 3 fábricas analizadas obtuvimos los siguientes resultados que se detallaran a continuación:

**Tabla 18:** *Determinación de resistencia a la flexión*

INFORME GENERAL RESUMEN										
INFORME DE ENSAYOS					PROYECTO					
FLEXIÓN DE LADRILLOS					CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES ELABORADOS EN EL CANTON CHAMBO - PROVINCIA DE CHIMBORAZO					
REALIZADO SOBRE										
FABRICAS ARTESANALES DE CHAMBO										
RESULTADOS DE ENSAYO DE FLEXIÓN DE LADRILLOS										
N° De Probeta	Codificación de la muestra	f'c Requerido (Mpa)	Tipo	Dimensiones (mm)			Carga Máxima KN	Resistencia a la Flexión (Mpa)	Promedio Resist. a Flexión	Cumple Requisitos Norma INEN 295
				Largo l (mm)	Ancho B (mm)	Espesor d (mm)				
1	F1	2	C	272	107	82	9,569	0,30	0,35	NO
2	F1		C	265	107	81	9,836	0,32		
3	F1		C	265	107	85	11,974	0,35		
4	F1		C	269	108	90	12,063	0,31		
5	F1		C	275	109	86	16,955	0,47		
1	F2	2	C	265	109	82	16,135	0,50	0,29	NO
2	F2		C	260	103	81	7,82	0,26		
3	F2		C	260	108	83	2,334	0,07		
4	F2		C	265	104	83	8,348	0,26		
5	F2		C	260	102	86	12,733	0,38		
1	F3	2	C	265	105	86	6,142	0,18	0,22	NO
2	F3		C	255	106	85	6,185	0,18		
3	F3		C	267	105	90	6,254	0,17		
4	F3		C	268	108	85	10,344	0,30		
5	F3		C	266	107	85	8,446	0,25		

**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

Como se pueden observar el total de las probetas ensayadas de cada una de las fábricas investigadas no cumplen con la resistencia mínima a flexión (2Mpa.) establecida en la (NTE INEN 295, 1978).

### 5.2.1.3.RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE LADRILLOS

Una vez realizado el ensayo de Determinación de Absorción de Humedad de cada una de las fábricas analizadas obtuvimos los siguientes resultados que se identifican a continuación:

**Tabla 19:** *Determinación de absorción de humedad*

INFORME GENERAL RESUMEN								
INFORME DE ENSAYOS				PROYECTO				
ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE LADRILLOS				CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES ELABORADOS EN EL CANTON CHAMBO - PROVINCIA DE CHIMBORAZO				
REALIZADO SOBRE								
FABRICAS ARTESANALES DE CHAMBO								
RESULTADOS DE ENSAYO DE ABSORCION DE LADRILLOS								
N° De Probeta	Codificación de la muestra	Absorción Máxima de	Tipo de Ladrillo	Masas (g)		Absorción de Humedad	Promedio % Absorción	Cumple Requisitos Norma
				Muestra Seca	M. Saturada			
1	F1	25%	C	3313	3974,9	19,98%	19,02%	SI
2	F1		C	3430	4035	17,64%		
3	F1		C	3277	3963,5	20,95%		
4	F1		C	3225	3873	20,09%		
5	F1		C	3573	4160	16,43%		
1	F2	25%	C	3149	3715,8	18,00%	19,53%	SI
2	F2		C	2649	3124	17,93%		
3	F2		C	3194	3768,9	18,00%		
4	F2		C	3279	3836,43	17,00%		
5	F2		C	3069	3889,7	26,74%		
1	F3	25%	C	3061	3612	18,00%	17,72%	SI
2	F3		C	3367	3926,7	16,62%		
3	F3		C	3220	3831	18,98%		
4	F3		C	3078	3693	19,98%		
5	F3		C	3170	3645,5	15,00%		

Fuente: Gavilanes Cristian, Santellán Grace

Como se pueden observar el total de las probetas ensayadas de cada una de las fábricas investigadas cumplen con la absorción de humedad inferior al máximo establecido en la (NTE INEN 296, 1978).

- **TEJAS**

### 5.2.2. RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TEJAS

Una vez realizado el ensayo de Determinación de resistencia a la flexión de tejas de la fábrica del Sr. Teófilo Ortiz analizada obtuvimos los siguientes resultados que se identifican a continuación:

**Tabla 20:** *Determinación de la resistencia a flexión*

INFORME GENERAL RESUMEN						
INFORME DE ENSAYOS				PROYECTO		
FLEXIÓN DE TEJAS				CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES ELABORADOS EN EL CANTON CHAMBO - PROVINCIA DE		
REALIZADO SOBRE						
FABRICAS ARTESANALES DE CHAMBO						
RESULTADOS DE ENSAYO DE FLEXIÓN DE TEJAS						
N° De Probeta	Codificación de la muestra	Resistencia flexion (kg/cm2)	Tipo	Resistencia a la Flexión (kg/cm2)	Promedio Resist. a Flexión	Cumple Requisitos Norma
1	F1	(100-70)	A	88	88,60	SI
2	F1		A	95		
3	F1		A	98		
4	F1		A	77		
5	F1		A	85		

**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

Como se pueden observar el total de las probetas ensayadas no cumplen con la resistencia mínima a flexión establecida en la (NTE INEN 988, 1984).

### 5.2.3. RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE TEJAS

Una vez realizado el ensayo de Determinación de absorción de humedad de tejas de la fábrica del Sr. Teófilo Ortiz obtuvimos los siguientes resultados que se identifican a continuación:

**Tabla 21:** *Determinación de la absorción de humedad*

INFORME GENERAL RESUMEN								
INFORME DE ENSAYOS				PROYECTO				
ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE TEJAS				CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES ELABORADOS EN EL CANTON CHAMBO - PROVINCIA DE CHIMBORAZO				
REALIZADO SOBRE								
FABRICA SR. TEÓFILO ORTIZ								
RESULTADOS DE ENSAYO DE ABSORCION DE TEJAS								
N° De Probeta	Codificación de la muestra	Absorción Máxima de Humedad	Tipo de Teja	Masas (g)		Absorción de Humedad	Promedio % Absorción	Cumple Requisitos Norma INEN 988
				Muestra Seca	M. Saturada			
1	F1	18%	A	897	1056	17,73%	17,99%	SI
2	F1		A	873	1028	17,75%		
3	F1		A	902	1065	18,07%		
4	F1		A	931	1102	18,37%		
5	F1		A	932	1100	18,03%		

**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

Como se pueden observar el total de las probetas ensayadas cumplen con la absorción de humedad inferior al máximo establecido en la (NTE INEN 989, 1984).

### 5.3. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

Según el resultado del análisis de las encuestas realizadas, se puede determinar los siguientes aspectos, tales como:

- La fabricación de los ladrillos sigue siendo artesanal, pero un 87% de los artesanos han adquirido máquinas para realizar la mezcla del material.
- El ladrillo sigue siendo el material más comercializado en la construcción, mas no así las tejas las cuales se dejaron de fabricar porque perdieron totalmente su demanda comercial.
- La extracción de la materia prima es principalmente obtenida de: Guayllabamba, Llucud y Airón, a la misma que se le añade aserrín y en algunos casos polvo de ladrillo, según el artesano que lo fabrique.
- Precio de comercialización de ladrillo varia muy poco entre los productores, hasta época de invierno el cual sube.
- El tiempo de quema varía según el tipo de horno, el material empleado para la quema y la capacidad del mismo.
- Ningún artesano utiliza un equipo de seguridad al momento de la fabricación del ladrillo.

### 5.4. RESULTADOS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

Se realizó un lote de 100 ladrillos que cumpla con los requisitos de dimensión, cuya materia prima fue extraída de la comunidad de Guayllabamba con la siguiente dosificación:

**Tabla 22:** *Dosificación utilizada para el estudio*

<b>DOSIFICACIÓN</b>			
<b>TIERRA (lb)</b>	<b>ASERRIN (lb)</b>	<b>POLV. LAD. (lb)</b>	<b>AGUA</b>
406,57	6,20	8,42	47,66

**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

#### 5.4.1. RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Una vez realizado el ensayo de resistencia a la compresión obtuvimos los siguientes resultados:

**Tabla 23:** *Determinación de la resistencia a compresión muestra*

INFORME GENERAL RESUMEN										
INFORME DE ENSAYOS				PROYECTO						
COMPRESIÓN DE LADRILLOS				CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES ELABORADOS EN EL CANTON CHAMBO - PROVINCIA DE CHIMBORAZO						
REALIZADO SOBRE										
FABRICAS ARTESANALES DE CHAMBO										
RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LADRILLOS										
N° De Probeta	Codificación de la muestra	Resistencia Mínima (Mpa)	Tipo	Dimensiones (mm)			Carga de Rotura (N)	Resistencia a la Compresión (Mpa)	Promedio Resist. a Compresión	Cumple Requisitos Norma INEN 294
				Ancho B (mm)	Largo L (mm)	Alto h (mm)				
1	M1	8	C	140	290	90	349697	8,61	8,67	SI
2	M1		C	140	290	90	350218	8,63		
3	M1		C	140	290	90	346192	8,53		
4	M1		C	140	290	90	355973	8,77		
5	M1		C	140	290	90	358645	8,83		

Fuente: Gavilanes Cristian, Santellán Grace

Como se pueden observar las probetas ensayadas cumplen con la resistencia mínima a compresión (8 Mpa.) establecida en la (NTE INEN 294, 1978).

#### 5.4.2. RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Una vez realizado el ensayo de resistencia a la Flexión obtuvimos los siguientes resultados:

**Tabla 24:** *Determinación de resistencia a la flexión muestra*

INFORME GENERAL RESUMEN										
INFORME DE ENSAYOS				PROYECTO						
FLEXIÓN DE LADRILLOS				CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES ELABORADOS EN EL CANTON CHAMBO - PROVINCIA DE CHIMBORAZO						
REALIZADO SOBRE										
FABRICAS ARTESANALES DE CHAMBO										
RESULTADOS DE ENSAYO DE FLEXIÓN DE LADRILLOS										
N° De Probeta	Codificación de la muestra	f'c Requerido (Mpa)	Tipo	Dimensiones (mm)			Carga Máxima KN	Resistencia a la Flexión (Mpa)	Promedio Resist. a Flexión	Cumple Requisitos Norma INEN 295
				Largo l (mm)	Ancho B (mm)	Espesor d (mm)				
1	M1	2	C	290	140	90	108,556	2,15	2,22	SI
2	M1		C	290	140	90	109,866	2,18		
3	M1		C	290	140	90	111,358	2,21		
4	M1		C	290	140	90	112,903	2,24		
5	M1		C	290	140	90	116,775	2,32		

**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

Como se pueden observar las probetas ensayadas cumplen con la resistencia mínima a flexión (2Mpa.) establecida en la norma INEN 295.

### 5.4.3. RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE HUMEDAD

Una vez realizado el ensayo de Determinación de Absorción de Humedad de cada una de las probetas obtuvimos los siguientes resultados:

**Tabla 25:** *Determinación de absorción de humedad muestra*

INFORME GENERAL RESUMEN								
INFORME DE ENSAYOS				PROYECTO				
ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE LADRILLOS				CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES ELABORADOS EN EL CANTON CHAMBO - PROVINCIA DE CHIMBORAZO				
REALIZADO SOBRE								
FABRICAS ARTESANALES DE CHAMBO								
RESULTADOS DE ENSAYO DE ABSORCION DE LADRILLOS								
N° De Probeta	Codificación de la muestra	Absorción Máxima de Humedad	Tipo de Ladrillo	Masas (g)		Absorción de Humedad	Promedio % Absorción	Cumple Requisitos Norma INEN 297
				Muestra Seca	M. Saturada			
1	M1	25%	C	3426	3974,9	16,02%	17,58%	SI
2	M1		C	3480	4035	15,95%		
3	M1		C	3377	3963,5	17,37%		
4	M1		C	3195	3973	24,35%		
5	M1		C	3643	4160	14,19%		

**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

Como se pueden observar el total de las probetas ensayadas cumplen con la absorción de humedad inferior al máximo establecido en la norma INEN 296.

### 5.5. RESULTADO DEL ENSAYO DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MATERIA PRIMA

Composición química de la materia prima (arcilla). Realizadas por el Phd. Víctor García en la Universidad Particular de Loja.

**Tabla 26:** *Composición química de la materia prima*

<b>Muestras</b>	<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>TiO<sub>2</sub></b>	<b>CaO</b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>
M-1	57,4	16,5	6,73	0,866	5,18	1,65
M-2	53,8	14,5	6,23	0,777	4,62	1,47

**Fuente:** Phd. Víctor García

Siendo:

M-1: Arcilla (tierra negra utilizada para la fabricación de ladrillos)

M-2: Arcilla (tierra blanca utilizada para la fabricación de ladrillos)

## **CAPITULO VI**

### **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1. CONCLUSIONES**

- En base a los resultados de la investigación, nos permitió ver que la elaboración del ladrillo en el cantón Chambo se realiza de una manera artesanal, sin considerar ninguna normativa y basada en su experiencia, aunque en la actualidad cuentan con mezcladoras a motor que han permitido disminuir el tiempo de elaboración del producto.
- A sí mismo, se pudo verificar que la fabricación de la teja artesanal del cantón Chambo, ha desaparecido por la baja demanda de la misma, por lo que los fabricantes dejaron de producirla, es así que el Señor Teófilo Ortiz fue el artesano que finalizó la elaboración del último lote de estas, lo cual nos permitió realizar los ensayos correspondientes bajo las normas INEN.
- El tiempo de quema del ladrillo según las fabricas encuestadas, varían entre 36 y 72 horas, lo cual tiene un factor muy importante en las propiedades del mismo, ya que al momento de realizar ensayos de compresión, flexión y absorción a cada uno de estos varia en su resistencia.
- Las probetas ensayadas de las tres fábricas anteriormente mencionadas, no cumplían con las medidas estándar de los ladrillos macizos Tipo C, tampoco con las resistencias mínimas a compresión, flexión según las normas INEN 294 y 295, cabe indicar que el ensayo de absorción de humedad si cumplió en todas las probetas.
- Una vez verificado que los ladrillos elaborados en el cantón Chambo no cumplen con los requisitos de las normas INEN 294, 295 y 296, por lo que procedimos a elaborar probetas con la dosificación recomendada y cumpliendo con las medidas estándar, las mismas que fueron ensayadas dándonos resultados satisfactorios.

#### **6.2. RECOMENDACIONES**

- Para la elaboración de los ladrillos, se debe tomar la dosificación recomendada de tal manera que cada uno los componentes utilizados sean los adecuados para

garantizar las resistencias requeridas, de tal manera se pueda normar y estandarizar la fabricación de los mismos.

- Para mejorar el tiempo de secado, se recomienda la fabricación de estructuras tipo invernadero, el mismo que tiene la capacidad de generar condiciones de temperatura favorables para mejorar el secado de los ladrillos y así evitar de esta manera la deformación de los mismos por efecto de las condiciones climáticas como la lluvia.
- Al momento de tomar las muestras es importante cumplir con las normas especificadas para que al ser ensayadas, estas puedan realizarse sin ningún problema y los resultados no tengan alguna alteración.
- Se debe procurar que la leña utilizada en la quema de los ladrillos no sea fresca, sino sea una leña madura la misma que ayude al tiempo de cocción, teniendo así una mejor distribución del calor en todo el horno y esto determine positivamente en las propiedades físicas de los mismos mejorando su resistencia.
- Los artesanos deberán utilizar por lo menos el equipo mínimo de seguridad industrial, en la fabricación de los ladrillos, para de esta manera brindar un trabajo óptimo y sin ningún tipo de accidente laboral.
- Según los resultados del ensayo de composición química de la materia prima (tierra negra) que se extrae para la fabricación del ladrillo, se debería buscar nuevos yacimientos o fuentes de tierra que contengan las mismas propiedades, para de esta manera dejar de explotar esta tierra, la misma que es muy productiva ocasionando daños irreversibles para la agricultura.
- Se debe buscar nuevas maneras de realizar la cocción de los ladrillos, eliminando la combustión de madera la cual ocasiona un impacto ambiental desfavorable ya que emite una excesiva cantidad de CO<sub>2</sub>.
- Una vez que el ladrillo haya perdido la suficiente cantidad de agua durante el proceso de secado y este se lo pueda manipular sin que sufra resquebrajaduras, se debería eliminar los excesos de barro producidos durante el proceso de moldeo, de tal manera que estos tengan un mejor acabado y sea homogéneo en sus dimensiones.

## **CAPITULO VII**

### **7. PROPUESTA**

#### **7.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA**

Manual de procesos para la fabricación del ladrillo artesanal macizo Tipo C, con materia prima de Guayllabamba Cantón Chambo.

#### **7.2. INTRODUCCIÓN**

Para una adecuada fabricación artesanal del ladrillo se debe conocer los problemas en su proceso de producción, como la ancestral dosificación de materias primas involucradas para su fabricación, el tiempo de secado hasta que esté listo para ser quemado, el tiempo de cocción y otros factores que puedan afectar la fabricación del mismo y esto influya en las propiedades físicas y mecánicas.

Por lo que se va a realizar la confección de un manual donde se determine el proceso artesanal correcto para la elaboración y fabricación del ladrillo, teniendo en cuenta cada uno de los pasos que se deben seguir para lograr obtener los resultados requeridos.

Esto ayudara y beneficiara a los artesanos del cantón Chambo, los cuales pondrán en práctica el debido proceso el mismo que optimizará recursos, materia prima, tiempo de fabricación, perdidas y también permitirá que el producto sea más competitivo dentro del mercado industrial.

#### **7.3. OBJETIVOS**

##### **7.3.1. GENERAL**

Definir y optimizar el proceso de fabricación del ladrillo artesanal macizo tipo C del cantón Chambo.

### 7.3.2. ESPECIFICOS

- Disminuir el tiempo de elaboración de los ladrillos, incrementando la producción; obteniendo mayores ingresos para los artesanos.
- Incrementar su competitividad en el mercado de la construcción, cumpliendo con homogeneidad, dimensiones y resistencias requeridas.
- Reducir pérdidas del producto durante el proceso de fabricación del mismo.
- Concientizar a los artesanos sobre las grandes ventajas de integrarse en trabajos productivos con el equipo mínimo de seguridad industrial.

### 7.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO – TÉCNICA

La calidad final de los ladrillos artesanales depende de la calidad de la materia prima y del control riguroso del proceso de fabricación de los mismos.

La tierra de Guayllabamba como materia prima se clasificó como una arena limosa SM, cuyo contenido es 0% grava, 70% de arena y 30% de finos. Su comportamiento mecánico hidráulico está definido por la parte fina del suelo que representa más del 12% del total de la muestra. Esta parte fina se ha clasificado como un **limo de baja plasticidad ML**, con Límite Líquido de 37% e Índice de plasticidad de 6%.

Siendo este una arcilla arenosa no es apta para fabricación de ladrillos ya que no es plástica obteniendo resultados no aceptables, sabiendo que la plasticidad permite que el ladrillo sea más blando y se pueda moldear de mejor manera.

El ladrillo debe cumplir con los requisitos mínimos de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, como también a la absorción de la humedad, establecidos en el siguiente cuadro:

**Tabla 27:** *Requisitos de resistencia mecánica y absorción de la humedad que deben cumplir los ladrillos cerámicos*

Tipo De Ladrillo	Resistencia mínima a la compresión MPa*		Resistencia mínima a la flexión MPa*	Absorción máxima de humedad %
	Promedio de 5 unidades	Individual	Promedio de 5 unidades	Promedio de 5 unidades
macizo tipo A	25	20	4	16
macizo tipo B	16	14	3	18
<b>macizo tipo C</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>25</b>
hueco tipo D	6	5	4	16
hueco tipo E	4	4	3	18
hueco tipo F	3	3	2	25
Método de ensayo	INEN 294		INEN 295	INEN 296

Fuente: (NTE INEN 297, 1976)

## 7.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Esta propuesta consiste en ayudar a los artesanos para mejorar el proceso de fabricación del ladrillo artesanal del cantón Chambo, apoyándose en la implementación de parámetros los mismos que se deberán seguir rigurosamente para lograr los resultados deseados.

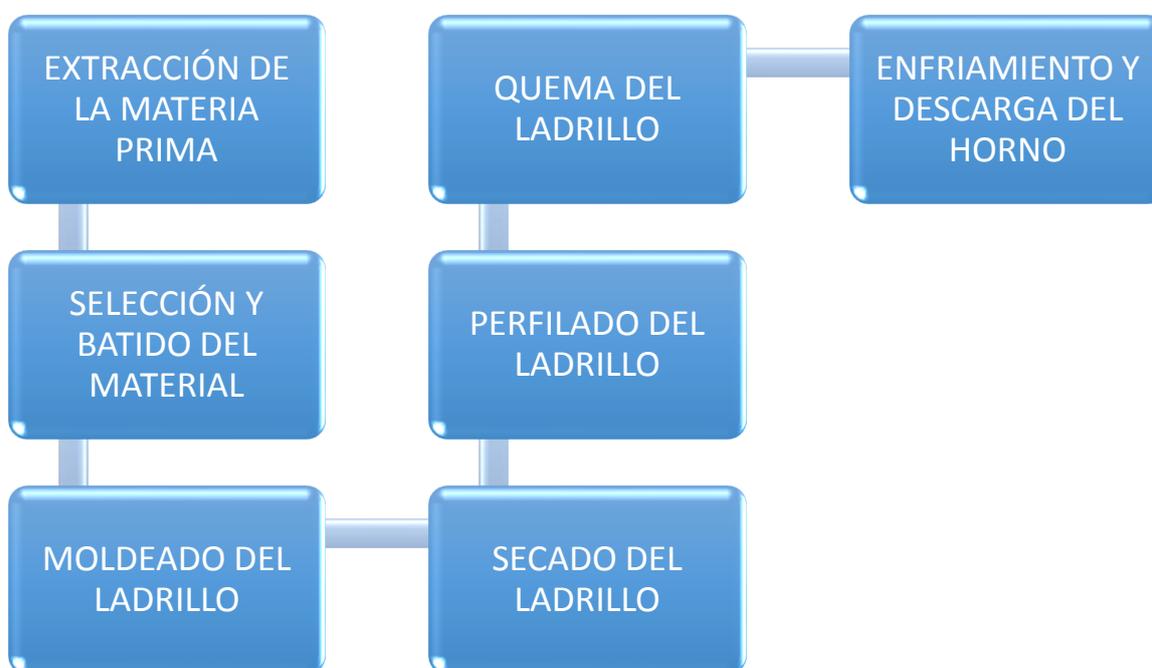
Además de ello también se pretende crear una concienciación en todos los artesanos, para que utilicen el equipo mínimo de seguridad industrial al momento de la fabricación del ladrillo y de esta manera reducir el riesgo de accidentes laborales, así como también pérdidas materiales y así proporcionar un trabajo óptimo.

El plan de acción que se ha seguido para el cumplimiento de los objetivos de esta propuesta, no es otra que el estudio de como realizan los artesanos la fabricación de los ladrillos del cantón Chambo, es por ello que se ha realizado un estudio de varios proyectos de grados relacionados al tema, para tomar en cuenta ciertos puntos que ayudaran a mejorar la calidad y resistencia de los mismos.

El tiempo que se requiere para el desarrollo de esta propuesta depende de los factores que describimos a continuación:

- La acogida a la propuesta por parte de los artesanos.
- El tiempo que se demoren los artesanos en modificar todo su método de producción.
- Una vez cambiado el método de producción, procedemos aplicarla in situ, de esta manera poder determinar las ventajas y mejoras de la fabricación del ladrillo.

### 7.5.1. PROCESO DE FABRICACION DE LADRILLOS ARTESANALES EN EL CANTÓN CHAMBO



### 7.5.2. EXTRACCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima forma una parte fundamental en el desarrollo de este trabajo, ya que dependiendo del tipo de arcilla será la calidad del ladrillo, el tiempo de secado, tiempo de quemado y por último en la resistencia mecánica del ladrillo.

Es por eso que se recomienda tener controles mínimos de granulometría, contracción y absorción y así buscar nuevos yacimientos donde se podría explotar materia prima, la

misma que cumpla y sea una arcilla plástica y no como dio en los resultados de las tierras de las comunidades de Guayllabamba, Lluclud, Airon, Quintus y Balcashi que son arcillas arenosas siendo esta la razón que no se pueda obtener mejores resultados en la fabricación de los ladrillos.

**Ilustración 37:** *Extracción de la materia prima*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

Por lo que hasta conseguir nuevas fuentes de materia prima se debe realizar el proceso de fabricación con los misma materia prima eso si con la dosificación recomendada.

### 7.5.3. SELECCIÓN Y BATIDO DEL MATERIAL

Antes de proceder a realizar la fabricación del ladrillo cada uno de los artesanos debe colocarse el equipo mínimo de seguridad industrial el mismo que garantiza el bienestar de cada uno de ellos evitando accidentes laborales.

**Ilustración 38:** *Equipo mínimo de seguridad industrial*



**Fuente:** (ASISGE, 2010)

Una vez obtenida la materia prima, esta se la debe seleccionar o más bien reducir a pequeñas partículas las arcillas que estén compactas mediante la utilización de herramientas manuales (picos, palas).

**Ilustración 39:** *Amasado de la mezcla*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

Seguidamente se debe realizar el retiro de pequeñas piedras o cualquier material extraño que no tenga nada que ver en la mezcla para el batido, con el fin de obtener una masa homogénea.

La proporción de dicha materia prima se la debe medir en base a la dosificación recomendada, para ello se debe llevar un registro y para ganar tiempo en este proceso se recomienda adquirir equipos que ayuden a medir el peso de las arcillas y del aserrín como el volumen del agua.

Obtenido las cantidades exactas de la dosificación recomendada se procede a realizar el batido mediante la utilización de batidoras, la misma que facilita el batido de los componentes de la mezcla, esto mejora la producción del ladrillo, disminuye el tiempo de elaboración del producto y beneficia a cada uno de los artesanos.

**Ilustración 40:** *Mezclado con maquina*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

#### 7.5.4. MOLDEADO DEL LADRILLO

Para realizar el moldeo a los ladrillos, primero se debe dar a los moldes o gradillas mayores dimensiones para conseguir las medidas exactas que el consumidor lo requiere, ya que las pastas experimentan una contracción lineal del 1/10 al 1/7 de su volumen al momento de la desecación y cocción, según (Proyecto Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales EELA, 2010).

**Ilustración 41:** *Moldes de ladrillos*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

Una vez obtenido los moldes y que la arcilla ha sido batida con la humedad correcta, se debe preparar el piso donde se va a realizar el proceso del moldeo del ladrillo.

- El piso debe ser uniforme y no debe presentar ninguna irregularidad.
- Se debe retirar manualmente piedras o residuos del lote anterior, para después realizar un escobillado y así eliminar cualquier tipo de materia orgánica.
- Se debe adicionar pequeñas cantidades de aserrín para que absorba los excedentes de agua, el uso del aserrín varía independientemente de un sector a otro.

**Ilustración 42:** *Traslado del material al lugar donde va a ser vertido*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

Se debe mojar los moldes antes de realizar el vertido de la mezcla en los mismos, esto evita que la pasta se pegue a las paredes del molde y el retiro del mismo una vez moldeado el ladrillo.

Este proceso realizarlo cada 10 usos de moldeo.

**Ilustración 43:** *Humedecimiento de los moldes*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

Colocar los moldes de madera sobre el piso y por llenado ir conformando los agujeros de los mismos, pero en este proceso a más de llenar y retirar los excesos de masa de las gradillas se debe aplicar fuerza y presión sobre cada uno de los agujeros de los moldes para así disminuir los espacios vacíos y evitar que exista porosidad en cada uno de los ladrillos, de forma inmediata se debe retirar el molde y repetir el proceso.

**Ilustración 44:** *Vertido y moldeo de la mezcla*





**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

### 7.5.5. SECADO DEL LADRILLO

Esta fase tiene por objeto disminuir el contenido de humedad del material moldeado para evitar que se rompan al momento de la quema. El tiempo requerido para esta fase es muy variado, en algunos casos pueden permanecer hasta tres meses en el secadero cuando las condiciones ambientales no son favorables (en tiempo de invierno), o caso contrario de diez a quince días en clima propicio, dependiendo también de las características del secadero.

**Ilustración 45:** *Secado del ladrillo*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

Por este motivo para mejorar el secado del ladrillo tierno, se propone la construcción de estructuras tipo pórtico de madera y plástico de invernadero, las mismas que han resultado ser las más eficientes según la (Proyecto Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales EELA, 2010) para el proceso de secado, la misma que evita alabeos y resquebrajaduras, acortando el tiempo de secado del mismo y así teniendo una mayor producción en época de invierno.

**Ilustración 46:** *Secadero de ladrillo artesanal, con estructura de madera y plástico de invernadero.*



**Fuente:** Proyecto EELA ECUADOR

#### **7.5.6. PERFILADO O RASPADO DEL LADRILLO**

El perfilado o raspado del ladrillo se lo puede hacer durante el tiempo de secado, cuando la arcilla moldeada ha perdido la cantidad suficiente de agua luego de haber realizado el moldeado del mismo.

Una vez verificado que los ladrillos estén completamente secos se procede a realizar un rebabado con cuchillas en los bordes y en las caras de los ladrillos, lo cual consiste en eliminar los excesos de masa o ciertas deformaciones para obtener una geometría homogénea.

Esto se debe realizar ladrillo por ladrillo, para luego continuar con el proceso de secado.

**Ilustración 47:** *Perfilado del ladrillo*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

### 7.5.7. QUEMA DEL LADRILLO

La cocción en el proceso de fabricación de los ladrillos es la fase final y también la más importante del mismo. De acuerdo con la técnica de cocción que se emplee, la preparación de las mezclas de la materia prima, así serán las características o propiedades del producto final es por lo cual que se describe a continuación el proceso que se debe seguir minuciosamente para lograr el objetivo deseado.

Para esto primero se debe cubrir todo el perímetro del horno con ladrillos viejos y barro para mejorar la concentración del calor.

Luego se inicia con el acarreo y acomodado del ladrillo al interior del horno, este debe tener una separación de 3 a 5 cm entre cada hilada de ladrillos lo que permite la distribución uniforme del calor y para que los gases de combustión puedan pasar a través del material a las filas superiores, así obteniendo un quemado homogéneo en todo el horno como se lo puede observar a continuación.

**Ilustración 48:** *Acarreo y Colocado del ladrillo en el horno*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

Una vez terminado el cargue se debe tapan el borde superior del horno, con el mismo ladrillo crudo y se lo revoca con barro para así aprovechar al máximo la carga y optimizar el calor dentro del horno.

Luego se procede con la quema, la misma que se la debe realizar con madera seca, para dar inicio, se debe emplear maderas delgadas, ramas, hisopos embebidos con diésel, un pedazo de caucho de llanta, cartón u otros materiales de fácil combustión.

**Ilustración 49:** *Combustible de quema (leña)*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

En la fase inicial de quema, se debe realizar un atizado de combustible en la boca de alimentación del horno con dos fines: en primer lugar para dar intensidad al fuego del horno y en segundo lugar lograr cierta ventaja en la quema del material que se encuentra sobre la boca de alimentación, caso contrario no les sería posible lograr una quema pareja del material colocado en la zona frontal del horno.

**Ilustración 50:** *Atizado del combustible*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

Se recomienda que cada 40 a 60 minutos el artesano debe realizar cargas de leña para poder obtener una quema homogénea, la misma que se estabiliza después de 4 a 5 horas y la cual debe llegar a la temperatura óptima de 900° para un cocido perfecto cumpliendo así la normativa para ladrillos cerámicos y obteniendo el producto con la calidad requerida.

### **Ilustración 51:** *Cargas de leña*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

Este proceso de quema varía según el tipo de horno y según su capacidad, pero lo recomendable se lo debe hacer en un lapso de 24 a 36 horas.

#### **7.5.8. ENFRIAMIENTO Y DESCARGA DEL HORNO**

El enfriamiento del material puede durar hasta 10 días, por lo que esta operación tiene ciertas ventajas, antes y después de la descarga.

Realizar un control del producto una vez enfriado el horno, separando aquellos defectuosos por su color, forma y fisuras que presenten, el mismo que debe tener un registro de la cantidad de ladrillos, así como la fecha y lote de producción.

Así mismo se puede tener un lapso de tiempo, el mismo que sirve para encontrar a un comprador y así evitar que se duplique los esfuerzos de carga y descarga, o puede permanecer cargado hasta la venta final.

Se debe tener en cuenta a que el apilamiento debe ser sobre bases firmes, si el producto no se lo vende al momento de la descarga.

**Ilustración 52:** *Descarga del Horno directamente al medio de transporte*



**Fuente:** Gavilanes Cristian, Santellán Grace

## 7.6. DISEÑO ORGANIZACIONAL



## CAPITULO VIII

### 8. BIBLIOGRAFÍA

- Abambari, B. (2011). Base de datos para el control de calidad de los materiales de construcción de la provincia de Chimborazo. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. Recuperado el Noviembre de 2015
- ASISGE. (10 de Abril de 2010). Recuperado el Febrero de 2016, de <http://www.asisge.com/php/noticiasver.php?noticia=108&ciudad=1>
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Monterrey: Limusa Noriega Editores.
- Dolmen. (03 de Junio de 2013). Bloques de arcilla ecológicamente resistentes. Recuperado el Diciembre de 2015, de <https://www.youtube.com/watch?v=Z5sA3UFRR3M>
- Edefer. (2001). *Conceptos Generales sobre el Ladrillo en la Construcción, partes del ladrillo*. Recuperado el Diciembre de 2015, de <http://edeferic.com/conceptos-generales-sobre-el-ladrillo-en-la-construccion/partes-del-ladrillo/>
- García, R. (2008). *Estudio de los materiales cerámicos en España*. Recuperado el Diciembre de 2015, de [http://www.csicsif.es/andalucia/modules/mod\\_ense/revista/pdf/Numero\\_5/REBEC\\_A\\_GARCIA\\_MARISCAL\\_1.pdf](http://www.csicsif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_5/REBEC_A_GARCIA_MARISCAL_1.pdf)
- Google Maps. (2016). Recuperado el 08 de Marzo de 2016, de <https://www.google.com.ec/maps/place/Chambo/@-1.7311131,-78.6004186,16z/data=!4m2!3m1!1s0x91d3abc39e96be49:0x450a1e8aa5bb35aa>
- INEC. (2010). Recuperado el Diciembre de 2015, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/chimborazo.pdf>
- INEN. (s.f.). Recuperado el Diciembre de 2015, de <http://www.normalizacion.gob.ec/>
- Moreno, M. J., & Polo, C. (2012). Análisis y elaboración de un ladrillo mambión que cumpla con las especificaciones técnicas en el Cantón Chambo. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. Recuperado el Noviembre de 2015
- NTE INEN 292. (1978). Recuperado el Diciembre de 2015, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0292.1978.pdf>
- NTE INEN 293. (1978). Recuperado el Diciembre de 2015, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0293.1978.pdf>
- NTE INEN 294. (1978). Recuperado el Diciembre de 2015, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0294.1978.pdf>

- NTE INEN 295*. (1978). Recuperado el Diciembre de 2015, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0295.1978.pdf>
- NTE INEN 296*. (1978). Recuperado el Diciembre de 2015, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0296.1978.pdf>
- NTE INEN 297*. (1976). Recuperado el Diciembre de 2015, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0297.1978.pdf>
- NTE INEN 317*. (Octubre de 2014). Recuperado el Diciembre de 2015, de [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS\\_2014/MAR/07112014/317-1.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS_2014/MAR/07112014/317-1.pdf)
- NTE INEN 685*. (s.f.). Recuperado el Diciembre de 2015, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0685.1982.pdf>
- NTE INEN 986*. (1984). Recuperado el Diciembre de 2015, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0986.1984.pdf>
- NTE INEN 988*. (1984). Recuperado el Diciembre de 2015, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0988.1984.pdf>
- NTE INEN 989*. (1984). Recuperado el Diciembre de 2015, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0989.1984.pdf>
- (Mayo de 2010). *Proyecto Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales EELA*. Cuenca.
- Rhodes, D. (1990). *Arcilla y vidriado para el ceramista*. Barcelona: CEAC.
- Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) ASTM D-2487*. (15 de Octubre de 2014). Obtenido de <http://es.slideshare.net/Pooldamond/astm-d2487>
- Smith, W., & Hashemi, J. (2006). *Fundamentos de ciencia e ingeniería de materiales*. México D.F: Mc Graw Hill. Recuperado el Diciembre de 2015
- UNIOVI. (2016). *Materiales Pétreos Artificiales Cerámicos*. Recuperado el Diciembre de 2015, de <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Tema4.MaterialesPetreosARTIFICIALES..pdf>
- Toctaquiza, O. (2008). Optimización del proceso de cocción en la producción de ladrillos de cerámica en el Cantón Chambo. Recuperado el diciembre de 2015, de Tesis Ing. Química ESPOCH.

## CAPITULO IX

### 9. ANEXOS

#### 9.1. EQUIPO UTILIZADO PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Libreta de campo



Flexómetro



Marcador



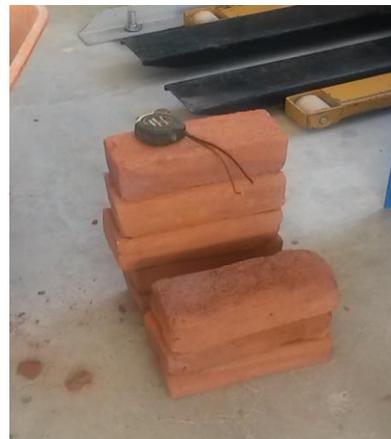
Esfero grafico



Máquina de compresión 3000kn



Probetas



**9.2. MODELO DE ENCUESTAS**

**ENCUESTA**

**TEMA:** “NORMALIZACION Y ESTANDARIZACION DE LA FABRICACION DE LADRILLOS Y TEJAS EN EL CANTON CHAMBO”.

**FABRICA:**.....

**1. LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN LA PRODUCCION SON ARTESANALES O MECANIZADOS**

.....  
.....

**2. QUE TIPO DE CERAMICA PRODUCE**

.....  
.....

**3. CUALES SON LOS MATERIALES EMPLEADOS PARA LA ELABORACION DEL LADRILLO**

.....  
.....

**4. DE DONDE SE OBTIENE LA METERIAPRIMA PARA LA ELABORACION DEL LADRILLO**

.....  
.....

**5. TIEMPO DE ELABORACION**

.....  
.....

**6. CUALES SON LAS DIMENSIONES DE LADRILLOS QUE PRODUCEN**

.....  
.....

**7. CUÁNTOS HORNOS TIENE**

.....  
.....

**8. CUÁL ES EL PRECIO DE COMERCIALIZACIÓN DEL LADRILLO**

.....  
.....

**9. QUÉ CAPACIDAD TIENE EL HORNO**

.....  
.....





