

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**INFLUENCIA DEL VIDRIO TRITURADO  
EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
EN LOS LADRILLOS DE ARCILLA DE LA  
PROVINCIA DE CHUPACA**

**Presentado por:**

**BACHILLER: IBARRA PORRAS DAVID DIONICIO**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:  
NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERÚ**  
**2021**

**ASESOR:**  
CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA  
**INGENIERO**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mis padres, hermanos y a mi amada familia, y en especial mi hijo.

**Bach. IBARRA PORRAS DAVID DIONICIO**

## **AGRADECIMIENTO**

A la universidad peruana los andes y en especial a la plana docente de la facultad de ingeniería quien a través de las clases me inculcaron los valores para desempeñarme en mi vida profesional.

**Bach. IBARRA PORRAS DAVID DIONICIO**

**HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS**

---

**DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA  
PRESIDENTE**

---

**Ing.  
JURADO**

---

**Ing.  
JURADO**

---

**Ing.  
JURADO**

---

**Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA  
SECRETARIO DE DOCENTE**

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE TABLA.....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiv</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>xv</b>
<b>CAPÍTULO I: .....</b>	<b>17</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....</b>	<b>17</b>
1.1. Planteamiento del problema de investigación .....	17
1.2. Formulación y sistematización del problema .....	18
1.2.1. Problema general.....	18
1.2.2. Problemas específicos .....	18
1.3. Delimitación .....	18
1.3.1. Delimitación espacial .....	18
1.3.2. Delimitación temporal .....	18
1.3.3. Delimitación económica.....	19
1.4. Justificación.....	19
1.4.1. Social .....	19
1.4.2. Científica .....	19
1.4.3. Metodología.....	19
1.5. Objetivos .....	19
1.5.1. Objetivo general .....	19
1.5.2. Objetivos específicos.....	20
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>21</b>

<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>21</b>
2.1.1. Antecedentes .....	21
2.1.2. Antecedentes internacionales .....	21
2.1.3. Antecedentes nacionales.....	23
2.2. Marco conceptual .....	25
2.2.1. Materia Prima: .....	25
2.2.2. Ladrillos: .....	27
2.2.3. Proceso de fabricación de ladrillos de arcilla: .....	27
2.2.4. Usos y propiedades de los ladrillos de arcilla: .....	30
2.2.5. Relacionadas con la resistencia estructural: .....	31
2.2.6. Relacionadas con la durabilidad:.....	32
2.2.7. Clasificación de los ladrillos: .....	32
2.2.8. Usos aplicaciones y propiedades del vidrio: .....	33
2.2.9. Requisitos básicos dados por la norma E.070: .....	34
2.2.10. Requisitos complementarios: absorción y coeficiente de saturación. ....	36
2.3. Definición de términos .....	36
2.4. Hipótesis .....	38
2.4.1. Hipótesis general: .....	38
2.4.2. Hipótesis específicas: .....	38
2.5. Variables:.....	38
2.5.1. Definición conceptual de la variable:.....	38
2.5.2. Operacionalización de la variable: .....	39
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>39</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>39</b>
3.1. Método de investigación .....	39
3.2. Tipo de investigación .....	39
3.3. Nivel de investigación .....	40
3.4. Diseño de Investigación .....	40
3.5. Población y muestra .....	40
3.5.1. Población .....	40
3.5.2. Muestra .....	40

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	41
3.7. Procesamiento de la información: .....	41
3.7.1.Trabajo de campo: .....	41
3.7.2.Trabajo de gabinete: .....	41
3.8. Procesamiento de la información .....	41
3.9. Técnicas y análisis de datos: .....	42
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>43</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
4.1. Control de calidad de los materiales: .....	43
4.1.1.Control de calidad de la arcilla:.....	43
4.1.2.Limite liquido:.....	43
4.1.3.Limite plástico:.....	44
4.1.4.Índice de plasticidad:.....	45
4.1.5.Granulometría:.....	45
4.1.6.Clasificación de suelo según SUCS: .....	46
4.2. Dosificación de los materiales:.....	48
4.3. Especificaciones para el control de calidad de los ladrillos: .....	49
4.3.1.Absorción: .....	49
4.3.2.Succión: .....	50
4.3.3.Variación de dimensiones: .....	52
4.3.4.Alabeo: .....	53
4.3.5.Resistencia a la compresión: .....	53
4.4. Elaboración de los ladrillos sin y con vidrio triturado: .....	54
4.4.1.Maduración:.....	54
4.4.2.Pre - elaboración:.....	55
4.4.3.Depósito de materia prima procesada: .....	55
4.4.4.Humidificación:.....	56
4.4.5.Moldeado: .....	56
4.4.6.Secado: .....	56
4.4.7.Cocción: .....	56
4.4.8.Almacenaje:.....	57



4.5. Control de calidad de los ladrillos:.....	57
4.5.1.Ladrillos con 0.00% de vidrio triturado: .....	57
4.5.2.Resistencia a la compresión: .....	60
4.5.3.Ladrillos con 5.00% de vidrio triturado: .....	60
4.5.4.Ladrillos con 10.00% de vidrio triturado: .....	64
4.5.5.Ladrillos con 15.00% de vidrio triturado: .....	68
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>72</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>72</b>
5.1. Comparación de la resistencia a la compresión: .....	72
5.2. Comparación de la absorción: .....	72
5.3. Comparación de la succión: .....	73
5.4. Comparación de la variación de dimensiones: .....	74
5.5. Comparación del alabeo: .....	74
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>76</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>78</b>
<b>BILIOGRAFIA .....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>81</b>
<b>Anexos 1: Matriz de Consistencia .....</b>	<b>82</b>
<b>Anexos 2: Matriz de operacionalización de variables .....</b>	<b>84</b>
<b>Anexos 3: Panel Fotográfico .....</b>	<b>85</b>
<b>Anexos 4: Planos .....</b>	<b>95</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo de cocción típico de un producto de arcilla.....	30
Figura 2 Curva de fluidez.....	44
Figura 3 Curva granulométrica .....	46
Figura 4 Carta de plasticidad de Casagrande .....	47

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Clase de unidad de albañilería para fines estructurales .....	34
Tabla 2 Tipo de unidad de albañilería para fines estructurales.....	35
Tabla 3 Variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión y densidad .....	35
Tabla 4 Requisitos complementarios: absorción y coeficiente de saturación .....	36
Tabla 5 Operacionalización de la variable independiente. ....	39
Tabla 6 Resumen del ensayo de limite liquido .....	43
Tabla 7 Resumen del ensayo de limite plástico .....	44
Tabla 8 Ensayo de granulometría .....	45
Tabla 9 Propiedades para el control de calidad del agua .....	47
Tabla 10 Dimensiones de los ladrillos .....	48
Tabla 11 Dosificación por unidad de ladrillo .....	49
Tabla 12 Absorción y coeficiente de saturación máximo.....	50
Tabla 13 Succión promedio .....	51
Tabla 14 Variación de dimensiones, alabeo y resistencia a la compresión máximos.....	52
Tabla 15 Absorción para ladrillos con 0.00% de vidrio triturado .....	57
Tabla 16 Succión para ladrillos con 0.00% de vidrio triturado .....	58
Tabla 17 Variación de dimensiones para ladrillos con 0.00% de vidrio triturado.....	58
Tabla 18 Alabeo para ladrillos con 0.00% de vidrio triturado.....	59
Tabla 19 Resistencia a la compresión para ladrillos con 0.00% de vidrio triturado.....	60
Tabla 20 Absorción para ladrillos con 5.00% de vidrio triturado .....	61
Tabla 21 Succión para ladrillos con 5.00% de vidrio triturado .....	61
Tabla 22 Variación de dimensiones para ladrillos con 5.00% de vidrio triturado.....	62
Tabla 23 Alabeo para ladrillos con 5.00% de vidrio triturado.....	63
Tabla 24 Resistencia a la compresión para ladrillos con 5.00% de vidrio triturado.....	63
Tabla 25 Absorción para ladrillos con 10.00% de vidrio triturado .....	64
Tabla 26 Succión para ladrillos con 10.00% de vidrio triturado .....	65
Tabla 27 Variación de dimensiones para ladrillos con 10.00% de vidrio triturado.....	65
Tabla 28 Alabeo para ladrillos con 10.00% de vidrio triturado.....	66
Tabla 29 Resistencia a la compresión para ladrillos con 10.00% de vidrio triturado.....	67

Tabla 30 Absorción para ladrillos con 15.00% de vidrio triturado .....	68
Tabla 31 Succión para ladrillos con 15.00% de vidrio triturado .....	69
Tabla 32 Variación de dimensiones para ladrillos con 15.00% de vidrio triturado.....	69
Tabla 33 Alabeo para ladrillos con 15.00% de vidrio triturado.....	70
Tabla 34 Resistencia a la compresión para ladrillos con 15.00% de vidrio triturado.....	71
Tabla 35 Comparación de la resistencia a la compresión de los ladrillos .....	72
Tabla 36 Comparación de la absorción de los ladrillos .....	72
Tabla 37 Comparación de la succión de los ladrillos .....	73
Tabla 38 Comparación de la variación de dimensiones de los ladrillos .....	74
Tabla 39 Comparación del alabeo de los ladrillos.....	74

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como problema general: ¿Existe una influencia del vidrio triturado en la resistencia a la compresión en los ladrillos de arcilla de la provincia de Chupaca?, de donde se definió el objetivo general: Determinar la Influencia del vidrio triturado en la resistencia a la compresión en los ladrillos de arcilla de la provincia de Chupaca., así mismo se planteó la siguiente hipótesis general: Existe una Influencia del vidrio triturado en la resistencia a la compresión en los ladrillos de arcilla de la provincia de Chupaca, Con respecto a la metodología se utilizó el método científico, tipo de investigación aplicada nivel de investigación es descriptivo correlacional y su diseño de investigación pre experimental, en lo concerniente a la población está representada por 50 ladrillos artesanales de arcilla con un porcentaje de vidrio triturado y de la misma manera el tipo de muestreo fue el no aleatorio o no probabilístico o dirigido y que para efectos de esta investigación estuvo comprendido La muestra que se tomó para el estudio fue en función a la norma E.070 de albañilería. Se utilizó 50 ladrillos de arcilla adicionados un porcentaje de vidrio triturado, con todo esto llegamos a la conclusión general: Se determinó la influencia del vidrio triturado en la resistencia a la compresión en los ladrillos de arcilla, de la cual se concluye que es positiva hasta una proporción de 10% debido a que esta propiedad mecánica asciende en un promedio de 130.67Kg/cm<sup>2</sup>, pero si se aumenta la proporción en 15% su resistencia a la compresión promedio disminuye hasta 119.79Kg/cm<sup>2</sup> debido a que el vidrio triturado no se adhiere con la mezcla de arcilla y no permite una buena trabajabilidad de la mezcla generando mayor porosidad en los ladrillos.

**Palabras clave:** ladrillos artesanales, vidrio triturado, fuerza a la compresión.

## ABSTRACT

This research had as a general problem: Is there an influence of crushed glass on the compressive strength in clay bricks in the province of Chupaca? From which the general objective was defined: Determine the Influence of crushed glass on resistance to compression in the clay bricks of the Chupaca province, likewise I propose the following general hypothesis: There is an Influence of the crushed glass in the compressive strength in the clay bricks of the Chupaca province, With respect to the methodology The scientific method was used, type of applied research level of research is descriptive correlational and its pre-experimental research design, as regards the population is represented by 50 artisan clay bricks with a percentage of crushed glass and in the same way the type of sampling was non-random or non-probabilistic or directed and that for the purposes of this research It was understood. The sample taken for the study was based on the E.070 masonry standard. 50 clay bricks added a percentage of crushed glass were used, with all this we reached the general conclusion: The influence of crushed glass on the compressive strength in clay bricks was determined, from which it is concluded that it is positive up to a proportion of 10% due to the fact that this mechanical property amounts to an average of 130.67Kg / cm<sup>2</sup>, but if the proportion is increased by 15%, its average compressive strength decreases to 119.79Kg / cm<sup>2</sup> because the crushed glass is not It adheres with the clay mixture and does not allow a good workability of the mixture, generating greater porosity in the bricks.

**Keywords:** dark bricks, crushed glass, force of understanding.

## INTRODUCCIÓN

La investigación que fue desarrollada y fue enfocada en realizar los estudios de investigación donde se evidenció la influencia del tipo de arcilla en las características técnicas del ladrillo del distrito de Huamancaca Chico de la provincia de Chupaca. Para ello se ha determinado la composición mineralógica cuantitativa de cada una de las muestras provenientes de seis fábricas de ladrillo de la zona en base a los datos obtenidos en el análisis químico y para una mejor comprensión esta investigación se divide en cinco capítulos, los mismos que están desarrollados de la siguiente manera:

- **En el Capítulo I:** En este capítulo se desarrollará el planteamiento del problema; donde se plantea el problema general y los problemas específicos, los objetivos tanto el general como los específicos, la justificación práctica y metodológica y, por último, la delimitación espacial y temporal.
- **En el Capítulo II:** en este capítulo se desarrollará el marco teórico donde se mostrarán los estudios previos entre los que están los nacionales e internacionales y la teoría básica para el planteamiento del marco teórico, así como unas definiciones puntuales de los conceptos, para posteriormente llegar a plantearnos las hipótesis, para posterior se mostrarán la operacionalización de las variables a estudiar.
- **En el Capítulo III:** En este capítulo se desarrolla toda la metodología donde se plantea la estructura medular de una investigación con el tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, así como la definición de la población y muestra en la que nos basaremos para el estudio de investigación posteriormente se utilizó las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos, así como la definición de la población y la muestra.

- **En el Capítulo IV:** En este capítulo se desarrolla los procedimientos que nos llevan a la obtención de los resultados desde el modelamiento de las estructuras con los 2 tipos de loza a estudiar, según la norma E060, los mismos que servirán para la investigación.
- **En el Capítulo V:** En este capítulo se pondrá la discusión; en este capítulo se muestra la discusión de resultado con otras investigaciones previas para encontrar la diferencia o la similitud de las conclusiones para enriquecer el método científico.

**El Autor (a)**



## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. Planteamiento del problema de investigación**

A nivel internacional los materiales de construcción tienen como características comunes el ser duraderos, dependiendo a su uso, además deberán satisfacer otros requisitos tales como la dureza, la resistencia mecánica. Por norma general ningún material de construcción cumple simultáneamente todas las necesidades requeridas. La disciplina de la construcción es la encargada de combinar los materiales para satisfacer adecuadamente dicha necesidad, pero sin perder la calidad y características de dichos materiales.

En Ecuador los ladrilleros artesanos tienen varios problemas para vender sus productos debido a que no cumplen con las normas que rigen las propiedades que deben poseer los ladrillos. Existen normas ANSI/ATM que establecen el grado de abrasión, absorción y compresión que deben tener los ladrillos.

En el Perú la necesidad de tener viviendas o edificaciones más seguras y económicas ha permitido elaborar la Norma Técnica de Edificaciones E.070 albañilería, con la finalidad de estandarizar el proceso de elaboración y control de calidad de la unidad de albañilería y dentro de ello el ladrillo, ya que es un producto que se usa con frecuencia en el proceso masivo de construcción de edificaciones sobre todo en los sectores económicos medio y bajo de la población; por lo que en las principales ciudades de la costa peruana el proceso de fabricación del ladrillo ha pasado de lo artesanal a lo industrial, a fin de garantizar seguridad y economía.

En la ciudad de Chupaca, durante el año 2015, se ha logrado observar que, para elaboración de los ladrillos de arcilla artesanal, no se tiene en cuenta la norma E.070 y además no se cuentan con controles de calidad.

En la provincia de Chupaca la explosión demográfica actual ha conllevado a una demanda excesiva de viviendas, constituyéndose el ladrillo una alternativa masiva para la construcción de las edificaciones, utilizando preferentemente el ladrillo elaborado artesanalmente en las urbanizaciones, centros poblados, etc., dicho proceso de elaboración es artesanal sin un control de calidad; por ello es necesario realizar el

estudio de sus propiedades físicas y mecánicas con el propósito de orientar a la mejora continua y alcanzar las exigencias de la norma de albañilería.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Existe una influencia del vidrio triturado en la resistencia a la compresión en los ladrillos de arcilla de la provincia de Chupaca?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cual es la absorción de los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado de en la provincia de Chupaca?
- b) ¿Cual es la succión de los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado de en la provincia de Chupaca?
- c) ¿Cual es la variación de dimensiones de los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado en la provincia de Chupaca?
- d) ¿Cual es el alabeo de los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado en la provincia de Chupaca?

## **1.3. Delimitación**

### **1.3.1. Delimitación espacial**

El presente trabajo de investigación se desarrollo en la empresa IBARRA E.I.R.L, ubicado en el distrito de Huamancaca Chico provincia de Chupaca y la región Junín.

### **1.3.2. Delimitación temporal**

La presente investigación se realizará entre el mes de noviembre de 2021 y abril de 2022.

### 1.3.3. **Delimitación económica**

La presente investigación se realizó con los gastos propios del investigador, que asiendo a s/. 4,700.00 soles.

## 1.4. **Justificación**

### 1.4.1. **Social**

La presente investigación se realiza por que no existen estudios sobre este tema y los resultados obtenidos nos permitirán conocer la influencia del vidrio triturado en la resistencia de los ladrillos de arcilla que son utilizados como albañilería en nuestra ciudad, de igual manera podrán utilizarse como referencia en otras investigaciones y además servirá para que ingenieros, personas y empresas que se dedican al rubro de edificaciones dispongan de la información de un tipo de ladrillo con mejores características mecánicas que el ladrillo común.

### 1.4.2. **Científica**

La información obtenida, así como la procesada servirá para base teórica para futuras investigaciones similares o de punto de inicio para ampliar el conocimiento científico referido al tema a investigar y de esa manera enriquecer el marco teórico y/o cuerpo de conocimientos que existe sobre el tema en mención, asi con todo lo conserniente a la construccion e ingenieria civil.

### 1.4.3. **Metodología**

Los datos compilados y procesados servirán de sustento para esta y otras investigaciones similares, ya que engrandecen el marco teórico y/o cuerpo de conocimientos que existe sobre el tema en mención..

## 1.5. **Objetivos**

### 1.5.1. **Objetivo general**

Determinar la Influencia del vidrio triturado en la resistencia a la compresión en los ladrillos de arcilla de la provincia de Chupaca.

### 1.5.2. **Objetivos específicos**

- e) Determinar la absorción de los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado de en la provincia de Chupaca.
  
- f) Determinar la succión de los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado de en la provincia de Chupaca.
  
- g) Determinar la variación de dimensiones de los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado en la provincia de Chupaca.
  
- h) Determinar el alabeo de los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado en la provincia de Chupaca.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.1. Antecedentes**

#### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

- Gonzales, (2007) realizo la investigación “USO DE VIDRIO DE DESECHO EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA” en la UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. En el presente trabajo se fabricaron y analizaron ladrillos para construcción usando vidrio reciclado en su composición, variando su porcentaje de 0 a 15 % en peso, se utilizaron materias primas del Municipio de Vicente Guerrero, Durango, México, las cuales fueron mezcladas, homogenizadas y amasadas con agua, los ladrillos obtenidos fueron cocidos en hornos tradicionales. Los ladrillos se analizaron por las técnicas de difracción de rayos X y microscopía óptica, también se calculó el porcentaje de contracción lineal y se midieron las propiedades de resistencia mecánica y absorción de agua. De acuerdo con los resultados obtenidos, la introducción de vidrio de 5 a 10 % aumentó la porosidad del producto con respecto a la mezcla con 0 % de vidrio, lo que propició una baja resistencia mecánica y alto porcentaje de absorción de agua. Por otra parte, la composición con 15 % de vidrio presentó una microestructura más compacta, una resistencia a la compresión más alta y un porcentaje de absorción de agua más bajo con respecto a las mezclas con 5 y 10 % de vidrio. De acuerdo con la norma mexicana NMX-C-404-ONNCCE-2005, los ladrillos con 15 % de vidrio tienen uso potencial como materiales para construcción.
  
- Campos, Urbina y Tamayo, (2003) realizaron la investigación “POTENCIALIDADES DEL VIDRIO TRITURADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN” en la UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. Mejorar el fondo habitacional en los territorios, constituye una de las líneas de trabajo del

gobierno. Tal es el caso del municipio Holguín, donde más del 50 % de las viviendas se encuentran en regular y mal estado técnico. En ello ha incidido el déficit de áridos por parte de la industria por insuficiente capacidad tecnológica, así como limitaciones en el empleo de materiales alternativos como el vidrio triturado. Es por ello, que, en la presente investigación se evalúan sus potencialidades físicas y mecánicas para su uso como agregado en la producción de materiales de construcción, que permita su aprovechamiento en el Programa de la vivienda. Los resultados permitirán contar con un documento para la toma de decisiones que contribuya al mejoramiento del fondo habitacional, a partir del empleo de un conjunto de métodos teóricos, empíricos y estadísticos que permitieron constatar las insuficiencias y valorar la factibilidad de los aportes de la investigación.

- Angumba, (2016) realizó la investigación “LADRILLOS ELABORADOS CON PLÁSTICO RECICLADO (PET), PARA MAMPOSTERÍA NO PORTANTE” en la UNIVERSIDAD DE CUENCA, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. En el presente trabajo se investigó el uso de plástico reciclado para la fabricación de ladrillos para construcción de mampostería no portante. En primer lugar se realiza la caracterización de los residuos sólidos que se generan en la ciudad de Cuenca, donde el 22,7% del total recolectado es material plástico, que se desechan libremente sin un tratamiento previo. De la misma manera se investigan las características del plástico, Polietileno Tereftalato (PET) para descartar efectos nocivos al momento de incluirlos en la mezcla con los materiales tradicionales como son el cemento y agua, agregado fino. Se elaboraron ladrillos con dimensiones de 20x10x6cm con adición de PET al 10, 25, 40, 55, 65 y 70% en sustitución del árido fino. Luego se efectuó diversos ensayos con la finalidad de compararlos con los ladrillos de arcilla cocida de uso común en la región y analizar el material para mampostería no portante según los lineamientos establecidos por las Normas Ecuatorianas. Una vez realizados los ensayos y analizada la información se obtuvo como resultado un ladrillo óptimo con 25% de adición

de PET. El cual fue sometido a un análisis térmico mediante una simulación en el programa Desingbuilder, obteniendo como resultado niveles de confort término de mejor calidad en viviendas.

### 2.1.3. Antecedentes nacionales

- Ruiz, (2015) realizó la investigación “INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE VIDRIO TRITURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE UN LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL DE CAJAMARCA, 2015” en la UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, con la finalidad de obtener el título profesional de ingeniero civil. En el presente trabajo se realizó la fabricación de los ladrillos de arcilla sin vidrio y añadiéndoles diferentes porcentajes de vidrio, en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte. Se determinó la resistencia a la compresión, absorción, alabeo, succión, aspectos visuales, (dimensiones, peso, textura y color). Finalmente se concluyó que un ladrillo de arcilla sin vidrio tiene una resistencia a compresión de 91.64 Kg/cm<sup>2</sup> en cambio al adicionar 10% de vidrio triturado se obtuvo la máxima resistencia a la compresión de 97.74 Kg/cm<sup>2</sup>. La metodología de la investigación consistió en preparar la mezcla para el ladrillo de arcilla, adicionándole distintos porcentajes de vidrio (5%,10%,15%, 25% y 50%), para posteriormente evaluarlas pasado los 28 días. Los resultados obtenidos al adicionar el 5% de vidrio triturado se obtiene una resistencia de 88.03 Kg/cm<sup>2</sup>, al adicionar el 10% de vidrio triturado se obtiene una resistencia de 97.64 Kg/cm<sup>2</sup>, al adicionar el 15% de vidrio triturado se obtiene una resistencia de 90.97 Kg/cm<sup>2</sup>, al adicionar el 25% de vidrio triturado se obtiene una resistencia de 89.81 Kg/cm<sup>2</sup>, al adicionar el 50% de vidrio triturado se obtiene una resistencia de 66.21 Kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo que los resultados obtenidos nos indican que los ladrillos de arcilla artesanal adicionado 10% de vidrio triturado presenta una resistencia mayor que los ladrillos sin ningún porcentaje de vidrio.

- Félix y Sánchez, (2020) realizaron la investigación “INFLUENCIA DEL VIDRIO CRUDO MOLIDO RECICLADO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LADRILLO DE CONCRETO PARA MUROS PORTANTES” en la UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRAS, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. Esta investigación promueve el uso de un residuo sólido: el vidrio, que puede ser utilizado como agregado fino en la fabricación de ladrillos de concreto. Esto brindaría beneficios a la industria de la construcción y a la sociedad, por lo que contribuiría en el cuidado del medio ambiente en nuestro país. El objetivo de este estudio es determinar la influencia del uso de vidrio crudo molido reciclado como agregado fino en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto para muros portantes. La metodología de la investigación es aplicada y de enfoque cuantitativo, su nivel es descriptivo y su diseño es experimental, longitudinal y prospectivo. La muestra que se empleó en la fabricación de ladrillos de concreto fue de 67 ladrillos de concreto patrón, además de 204 unidades, a las que se adicionaron 10 %, 25 % y 50% de vidrio crudo molido para reemplazar el agregado fino. Los ensayos destructivos a los ladrillos de concreto se realizaron a los 14 días después de su elaboración en el laboratorio. De acuerdo con los resultados obtenidos, se determinó que los ladrillos de concreto con adición de vidrio crudo molido del 10 %, 25 % y 50%, disminuyeron en absorción 6,30 %, 11,10 % y 23,52 %, en succión disminuyeron 28,80 %, 38,81 % y 58,71%; mientras que la resistencia a la compresión simple de ladrillo se incrementó en 5,45 % y 19,34%, 91,25 %, la resistencia a la compresión axial en prisma se incrementó en 13,66 %, 39,28 % y la compresión diagonal en muretes se incrementó en 5,26 %, 20,80 % y 22,44 %, respectivamente. Por lo tanto, se concluyó que el vidrio crudo molido reciclado tuvo un efecto positivo en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto.



- Coaguilla, (2015) realizo la investigación “ELABORACIÓN DE LADRILLOS VIDRIADOS DE BAJO PESO Y ALTO DESEMPEÑO PARA USO ORNAMENTAL Y PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN” en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN, con la finalidad de optar el titulo profesional de ingeniero civil. En el siguiente trabajo se realizaron pruebas de campo y de laboratorio, primeramente para poder caracterizar tanto física y mineralógicamente como a las muestras de arcilla extraída de la localidad de Polobaya, diatomita extraída de la localidad de Chiguata y Lodo de los minerales de Boro de Inkabor Sac, materias primas muy abundantes en nuestra ciudad para utilizarlas en la industria ladrillera artesanal y mecanizada, la metodología que se utilizó para caracterizar nuestras materias primas incluyo determinación de propiedades , se calculó el peso específico, porcentaje de humedad, análisis granulométrico, límites de Atterberg(Limite Plástico - índice plástico, Limite Liquido, Limite de Retracción – Índice de Retracción), densidad real y aparente de cada una de las muestras. Luego se procedió a la formulación de mezclas para la producción de ladrillos para lo cual se buscó el método más adecuado para realizarse, se tomaron en cuenta factores básicos, la composición de la pasta, condiciones de secado y la temperatura de cocción, que son los factores más influyentes en la formulación de una mezcla cerámica de acuerdo con la experiencia y literatura consultada.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Materia Prima:**

#### **a. Origen de las arcillas:**

La arcilla proviene de una roca sedimentaria compuesta de uno o varios minerales, rica en silicatos hidratados de aluminio, hierro o magnesio, alúmina hidratada u óxido férrico, componentes que le da diferentes propiedades (Osorio, 2005).

#### **b. Composición de la arcilla:**

La arcilla, en su estado natural, está compuesta de uno o varios minerales arcillosos. En esencia los minerales de arcilla son silicatos de aluminio, pero también hay presente productos hidratados de la descomposición de las rocas aluminosas y silicatadas (Del Río, 1975).

La distribución granulométrica es una variable de suma importancia, dado que de ella va a depender el grado de empaquetamiento de las partículas y por tanto, las propiedades físico-mecánicas de los elementos hechos con arcilla tales como porosidad, absorción de agua, resistencia a la flexión, etc. Debido a que el tamaño de los granos de arcilla puede variar mucho dependiendo el tipo de arcilla al que se esté refiriendo, las propiedades físicas de las arcillas también varían (Rhodes, 1990).

### c. **Propiedades de la arcilla:**

Las propiedades, que dependen de su mineralogía, estado físico e historia geológica, pueden modificarse con relativa facilidad y sus amplios usos son función de sus propias características y de las que resultan al asociarse con otras sustancias (Sociedad Geológica Mexicana, 1964).

Con el fin de entender mejor el comportamiento de la arcilla utilizada para la conformación de la mezcla para ladrillos, a continuación, se definen algunas de las principales propiedades de la arcilla.

- **Plasticidad**, esta propiedad le permite a la arcilla en combinación con el agua necesaria, adquirir cierta flexibilidad, y se puede con la masa amoldar diferentes formas de objetos o ladrillos.
  
- **Contracción**, tiene efecto durante el secado. La pérdida de agua se inicia en los poros superficiales, continuando éstos en los poros interiores, hasta conseguir un equilibrio, entonces por arrastre se contraen los poros disminuyendo el volumen.

- **Aglutinación**, es la propiedad por la cual las arcillas se consolidan en una masa.
- **Porosidad y absorción de agua**, dependiendo de los componentes estos pueden ser impermeables.
- **Vitrificación**, es la propiedad de las arcillas de hacerse duras. A temperaturas muy elevadas la pasta se vitrifica, se vuelve más sonora y que queda dura.

### 2.2.2. Ladrillos:

Los ladrillos son pequeñas piezas cerámicas en forma de paralelepípedo, formadas por tierras arcillosas, moldeadas, comprimidas y sometidas a una cocción. Pueden utilizarse en toda clase de construcciones por ser su forma regular y fácil su manejo (Moreno, 1981).

Según Gallegos, 2005, define al ladrillo como el componente básico para la construcción de la albañilería y la construcción.

Schneider y Dickey (1980), definen como una pequeña unidad de arcilla quemada para albañilería, de forma rectangular.

La Norma Técnica Peruana 331.017 (2003), denomina al ladrillo como la unidad de albañilería fabricada con arcilla, esquistos arcilloso, o sustancias terrosas similares de ocurrencia natural, conformada mediante moldeo, prensado o extrusión y sometida a un tratamiento con calor a temperaturas elevadas (quema).

### 2.2.3. Proceso de fabricación de ladrillos de arcilla:

Pasos básicos para la fabricación de ladrillos son:

#### a. Selección y preparación de la mezcla:

Etapa muy importante de la fabricación. De la fineza de la pasta depende en gran parte que el producto sea bien logrado, aspecto, resistencia (Barranzuela, 2014).

La excavación se realiza de forma manual a una profundidad menor de dos metros. En estos métodos se hacen cortes profundos en el paisaje (Barranzuela, 2014).

La arcilla debe someterse a un tratamiento de trituración, homogenización y reposo en acopio, para obtener una adecuada consistencia y uniformidad de las características mecánicas y químicas.

La exposición a la acción atmosférica (aire, lluvia, sol, etc.) favorece a la descomposición de la materia orgánica que puede estar presente y permite la purificación química del material (Barranzuela, 2014).

La principal dificultad inherente a la fabricación consiste en la elección de una mezcla de diferentes arcillas. Así por ejemplo con aquellas que son muy grasas se les mezclará con materiales desgrasantes como la arena (Rebusté, 1969).

El porcentaje de agua utilizada para la mezcla es aproximadamente del 25% del total (Jiménez, 2005).

**b. Moldeado:**

En esta etapa, se le da a la arcilla la forma que las unidades de albañilería deberán tener después de la cocción. Este proceso se realiza a mano o empleando máquinas (Barranzuela, 2014).

El proceso de moldeado en la producción de ladrillo artesanal consiste en llenar las gaveras vaciando la mezcla con fuerza dentro de ellas, compactándola con las manos y después alisándola con un rasero, que es un palo cilíndrico que se usa para quitar la parte que excede de una medida determinada (Rhodes, 1990).

**c. Secado:**

El secado consiste en el desprendimiento del agua unida físicamente a la pasta (Barranzuela, 2014).

En el proceso de secado hay un proceso conocido como pre - secado, el cual consiste en dejar al ladrillo recién moldeado en un lugar seco y bajo sombra, para que pierda humedad y sea posible su manipulación (Barranzuela, 2014).

En este proceso de secado se involucran dos fenómenos físicos: transferencia de calor y transferencia de masa. La transferencia de calor se da cuando el ladrillo y el ambiente encuentran un equilibrio térmico, del cual dependerá en parte la velocidad de difusión del agua presente en la arcilla (Rhodes, 1990).

secado puede ser forma natural o artificial. En el primer caso el secado está condicionado a las características climáticas de la región y algunas veces el lugar de secado es colocado sobre los hornos para que de esta manera se pueda recuperar algo de la energía perdida a través de la bóveda del horno (Barranzuela, 2014).

El secado de los ladrillos es una de las partes más delicadas de la fabricación, pues un secado muy rápido puede rajarlos y un secado incompleto puede impedir el buen cocimiento (Rebusté, 1969).

**d. Cocción:**

La cocción consiste en someter los ladrillos previamente secados a condiciones de alta temperatura por tiempos prolongados en hornos, con el fin de que adquieran sus propiedades mecánicas y físicas, ya que la arcilla sin cocer tiene propiedades muy bajas. Con este proceso no sólo consiguen las propiedades físicas y mecánicas sino también la apariencia final (Barranzuela, 2014).

Las fases de cocción en el horno son tres: precalentamiento, cocción y enfriamiento (ver figura 01). En la primera fase se elimina paulatinamente el agua impregnada en la arcilla. El agua es removida por aire continuamente renovado y aumenta constantemente la temperatura, el precalentamiento se considera terminado cuando toda la masa alcanza los 100 °C (Barranzuela, 2014).

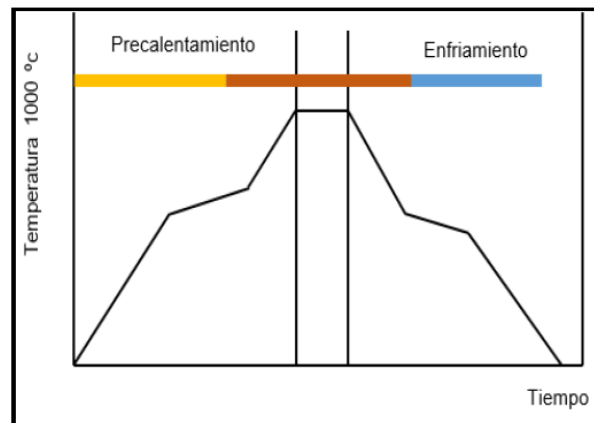


Figura 1 Ciclo de cocción típico de un producto de arcilla.  
Fuente: Teran, 2013.

#### 2.2.4. Usos y propiedades de los ladrillos de arcilla:

##### a. Usos:

Según Pajuelo, 2008, describe los diferentes usos del ladrillo.

- **Usos del ladrillo en ambiente urbano:** El ladrillo brinda buenos resultados estilísticos además es práctico y permite diversas técnicas constructivas. Por sus propiedades, el ladrillo permite un lugar fresco en clima cálido y abrigado en clima frío.
- **Usos del ladrillo en ambiente rural:** Por sus características de resistencia y durabilidad, el ladrillo es un material excelente para construir en zona rural.
- **Usos del ladrillo en estructuras:** El ladrillo ha demostrado poseer una fortaleza superior para soportar estructuras. Además debe de tomarse en cuenta que conserva una apariencia que armoniza estilísticamente.
- **Usos del ladrillo en áreas de alto tránsito:** el ladrillo es un material que ha sido utilizado extensamente en la construcción de calzadas, espacios comunes, pasillos y otras zonas consideradas como de alto tránsito.

Según la norma, E.070, 2006.

- Sin materias extrañas.
- De color uniforme.
- Sin rajaduras o grietas.
- Debe tener un sonido metálico al golpearlo.
- Variabilidad dimensional.

**b. Propiedades de los ladrillos:**

Según Somayaji, 2001, describe las propiedades de los ladrillos.

- **Color:** Depende de su composición química de la materia prima y de la intensidad del quemado. De todos los óxidos comúnmente encontrados en las arcillas, el hierro tiene el mayor efecto sobre el color.
- **Textura:** Es el efecto en la superficie o la apariencia que presenta la unidad como resultado de la forma de elaboración.

**c. Propiedades en ingeniería:**

Las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de arcillas son las siguientes (Gallegos, 2005).

**2.2.5. Relacionadas con la resistencia estructural:**

- **Resistencia a la compresión:** Propiedad mecánica que le permite al ladrillo soportar a compresión.
- **Variabilidad dimensional:** con relación a la unidad nominal, o mejor con relación a la unidad promedio y principalmente, la variabilidad de la altura de la unidad.

- **Alabeos**, medidos como concavidades o convexidades en las superficies de asiento.
- **Succión**, o velocidad inicial de absorción en la cara de asiento.

#### 2.2.6. Relacionadas con la durabilidad:

Según Gallegos, 2005, menciona:

- **Absorción**: Propiedad física que hace referencia a la capacidad de retener una sustancia (agua) en estado líquido.
- **Resistencia a la congelación**: Capacidad de los ladrillos de soportar bajas temperaturas sin perder sus propiedades ni sufrir fracturas.
- **Resistencia al fuego**: Propiedad física de los ladrillos que consiste en soportar altas temperaturas sin sufrir daños.
- **Aislamiento térmico**: Propiedad física que no permite la transferencia de calor, ya que tiene una baja conductividad térmica.

#### 2.2.7. Clasificación de los ladrillos:

De acuerdo a sus propiedades, el Reglamento Nacional de Edificaciones, clasifica al ladrillo en cinco tipos (E.070, 2006).

- **Tipo I**: Resistencia y durabilidad muy bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.
- **Tipo II**: Resistencia y durabilidad bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicios moderadas.



- **Tipo III:** Resistencia y durabilidad media. Apto para construcciones de albañilería de uso general.
- **Tipo IV:** Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.
- **Tipo V:** Resistencia y durabilidad muy altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

La Norma Técnica Peruana 331.017 (2003), clasifica a los ladrillos de arcilla, en cuatro tipos, tal como sigue:

- **Tipo 21:** Para uso donde se requiera alta resistencia a la compresión y resistencia a la penetración de la humedad y a la acción severa del frío.
- **Tipo 17:** Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión y resistencia a la acción del frío y a la penetración de la humedad.
- **Tipo 14:** Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.
- **Tipo 10:** Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.

#### 2.2.8. Usos aplicaciones y propiedades del vidrio:

Según Hidalgo, 2013, menciona que el vidrio es un material con múltiples aplicaciones en diversas áreas, como: el campo cotidiano, el industrial y el plano científico. Su uso no solo es estético y comercial, ya que su aplicación ha permitido desarrollar numerosos experimentos claves a lo largo de la historia como: el cultivo

de microbios, la invención de tubo de rayos catódicos y el desarrollo de telescopios, microscopios, lentes fotográficos; por mencionar grupos.

El tipo de vidrio que representa el mayor porcentaje de la producción mundial, es la sílice – sódico - cálcico. Dentro de sus aplicaciones más comunes se tiene su uso como elemento constructivo en ventanas, puertas, vitrinas, espejos, etc; en recipientes, en elementos decorativos tales como botellas, vasos, jarros, etc.

**a. Propiedades:** (Saumell, 2014)

Los vidrios pueden tener propiedades ópticas, mecánicas y térmicas, muy diversas según su composición química y tratamientos térmicos. En general, el vidrio se caracteriza por ser un material duro, frágil, transparente y resistente a la corrosión, al desgaste y a la compresión. Las propiedades medias para los vidrios silíceos- cálcicos de uso cotidiano.

**2.2.9. Requisitos básicos dados por la norma E.070:**

Tabla 1

Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Características a compresión $f_c$ mínimo en Mpa (Kg/cm <sup>2</sup> )sobre área bruta
	Hasta 100mm	Hasta 150mm	Más de 150mm		
Ladrillo I	±8	±6	±4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	±7	±6	±4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	±5	±4	±3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	±4	±3	±2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	±3	±2	±1	2	17,6 (180)

**Fuente:** Norma Técnica Peruana E.070, 2006.

Tabla 2  
 Tipo de unidad de albañilería para fines estructurales

Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales			
TIPO	ZONA Sísmica 2 Y 3		ZONA Sísmica 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal	NO	Si, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	SI	Sí	Sí
	Celdas totalmente rellenas con grout	Celdas parcialmente rellenas con grout	Celdas totalmente rellenas con grout
Hueca	NO	NO	Sí
Tubular	NO	NO	Si, hasta 2 pisos

Fuente: Norma Técnica Peruana E.070, 2006.

Tabla 3  
 Variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión y densidad

Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales			
TIPO	ZONA Sísmica 2 Y 3		ZONA Sísmica 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal	NO	Si, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	SI	Sí	Sí
	Celdas totalmente rellenas con grout	Celdas parcialmente rellenas con grout	Celdas totalmente rellenas con grout
Hueca	NO	NO	Sí
Tubular	NO	NO	Si, hasta 2 pisos

Fuente: Norma Técnica Peruana E.070, 2006.

### 2.2.10. Requisitos complementarios: absorción y coeficiente de saturación.

Tabla 4

Requisitos complementarios: absorción y coeficiente de saturación

TIPO	ABSORCIÓN (máx. en %)	COEFICIENTE DE SATURACIÓN (máximo)(2)
I	Sin Límites	Sin Límites
II	Sin Límites	Sin Límites
III	25	0,90
IV	22	0,88
V	22	0,88

Fuente: INTINTEC, 1978.

### 2.3. Definición de términos

- **Arcilla:** Las arcillas son constituyentes esenciales de gran parte del suelo y sedimentos debido a que son, en su mayor parte, productos finales de la meteorización de los silicatos que, formados a mayores presiones y temperaturas, en el medio exógeno se hidrolizan (Romero, s.f).
- **Ladrillo:** Se denomina ladrillo a aquella unidad cuyas dimensiones permitan que pueda ser manipulada con una sola mano; y bloque, a aquella que requiera de ambas manos para su manipulación (E.070, 2006).
- **Resistencia:** La capacidad de un sólido para soportar presiones y fuerzas aplicadas sin quebrarse, deformarse o sufrir deterioros (Zanchetta, 2014).
- **Secado:** El secado tiene la finalidad de eliminar el agua agregada en la fase de moldeado de esta manera, poder pasar a la fase de cocción (Franco, 2008).

- **Cocción:** Se realiza en hornos de túnel, que en algunos casos pueden llegar a medir hasta 120 m de longitud y donde la temperatura de la zona de cocción oscila entre 900 °C y 1000 °C (Franco, 2008).
- **Durabilidad:** La durabilidad es la capacidad de materiales y componentes de conservar las características y funcionalidad para la que fue seleccionado durante su vida útil prevista (Virginia, 2014).
- **Vidrio:** El vidrio es duro, frágil y transparente o translúcido, sin estructura cristalina, obtenido por la fusión de arena silícea con potasa, que es moldeable a altas temperaturas (Saumell, 2014).
- **Peso:** Es la fuerza de la gravedad sobre el objeto y se puede definir como el producto de la masa por la aceleración de la gravedad (Hyperphysics, 2014).
- **Color:** El color es una experiencia visual, una impresión sensorial que recibimos a través de los ojos, independiente de la materia colorante de la misma (Orozco, 2006).
- **Compresión:** Esfuerzo máximo que presenta un material a la compresión sin romperse (Parro, 2014).
- **Textura:** Es el elemento visual que sirve frecuentemente de “doble” de las cualidades de otro sentido, el tacto. Pero en realidad la textura podemos apreciarla y reconocerla ya sea mediante el tacto, la vista o mediante ambos sentidos (Arquitectura, 2014).

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general:**

Existe una Influencia del vidrio triturado en la resistencia a la compresión en los ladrillos de arcilla de la provincia de Chupaca.

### **2.4.2. Hipótesis específicas:**

- i) La absorción de los ladrillos de arcilla influye con diferentes proporciones de vidrio triturado de en la provincia de Chupaca.
- j) La succión de los ladrillos de arcilla incluye con diferentes proporciones de vidrio triturado de en la provincia de Chupaca.
- k) La variación de dimensiones influye en los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado en la provincia de Chupaca.
- l) El alabeo de los ladrillos de arcilla influye con diferentes proporciones de vidrio triturado en la provincia de Chupaca.

## **2.5. Variables:**

### **2.5.1. Definición conceptual de la variable:**

- **Variable independiente**

**Porcentaje de vidrio triturado adicionado:** el porcentaje que se define para las proporciones adecuadas se definen en variación al volumen del ladrillo que se utilizara como elemento de prueba, el vidrio triturado se criba para eliminar las piezas con tamaños superiores al permitido, y realice una adecuada compactación de los materiales,

- **Variable dependiente**

**Resistencia a la compresión:** es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de

área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm<sup>2</sup>, MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi)

### 2.5.2. Operacionalización de la variable:

Tabla 5

Operacionalización de la variable independiente.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICE ITEM
Porcentaje de vidrio triturado adicionado:	Tipo de vidrio	Calidad de vidrio	Porcentaje
La resistencia a la compresión:	Propiedades estructurales	Resistencia a la compresion axial	Ensayo a la compresion (kg/cm <sup>2</sup> )
	Aspectos visuales	Dimensiones	Centimetros
		Peso	Kg
	Textura y color		Observacion visual

Fuente propia

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Método de investigación

La presente investigación consideró el método científico, debido a que este proporciona una serie de pasos ordenados y sistematizados para generar conocimiento confiable, el cual inicia en la observación, continua con el planteamiento del problema, el planteamiento de las hipótesis, realiza la experimentación y termina en las conclusiones para el tema estudiado” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

#### 3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación que fue considerado en la presente tesis fue de tipo aplicada, debido a que para generar nuevo conocimiento se ha utilizado teorías existentes

referente a la teoría de para la elaboración de los ladrillos artesanales, todo esto con la finalidad de proponer la mejor alternativa para la construcción ante un problema real.

### 3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación de la presente tesis fue el descriptivo correlacional, debido a que se caracterizó un fenómeno o situación, y ver su relación entre las 2 variables y como afecta uno a otro y su nivel de significancia” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

### 3.4. Diseño de Investigación

El diseño de investigación que fue considerada con la presente investigación fue la pre-experimental, debido que se experimentaron un conjunto de ladrillos con la adición de vidrio triturado, y compararlos con los ladrillos originales, para una mejor compresión se presenta el siguiente modelo:

$$O_1 \times O_2$$

Donde:

$x$ = variable independencia

$O_1$ = Medicion Pre-experimental de la variable independiente

$O_2$ = Medicion Post-experimental de la variable independiente

### 3.5. Población y muestra

#### 3.5.1. Población

Para Hernández Sampieri, (2014), “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (pág. 65). La población está representada por 50 ladrillos artesanales de arcilla con un porcentaje de vidrio triturado.

#### 3.5.2. Muestra

El tipo de muestreo fue el no aleatorio o no probabilístico o dirigido y que para efectos de esta investigación estuvo comprendido La muestra que se tomó para el estudio fue en función a la norma E.070 de albañilería. Se utilizó 50 ladrillos de arcilla adicionados un porcentaje de vidrio triturado.



### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se realizará visitas de campo en las fabricas de ladrillos artesanales de arcilla en el de Huamanca chico en la provincia de chupaca con la finalidad de observar y describir el procedimiento que se utiliza para su elaboración.

Teniendo en cuenta el procedimiento observado, se elaborarán los ladrillos artesanales de arcilla con una adición de 5%, 10%, 15% y 20% de vidrio triturado en reemplazo parcial de la arcilla.

### **3.7. Procesamiento de la información:**

#### **3.7.1. Trabajo de campo:**

Para la ejecución de la investigación se realizó visitas a campo con la finalidad de obtener información referente a los parámetros que el método exige, basada en una ficha de campo y posterior se realizó la recolección de muestras, mediante especimenes recolectados en la empresa de fabricacion Ibarram asi como las notas en campos de las proporciones que proponen para la evaluacion.

#### **3.7.2. Trabajo de gabinete:**

Se utilizará para el procesamiento de los datos obtenidos en campo atreves de software especializados, para una mejor comprensión y tabulación de los valores obtenidos.

### **3.8. Procesamiento de la información**

El procesamiento de la información se realizó desde un enfoque del tipo cuantitativo, por lo que para la organización de los datos recolectados se utilizaron matrices de tabulación, junto a esquemas gráficos que facilitaron la interpretación de datos.

**3.9. Técnicas y análisis de datos:**

La información obtenida en los ensayos realizados será comparada con los resultados de los ladrillos de arcilla tradicionales con la finalidad de observar la influencia del vidrio triturado en la elaboración de ladrillos artesanales de arcilla, para lo cual se realizarán cuadros comparativos en hojas de calculo en el software Microsoft Excel.

## CAPÍTULO IV RESULTADOS

### 4.1. Control de calidad de los materiales:

Como ya es de saber, los principales materiales que se utilizan para la fabricación de ladrillos son la arcilla y el agua potable, pero en esta investigación se va añadir un porcentaje de vidrio triturado en reemplazo parcial del peso de la arcilla con la finalidad de reforzar sus propiedades físicas y químicas.

#### 4.1.1. Control de calidad de la arcilla:

Un ladrillo que presente características aceptables para la construcción se debe fabricar con un suelo que contenga como mínimo 50% de arcilla, debido a que brinda resistencias a la compresión mayores a 5.00Mpa.

Por lo descrito anteriormente, se realizará el control de calidad del suelo que se va utilizar para la fabricación de los ladrillos para esta investigación.

#### 4.1.2. Limite liquido:

El límite líquido de la muestra analizada es igual a 38.50%, el cual fue obtenida teniendo en consideración la NTP 339.129, el resumen del ensayo se muestra a continuación:

Tabla 6  
Resumen del ensayo de limite liquido

MUESTRA	1	2	3	4
N° de golpes	34	28	21	15
Peso del recipiente + muestra húmeda	65.00	48.30	66.00	67.20
Peso del recipiente + muestra seca	51.60	38.90	50.80	51.00
Peso del recipiente	14.30	14.40	14.40	14.30
Peso del suelo seco	37.30	24.50	36.40	36.70
Peso del agua	13.40	9.40	15.20	16.20
Contenido de humedad (%)	35.92	38.37	41.76	44.14

**Fuente:** Elaboración propia.

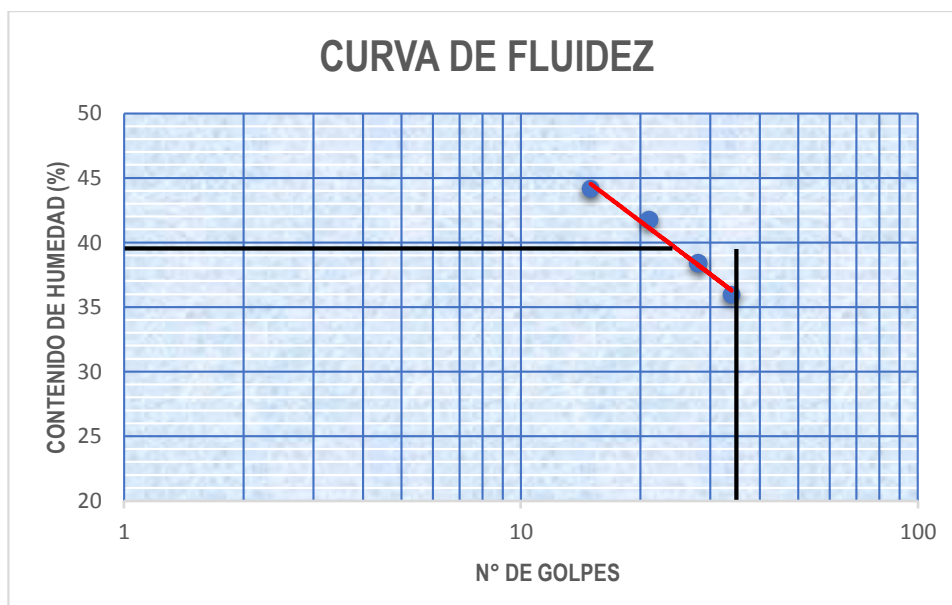


Figura 2 Curva de fluidez  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.3. Límite plástico:

Se determinó el límite plástico de la muestra de suelo analizada teniendo en consideración las especificaciones descritas en la NTP 339.129, el cual es igual a 24.51%, en la siguiente tabla podemos observar el cálculo realizado de forma resumida.

Tabla 7  
Resumen del ensayo de límite plástico

MUESTRA	1	2	3
Límite plástico	24.51		
Peso del recipiente + muestra húmeda	44.90	43.50	45.10
Peso del recipiente + muestra seca	39.70	38.70	39.80
Peso del recipiente	19.10	18.50	18.20
Peso del suelo seco	20.60	20.20	21.60
Peso del agua	5.20	4.80	5.30
Contenido de humedad (%)	25.24	23.76	24.54

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.4. Índice de plasticidad:

Según la NTP 339.129, el índice de plasticidad se determina aplicando la siguiente ecuación:

$$IP = LL - LP \dots\dots (1)$$

Donde:

IP: Índice de plasticidad (%).

LL: Limite liquido (%).

LP: Limite plástico (%).

Reemplazando un límite liquido igual a 38.50% y un límite plástico igual a 24.51% en la ecuación n° 01, obtenemos un índice de plasticidad igual a 13.99%.

#### 4.1.5. Granulometría:

En ensayo de granulometría fue realizada teniendo en consideración la NTP 400.012, con un peso de muestra inicial de 1000Gr, los resultados se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 8  
Ensayo de granulometría

TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (Gr)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO QUE PASA (%)
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	22.60	2.26	97.74
3/8"	9.525	37.70	3.77	93.97
N° 4	4.760	51.90	5.19	88.78
N° 10	2.000	72.50	7.25	81.53

N° 20	0.840	57.10	5.71	75.82
N° 40	0.426	71.80	7.18	68.64
N° 200	0.074	111.50	11.15	57.49
< 200		574.90	57.49	0.00
<b>PESO INICIAL (Gr)</b>	<b>1000.00</b>	<b>100.00</b>		

Fuente: Elaboración propia.

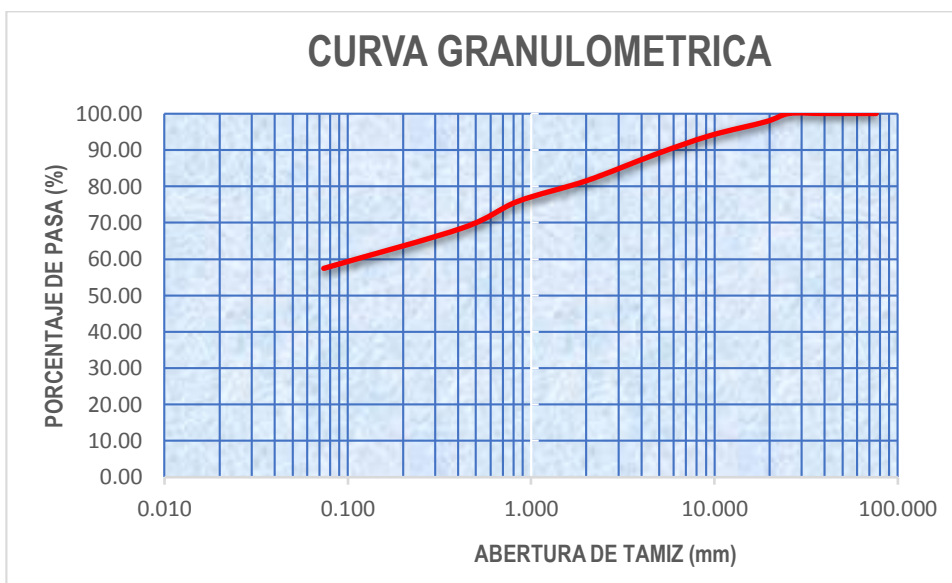


Figura 3 Curva granulométrica

Fuente: Elaboración propia.

En ensayo de granulometría determino que la muestra analizada contiene un 11.22% de grava, 31.29% de arena y 57.49% de arcilla.

#### 4.1.6. Clasificación de suelo según SUCS:

La clasificación de suelo fue determinada aplicando el límite líquido igual a 38.50% y el índice de plasticidad igual a 13.99% en la carta de plasticidad de Casagrande, obteniendo una simbología de CL el cual corresponde a arcillas inorgánicas.

El tipo de suelo CL (arcillas inorgánicas) es ideal para la fabricación de ladrillos debido a que sus propiedades físicas y químicas brindan una mejor resistencia a la compresión, disminuyen la absorción y succión de agua, su plasticidad permite una mejor manipulación al momento de moldear, etc.

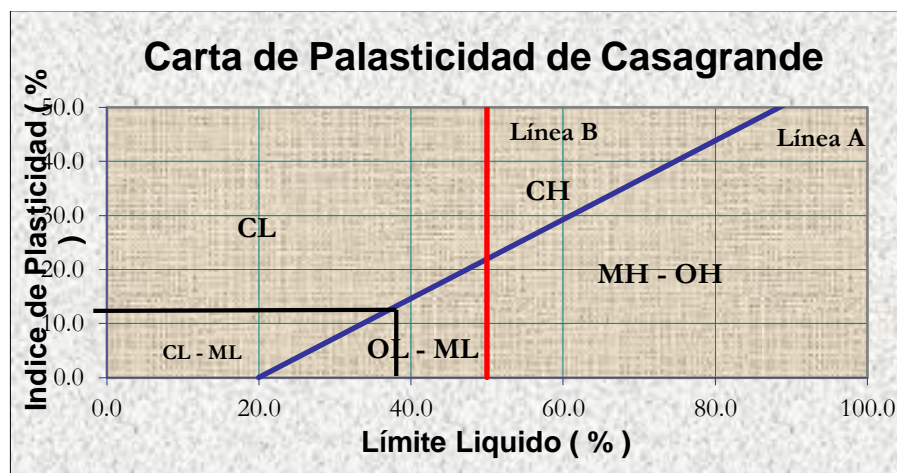


Figura 4 Carta de plasticidad de Casagrande

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.6.1. Control de calidad del agua:

El agua apta para la fabricación de los ladrillos debe estar libre de cantidades dañinas de sales, aceites, ácidos, álcalis, materia orgánica, mineral y otras impurezas que puedan reducir su resistencia, durabilidad o calidad, los valores aceptables de estas propiedades se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 9

Propiedades para el control de calidad del agua

DESCRIPCIÓN	VALOR ACEPTABLE
Cloruros	50ppm
Sulfatos	300ppm
Sales de magnesio	150ppm
Sales solubles	1500ppm
Solidos en suspensión	1500ppm
Material orgánico	10ppm
Ph	Mayor a 7

**Fuente:** Elaboración propia.

Se utilizará agua potable para el consumo humano en la fabricación de los ladrillos, debido a que cumplen con las propiedades para el control de calidad descritas en la tabla anterior.

#### 4.1.6.2. Control de calidad del vidrio:

En nuestro país no existe una norma que especifique el control de calidad del vidrio para la fabricación de ladrillos, por lo tanto, en esta investigación se propone el uso de vidrio reciclado que provenga de ventanas rotas, botellas desechadas, etc., esto con la finalidad de reducir la contaminación ambiental, los cuales deben ser transparentes para no alterar el color de los ladrillos.

#### 4.2. Dosificación de los materiales:

Los ladrillos que serán fabricados en esta investigación contarán con las dimensiones mostradas en la siguiente tabla, los cuales fueron definidos teniendo en consideración las especificaciones técnicas de proveedores de nuestra región.

Tabla 10  
Dimensiones de los ladrillos

DESCRIPCIÓN	MEDIDA
Largo	23.50Cm
Ancho	12.50Cm
Altura	9.00Cm
Área	293.75Cm <sup>2</sup>
Volumen	2643.75Cm <sup>3</sup>
Peso	2850Gr

Fuente: Elaboración propia.

La dosificación de los materiales para la fabricación de los ladrillos se puede observar en la siguiente tabla:



Tabla 11  
Dosificación por unidad de ladrillo

MATERIALES	PORCENTAJE DE VIDRIO MOLIDO			
	0.00%	5.00%	10.00%	15.00%
Arcilla (Kg)	2.80	2.66	2.52	2.38
Agua (Kg/m <sup>3</sup> )	1.85	1.85	1.85	1.85
Vidrio triturado (Kg)	0.00	0.14	0.28	0.42

Fuente: Elaboración propia.

### 4.3. Especificaciones para el control de calidad de los ladrillos:

#### 4.3.1. Absorción:

##### A. Materiales:

- Cinco ladrillos con diferentes proporciones de materiales.
- Balanza con una precisión de 0,50Gr.
- Recipiente de agua.
- Horno a una temperatura entre 110°C y 115°C.

##### B. Procedimiento:

- Los ladrillos se sumergen en un recipiente con agua por 24 horas, debemos asegurarnos que la temperatura este entre 15°C y 30°C.
- Trascurrido el tiempo, los ladrillos son sacados del recipiente y pesados en la balanza para determinar su peso saturado.
- Luego se colocan los ladrillos en el horno a una temperatura que oscile entre 110°C y 115°C por un tiempo mínimo de 24 horas, posteriormente son retirados y pesados en la balanza para determinar su peso seco.
- La absorción es determinada mediante la siguiente ecuación:

$$Ab = \frac{Ws - Wd}{Wd} \dots\dots (2)$$

Donde:

Ws: Peso saturado (Gr).

Wd: Peso seco (Gr).

### C. Especificaciones para el control de calidad:

La NTP 331.017 nos brinda los límites máximos para el control de calidad con respecto a la absorción de los ladrillos, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 12  
Absorción y coeficiente de saturación máximo

<b>TIPO</b>	<b>ABSORCIÓN MÁXIMA (%)</b>	<b>COEFICIENTE DE SATURACIÓN MÁXIMO</b>
I	Sin limite	Sin limite
II	Sin limite	Sin limite
III	25	0.90
IV	22	0.88
V	22	0.88

Fuente: NTP 331.017.

#### 4.3.2. Succión:

##### A. Materiales:

- Cinco ladrillos con diferentes proporciones de materiales.
- Balanza con una precisión de 0,50Gr.
- Recipiente de agua.
- Horno a una temperatura entre 110°C y 115°C.

##### B. Procedimiento:

- Sumergir los ladrillos en el recipiente de agua por un mínimo de 24horas.
- Retirar los ladrillos sumergidos y determinar su peso húmedo en la balanza.
- Introducir los ladrillos en el horno a una temperatura que oscile entre los 110°C y 115°C, dejarlos por un mínimo de 24horas.
- Retirar los ladrillos del horno y determinar su peso seco en la balanza.
- La succión se determinar mediante la siguiente ecuación:

$$Su = \frac{Ph-Ps}{A} * 200 \dots\dots (3)$$

Donde:

Su: Succión (Gr/cm2).

Ph: Peso húmedo (Gr).

Ps: Peso seco (Gr).

A: Área del ladrillo (Cm2)

### C. Especificaciones para el control de calidad:

En la siguiente tabla brindada por la NTP 331.017 podemos observar la succión promedio según el tipo de ladrillo:

Tabla 13  
Succión promedio

TIPO	SUCCIÓN PROMEDIO (Gr/200cm2)
I	61
II	66
III	53
IV	No se obtuvo valores
V	38

Fuente: NTP 331.017.

### 4.3.3. Variación de dimensiones:

#### A. Materiales:

- Regla de acero graduada de 30Cm.

#### B. Procedimiento:

- Elegir cinco unidades que se encuentren secas.
- Las dimensiones (largo, ancho y altura) se miden de ambos extremos y ambas caras.

#### C. Especificaciones para el control de calidad:

La norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones nos brinda las especificaciones técnicas para el control de la variación de dimensiones, alabeo y resistencia a la compresión de los ladrillos, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 14

Variación de dimensiones, alabeo y resistencia a la compresión máximos

TIPO	VARIACIÓN DE LAS DIMENSIONES			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Hasta 10cm	Hasta 15cm	Mas de 15cm		
Ladrillo I	±8	±6	±4	10	60
Ladrillo II	±7	±6	±4	8	70
Ladrillo III	±5	±4	±3	6	95
Ladrillo IV	±4	±3	±2	4	130
Ladrillo V	±3	±2	±1	2	180

Fuente: Norma E.070 del RNE.

#### 4.3.4. Alabeo:

##### A. Materiales:

- Regla graduada de acero con divisiones de 1mm.
- Cuña de medición con divisiones de 1mm, con dimensiones de 60mm de longitud, 12,50mm de ancho y 12,50mm de espesor en un extremo.

##### B. Procedimiento:

- Se coloca un ladrillo en una mesa plana.
- El procedimiento depende del tipo de alabeo, si es cóncavo se introduce la cuña metálica en la zona donde presenta mayor flecha, si es convexo se acomoda una regla metálica hasta que las medidas de los extremos sean iguales.
- La concavidad y convexidad se miden con una regla y una cuña graduada, expresándose en milímetros.

##### C. Especificaciones para el control de calidad:

Se aplica la tabla mostrada en el ítem 4.3.3.C., lo que corresponde al control de alabeo.

#### 4.3.5. Resistencia a la compresión:

##### A. Materiales:

- Máquina para realizar la resistencia a la compresión axial, marca Forney de serie 10165 y con una capacidad de 250000lbs.
- Cinco unidades de ladrillo con diferentes proporciones de materiales.

##### B. Procedimiento:

- Los ladrillos fueron ensayados con el centroide de sus superficies de apoyo alineada verticalmente con el centro de empuje de la rótula de la máquina, la carga se aplicó en la dirección de su menor dimensión.

- Se unió la carga hasta la mitad de la máxima prevista a cualquier velocidad proveniente, después se ajustó los controles de la máquina para dar un recorrido uniforme del cabezal móvil.
- La resistencia a la compresión axial se calculará con la siguiente ecuación:

$$\sigma = Pmax * A..... (4)$$

Donde:

$\sigma$ : Resistencia a la compresión axial (Kg/cm<sup>2</sup>).

Pmax: Carga a la rotura (Kg).

A: Área de los ladrillos (Cm<sup>2</sup>)

### C. Especificaciones para el control de calidad:

Se aplica la tabla mostrada en el ítem 4.3.3.C., lo que corresponde al control de resistencia a la compresión.

### 4.4. Elaboración de los ladrillos sin y con vidrio triturado:

Se fabricaron 10 ladrillos por cada proporción descrita anteriormente haciendo un total de 40 ladrillos, para lo cual se consideró los siguientes pasos:

#### 4.4.1. Maduración:

Antes de incorporar la arcilla al ciclo de producción hay que someterla a ciertos tratamientos de trituración, homogeneización y reposo al aire libre, para obtener una adecuada consistencia, secado tangente y uniformidad de las características físicas y químicas deseadas.

El reposo a la intemperie tiene la finalidad de facilitar el desmenuzamiento de los terrones y la disolución de los nódulos para impedir las aglomeraciones de partículas arcillosas. La exposición a la acción atmosférica (aire, lluvia, sol, hielo, etc.) favorece además la descomposición de la materia orgánica que pueda estar presente y permite la purificación química y biológica del material. De esta manera se obtiene un

material completamente inerte y poco dado a posteriores transformaciones mecánicas o químicas.

#### 4.4.2. **Pre - elaboración:**

Después de la maduración, que se produce en la zona de acopio, sigue la fase de pre - elaboración, que consiste en una serie de operaciones que tienen la finalidad de purificar y refinar la materia prima. Los instrumentos utilizados para un tratamiento puramente mecánico suelen ser:

- **Rompe - terrones:** Sirve para reducir las dimensiones de los terrones hasta un diámetro de entre 15mm y 30mm.
- **Eliminador de piedras:** Constituido generalmente por dos cilindros que giran a diferentes velocidades, capaces de separar la arcilla de las piedras.
- **Desintegrador:** Se encarga de triturar los terrones de mayor tamaño, más duros y compactos, por la acción de una serie de cilindros dentados.
- **Laminador refinador:** Está formado por dos cilindros rotatorios lisos montados en ejes paralelos con una separación de 1mm a 2mm por el cual se hace pasar la arcilla sometiéndola a un aplastamiento y un planchado que hacen aún más pequeñas las partículas. En esta última fase se consigue la eventual trituración de los últimos nódulos que pudieran estar todavía en el interior del material.

#### 4.4.3. **Depósito de materia prima procesada:**

Después del pre – elaboración, sigue el depósito de material en silos especiales en un lugar techado, donde el material se homogeneiza definitivamente tanto en apariencia como en características físico - químicas.

#### 4.4.4. **Humidificación:**

El material homogéneo es retirado de los silos y llevado a un laminador refinador y posteriormente a un mezclador donde se humedece agregando agua de poco en poco hasta obtener la humedad precisa.

#### 4.4.5. **Moldeado:**

El moldeado consiste en hacer pasar la mezcla de arcilla por una boquilla que consiste en una plancha perforada que tiene la forma del objeto que se quiere producir. Este proceso se realiza en caliente utilizando vapor saturado de 130°C y a presión reducida.

#### 4.4.6. **Secado:**

Es una de las fases más delicadas del proceso de producción, debido a que depende el buen resultado y calidad del material, principalmente en lo que respecta a la ausencia de fisuras. El secado tiene la finalidad de eliminar el agua agregada en la fase de moldeado para poder pasar a la fase de cocción.

Esta fase se realiza en secaderos que pueden ser de diferentes tipos, algunas veces se realiza de forma circular aire de un extremo a otro por el interior del secadero y otras veces es el material el que circula por el interior del secadero sin inducir corrientes de aire.

#### 4.4.7. **Cocción:**

Se realiza en hornos de túnel, que en algunos casos pueden llegar a medir hasta 120m de longitud, donde la temperatura oscila entre 900°C y 1000°C, en su interior la temperatura varía de forma continua y uniforme. El material secado se coloca en paquetes estándar y es introducido por una de los extremos del túnel y saliendo por el extremo opuesto una vez terminado el proceso.

Durante la cocción se produce la sinterización, lo cual hace que esta sea una de las fases cruciales del proceso en lo que respecta a la resistencia del ladrillo.



#### 4.4.8. Almacenaje:

El proceso de embalaje consiste en envolver los paquetes con cintas de plástico o de metal, de modo que puedan ser depositados en lugares de almacenamiento hasta que sean llevados a la obra.

#### 4.5. Control de calidad de los ladrillos:

El control de calidad de los ladrillos fabricados se realizará mediante el ensayo de absorción, succión, variación de dimensiones, ensayo de alabeo y ensayo de resistencia a la compresión de cada proporción determinada anteriormente.

##### 4.5.1. Ladrillos con 0.00% de vidrio triturado:

##### 4.5.1.1. Absorción:

En ensayo de absorción para los ladrillos con 0.00% de vidrio triturado se realizó en cinco muestras, de los cuales se obtuvo 14.42%, 13.27%, 15.18%, 15.56% y 15.99% respectivamente, el resumen de los cálculos obtenidos se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 15

Absorción para ladrillos con 0.00% de vidrio triturado

DESCRIPCION	NUMERO DE MUESTRA				
	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04	N° 05
Peso seco (Ws)	4.23	4.52	4.15	4.37	4.44
Peso saturado (Wa)	4.84	5.12	4.78	5.05	5.15
Absorción (%)	14.42	13.27	15.18	15.56	15.99
Promedio de absorción (%)	14.89				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que el promedio de la absorción de las cinco muestras analizadas es igual a 14.89%.

#### 4.5.1.2. **Succión:**

Se analizaron 5 muestras de ladrillo fabricados con 0.00% de vidrio triturado, de los cuales se obtuvieron succiones iguales a 18.99Gr/cm<sup>2</sup>, 28.47Gr/cm<sup>2</sup>, 27.23Gr/cm<sup>2</sup>, 33.68Gr/cm<sup>2</sup> y 48.57Gr/cm<sup>2</sup> respectivamente, el cálculo realizado se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 16  
Succión para ladrillos con 0.00% de vidrio triturado

<b>MUESTRA</b>	<b>LARGO (Cm)</b>	<b>ANCHO (Cm)</b>	<b>PESO SECO (Gr)</b>	<b>PESO HUMEDO (Gr)</b>	<b>SUCCION (Gr/cm<sup>2</sup>)</b>
1	23.55	12.52	2820	2848	18.99
2	23.51	12.55	2815	2857	28.47
3	23.50	12.50	2823	2863	27.23
4	23.60	12.58	2831	2881	33.68
5	23.53	12.60	2819	2891	48.57

**Fuente:** Elaboración propia.

El promedio de la succión de los ladrillos con 0.00% de vidrio triturado es igual a 31.39%.

#### 4.5.1.3. **Variación de dimensiones:**

Como se mencionó anteriormente, las dimensiones de los ladrillos son de 23.50cm de largo, 12.50cm de ancho y 9.00cm de alto, en la siguiente tabla se puede observar las medidas de las cinco muestras analizadas con 0.00% de vidrio triturado:

Tabla 17  
Variación de dimensiones para ladrillos con 0.00% de vidrio triturado

<b>MUESTRA</b>	<b>LARGO (Cm)</b>	<b>ANCHO (Cm)</b>	<b>ALTO (Cm)</b>	<b>PESO (Gr)</b>
----------------	-----------------------	-----------------------	----------------------	----------------------

1	23.55	12.52	9.00	2820.00
2	23.51	12.55	9.00	2815.00
3	23.50	12.50	9.10	2823.00
4	23.60	12.58	9.12	2831.00
5	23.53	12.60	9.05	2819.00

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla anterior, la muestra n° 04 es la que presenta mayor variación de dimensiones, siendo estos iguales a 0.10cm de largo, 0.08cm de ancho y 0.12cm de alto, los cuales son menores a los máximos permisibles para ladrillos de clase V.

#### 4.5.1.4. Alabeo:

El control de alabeo se realizó para concavidad y convexidad en los ladrillos con 0.00% de vidrio triturado, los resultados se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 18  
Alabeo para ladrillos con 0.00% de vidrio triturado

<b>MUESTRA</b>	<b>CONCAVIDAD (mm)</b>	<b>CONVEXIDAD (mm)</b>
1	2.00	1.00
2	3.00	1.00
3	4.00	0.00
4	4.00	0.00
5	2.00	0.00
6	2.00	2.00
7	3.00	0.00
8	1.00	1.00
9	1.00	0.00
10	1.00	0.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.30</b>	<b>0.50</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que el promedio de concavidad y convexidad son iguales a 2.30mm y 0.50mm respectivamente.

#### 4.5.2. Resistencia a la compresión:

Las cinco muestras analizadas fueron sometidas a una máquina de 250000Lb de capacidad con la finalidad de realizar en ensayo de resistencia a la compresión, de los cuales se obtuvieron valores de 121.38Kg/cm<sup>2</sup>, 117.78Kg/cm<sup>2</sup>, 124.20Kg/cm<sup>2</sup>, 118.62Kg/cm<sup>2</sup> y 122.21Kg/cm<sup>2</sup>, el resumen de los cálculos se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 19  
Resistencia a la compresión para ladrillos con 0.00% de vidrio triturado

MUESTRA	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	AREA (Cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	23.55	12.52	294.85	35789	121.38
2	23.51	12.55	295.05	34752	117.78
3	23.50	12.50	293.75	36485	124.20
4	23.60	12.58	296.89	35217	118.62
5	23.53	12.60	296.48	36234	122.21

Fuente: Elaboración propia.

El promedio de la resistencia a la compresión de las cinco muestras analizadas es igual a 120.84Kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.5.3. Ladrillos con 5.00% de vidrio triturado:

##### 4.5.3.1. Absorción:

En ensayo de absorción para los ladrillos con 5.00% de vidrio triturado se realizó en cinco muestras, de los cuales se obtuvo 12.69%, 13.64%, 13.33%, 14.94% y 13.14% respectivamente, el resumen de los cálculos obtenidos se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 20  
Absorción para ladrillos con 5.00% de vidrio triturado

DESCRIPCION	NUMERO DE MUESTRA				
	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04	N° 05
Peso seco (Ws)	4.57	4.62	4.50	4.35	4.72
Peso saturado (Wa)	5.15	5.25	5.10	5.00	5.34
Absorción (%)	12.69	13.64	13.33	14.94	13.14
Promedio de absorción (%)	<b>13.55</b>				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que el promedio de la absorción de las cinco muestras analizadas es igual a 13.55%.

#### 4.5.3.2. **Succión:**

Se analizaron 5 muestras de ladrillo fabricados con 5.00% de vidrio triturado, de los cuales se obtuvieron succiones iguales a 49.02Gr/cm<sup>2</sup>, 33.40Gr/cm<sup>2</sup>, 40.60Gr/cm<sup>2</sup>, 38.38Gr/cm<sup>2</sup> y 35.50Gr/cm<sup>2</sup> respectivamente, el cálculo realizado se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 21  
Succión para ladrillos con 5.00% de vidrio triturado

MUESTRA	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	PESO SECO (Gr)	PESO HUMEDO (Gr)	SUCCION (Gr/cm <sup>2</sup> )
1	23.50	12.50	2870	2942	49.02
2	22.90	12.55	2923	2971	33.40
3	23.55	12.55	2925	2985	40.60
4	23.25	12.55	2907	2963	38.38
5	23.25	12.60	2885	2937	35.50

Fuente: Elaboración propia.

El promedio de la succión de los ladrillos con 5.00% de vidrio triturado es igual a 39.38%.

#### 4.5.3.3. Variación de dimensiones:

Como se mencionó anteriormente, las dimensiones de los ladrillos son de 23.50cm de largo, 12.50cm de ancho y 9.00cm de alto, en la siguiente tabla se puede observar las medidas de las cinco muestras analizadas con 5.00% de vidrio triturado:

Tabla 22

Variación de dimensiones para ladrillos con 5.00% de vidrio triturado

<b>MUESTRA</b>	<b>LARGO (Cm)</b>	<b>ANCHO (Cm)</b>	<b>ALTO (Cm)</b>	<b>PESO (Gr)</b>
1	23.50	12.50	9.15	2870.00
2	22.90	12.55	9.10	2923.00
3	23.55	12.55	9.00	2925.00
4	23.25	12.55	9.05	2907.00
5	23.25	12.60	9.07	2885.00

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla anterior, la muestra n° 02 es la que presenta mayor variación de dimensiones, siendo estos iguales a -0.60cm de largo, 0.05cm de ancho y 0.10cm de alto, los cuales son menores a los máximos permisibles para ladrillos de clase V.

#### 4.5.3.4. Alabeo:

El control de alabeo se realizó para concavidad y convexidad en los ladrillos con 5.00% de vidrio triturado, los resultados se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 23  
Alabeo para ladrillos con 5.00% de vidrio triturado

<b>MUESTRA</b>	<b>CONCAVIDAD (mm)</b>	<b>CONVEXIDAD (mm)</b>
1	4.00	1.00
2	4.00	1.00
3	4.00	1.00
4	4.00	2.00
5	2.00	1.00
6	2.00	2.00
7	4.00	0.00
8	3.00	2.00
9	2.00	0.00
10	2.00	1.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>3.10</b>	<b>1.10</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que el promedio de concavidad y convexidad son iguales a 3.10mm y 1.10mm respectivamente.

#### 4.5.3.5. Resistencia a la compresión:

Las cinco muestras analizadas fueron sometidas a una máquina de 250000Lb de capacidad con la finalidad de realizar en ensayo de resistencia a la compresión, de los cuales se obtuvieron valores de 124.18Kg/cm<sup>2</sup>, 129.17Kg/cm<sup>2</sup>, 124.69Kg/cm<sup>2</sup>, 125.42Kg/cm<sup>2</sup> y 122.84Kg/cm<sup>2</sup>, el resumen de los cálculos se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 24  
Resistencia a la compresión para ladrillos con 5.00% de vidrio triturado

<b>MUESTRA</b>	<b>LARGO (Cm)</b>	<b>ANCHO (Cm)</b>	<b>AREA (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>CARGA DE ROTURA (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	23.50	12.50	293.75	36478	124.18

2	22.90	12.55	287.40	37123	129.17
3	23.55	12.55	295.55	36852	124.69
4	23.25	12.55	291.79	36597	125.42
5	23.25	12.60	292.95	35985	122.84

Fuente: Elaboración propia.

El promedio de la resistencia a la compresión de las cinco muestras analizadas es igual a 125.26Kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.5.4. Ladrillos con 10.00% de vidrio triturado:

##### 4.5.4.1. Absorción:

En ensayo de absorción para los ladrillos con 10.00% de vidrio triturado se realizó en cinco muestras, de los cuales se obtuvo 12.36%, 12.61%, 12.38%, 12.58% y 11.95% respectivamente, el resumen de los cálculos obtenidos se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 25

Absorción para ladrillos con 10.00% de vidrio triturado

DESCRIPCION	NUMERO DE MUESTRA				
	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04	N° 05
Peso seco (Ws)	4.45	4.60	4.20	4.85	4.35
Peso saturado (Wa)	5.00	5.18	4.72	5.46	4.87
Absorción (%)	12.36	12.61	12.38	12.58	11.95
Promedio de absorción (%)	<b>12.38</b>				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que el promedio de la absorción de las cinco muestras analizadas es igual a 12.38%.



#### 4.5.4.2. **Succión:**

Se analizaron 5 muestras de ladrillo fabricados con 10.00% de vidrio triturado, de los cuales se obtuvieron succiones iguales a 19.74Gr/cm<sup>2</sup>, 24.41Gr/cm<sup>2</sup>, 27.85Gr/cm<sup>2</sup>, 21.06Gr/cm<sup>2</sup> y 29.77Gr/cm<sup>2</sup> respectivamente, el cálculo realizado se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 26  
Succión para ladrillos con 10.00% de vidrio triturado

<b>MUESTRA</b>	<b>LARGO (Cm)</b>	<b>ANCHO (Cm)</b>	<b>PESO SECO (Gr)</b>	<b>PESO HUMEDO (Gr)</b>	<b>SUCCION (Gr)</b>
1	23.50	12.50	2850	2879	19.74
2	23.50	12.55	2855	2891	24.41
3	23.52	12.52	2860	2901	27.85
4	23.55	12.50	2864	2895	21.06
5	23.50	12.58	2853	2897	29.77

Fuente: Elaboración propia.

El promedio de la succión de los ladrillos con 10.00% de vidrio triturado es igual a 24.57Gr/cm<sup>2</sup>.

#### 4.5.4.3. **Variación de dimensiones:**

Como se mencionó anteriormente, las dimensiones de los ladrillos son de 23.50cm de largo, 12.50cm de ancho y 9.00cm de alto, en la siguiente tabla se puede observar las medidas de las cinco muestras analizadas con 10.00% de vidrio triturado:

Tabla 27  
Variación de dimensiones para ladrillos con 10.00% de vidrio triturado

<b>MUESTRA</b>	<b>LARGO (Cm)</b>	<b>ANCHO (Cm)</b>	<b>ALTO (Cm)</b>	<b>PESO (Gr)</b>
----------------	-----------------------	-----------------------	----------------------	----------------------

1	23.50	12.50	9.05	2850.00
2	23.50	12.55	9.00	2855.00
3	23.52	12.52	9.10	2860.00
4	23.55	12.50	9.15	2864.00
5	23.50	12.58	9.05	2853.00

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla anterior, la muestra n° 04 es la que presenta mayor variación de dimensiones, siendo estos iguales a 0.05cm de largo, 0.00cm de ancho y 0.15cm de alto, los cuales son menores a los máximos permisibles para ladrillos de clase V.

#### 4.5.4.4. Alabeo:

El control de alabeo se realizó para concavidad y convexidad en los ladrillos con 10.00% de vidrio triturado, los resultados se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 28

Alabeo para ladrillos con 10.00% de vidrio triturado

<b>MUESTRA</b>	<b>CONCAVIDAD (mm)</b>	<b>CONVEXIDAD (mm)</b>
1	4.00	0.00
2	4.00	0.00
3	1.00	1.00
4	4.00	1.00
5	3.00	0.00
6	2.00	2.00
7	2.00	1.00
8	4.00	2.00
9	3.00	1.00
10	1.00	0.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.80</b>	<b>0.80</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que el promedio de concavidad y convexidad son iguales a 2.80mm y 0.80mm respectivamente.

#### 4.5.4.5. Resistencia a la compresión:

Las cinco muestras analizadas fueron sometidas a una máquina de 250000Lb de capacidad con la finalidad de realizar en ensayo de resistencia a la compresión, de los cuales se obtuvieron valores de 130.20Kg/cm<sup>2</sup>, 131.40Kg/cm<sup>2</sup>, 128.51Kg/cm<sup>2</sup>, 132.41Kg/cm<sup>2</sup> y 130.82Kg/cm<sup>2</sup>, el resumen de los cálculos se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 29  
Resistencia a la compresión para ladrillos con 10.00% de vidrio triturado

<b>MUESTRA</b>	<b>LARGO (Cm)</b>	<b>ANCHO (Cm)</b>	<b>AREA (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>CARGA DE ROTURA (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	23.50	12.50	293.75	38245	130.20
2	23.50	12.55	294.93	38754	131.40
3	23.52	12.52	294.47	37843	128.51
4	23.55	12.50	294.38	38978	132.41
5	23.50	12.58	295.63	38674	130.82

Fuente: Elaboración propia.

El promedio de la resistencia a la compresión de las cinco muestras analizadas es igual a 130.67Kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.5.5. Ladrillos con 15.00% de vidrio triturado:

##### 4.5.5.1. Absorción:

En ensayo de absorción para los ladrillos con 15.00% de vidrio triturado se realizó en cinco muestras, de los cuales se obtuvo 16.29%, 17.47%, 16.74%, 16.36% y 17.41% respectivamente, el resumen de los cálculos obtenidos se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 30

Absorción para ladrillos con 15.00% de vidrio triturado

DESCRIPCION	NUMERO DE MUESTRA				
	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04	N° 05
Peso seco (Ws)	4.85	4.75	4.60	4.83	4.71
Peso saturado (Wa)	5.64	5.58	5.37	5.62	5.53
Absorción (%)	16.29	17.47	16.74	16.36	17.41
Promedio de absorción (%)	<b>16.85</b>				

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que el promedio de la absorción de las cinco muestras analizadas es igual a 16.85%.

##### 4.5.5.2. Succión:

Se analizaron 5 muestras de ladrillo fabricados con 15.00% de vidrio triturado, de los cuales se obtuvieron succiones iguales a 28.62Gr/cm<sup>2</sup>, 33.24Gr/cm<sup>2</sup>, 25.73Gr/cm<sup>2</sup>, 32.61Gr/cm<sup>2</sup> y 33.28Gr/cm<sup>2</sup> respectivamente, el cálculo realizado se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 31  
Succión para ladrillos con 15.00% de vidrio triturado

MUESTRA	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	PESO SECO (Gr)	PESO HUMEDO (Gr)	SUCCION (Gr/cm <sup>2</sup> )
1	23.48	12.50	2845	2887	28.62
2	23.51	12.54	2830	2879	33.24
3	23.54	12.55	2857	2895	25.73
4	23.55	12.50	2849	2897	32.61
5	23.50	12.53	2858	2907	33.28

Fuente: Elaboración propia.

El promedio de la succión de los ladrillos con 15.00% de vidrio triturado es igual a 30.70%.

#### 4.5.5.3. Variación de dimensiones:

Como se mencionó anteriormente, las dimensiones de los ladrillos son de 23.50cm de largo, 12.50cm de ancho y 9.00cm de alto, en la siguiente tabla se puede observar las medidas de las cinco muestras analizadas con 15.00% de vidrio triturado:

Tabla 32  
Variación de dimensiones para ladrillos con 15.00% de vidrio triturado

MUESTRA	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	ALTO (Cm)	PESO (Gr)
1	23.48	12.50	9.00	2845.00
2	23.51	12.54	9.00	2830.00
3	23.54	12.55	9.10	2857.00
4	23.55	12.50	9.12	2849.00
5	23.50	12.53	9.15	2858.00

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla anterior, la muestra n° 04 es la que presenta mayor variación de dimensiones, siendo estos iguales a 0.05cm de largo, 0.00cm de ancho y 0.12cm de alto, los cuales son menores a los máximos permisibles para ladrillos de clase V.

#### 4.5.5.4. Alabeo:

El control de alabeo se realizó para concavidad y convexidad en los ladrillos con 15.00% de vidrio triturado, los resultados se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 33  
Alabeo para ladrillos con 15.00% de vidrio triturado

<b>MUESTRA</b>	<b>CONCAVIDAD (mm)</b>	<b>CONVEXIDAD (mm)</b>
1	3.00	2.00
2	4.00	1.00
3	4.00	1.00
4	2.00	2.00
5	3.00	2.00
6	3.00	1.00
7	3.00	0.00
8	4.00	2.00
9	4.00	1.00
10	4.00	2.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>3.40</b>	<b>1.40</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que el promedio de concavidad y convexidad son iguales a 3.40mm y 1.40mm respectivamente.

#### 4.5.5.5. Resistencia a la compresión:

Las cinco muestras analizadas fueron sometidas a una máquina de 250000Lb de capacidad con la finalidad de realizar en ensayo de resistencia a la compresión, de

los cuales se obtuvieron valores de 118.52Kg/cm<sup>2</sup>, 119.63Kg/cm<sup>2</sup>, 118.44Kg/cm<sup>2</sup>, 119.70Kg/cm<sup>2</sup> y 122.68Kg/cm<sup>2</sup>, el resumen de los cálculos se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla 34**

Resistencia a la compresión para ladrillos con 15.00% de vidrio triturado

<b>MUESTRA</b>	<b>LARGO (Cm)</b>	<b>ANCHO (Cm)</b>	<b>AREA (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>CARGA DE ROTURA (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	23.48	12.50	293.50	34785	118.52
2	23.51	12.54	294.82	35268	119.63
3	23.54	12.55	295.43	34989	118.44
4	23.55	12.50	294.38	35236	119.70
5	23.50	12.53	294.46	36124	122.68

Fuente: Elaboración propia.

El promedio de la resistencia a la compresión de las cinco muestras analizadas es igual a 119.79Kg/cm<sup>2</sup>.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. Comparación de la resistencia a la compresión:

En la siguiente tabla podemos observar que la mayor resistencia a la compresión de los ladrillos se obtuvo al aplicar el 10% de vidrio triturado en reemplazo parcial del peso de la arcilla y la menor resistencia a la compresión se obtuvo al aplicar el 15%, por lo tanto, solo se debe aplicar el vidrio triturado hasta un 10% en la fabricación de ladrillos de arcilla, debido a que un porcentaje mayor ocasionaría que su resistencia disminuya.

Tabla 35

Comparación de la resistencia a la compresión de los ladrillos

MUESTRA	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PONDERADA (Kg/cm <sup>2</sup> )	CLASIFICACION NORMA E.070
Con 0% de vidrio	120.84	130.00	CLASE IV
Con 5% de vidrio	125.26	130.00	CLASE IV
Con 10% de vidrio	130.67	130.00	CLASE IV
Con 15% de vidrio	119.79	130.00	CLASE IV

Fuente: Elaboración propia.

#### 5.2. Comparación de la absorción:

La NTP 331.017 especifica que la absorción máxima en los ladrillos es de 22.00%, caso contrario, se permeabilidad sería muy alto y no podrían utilizarse en construcciones expuestas al agua y humedad. En la siguiente tabla se puede observar la comparación de la absorción de los ladrillos fabricados:

Tabla 36

Comparación de la absorción de los ladrillos

MUESTRA	ABSORCION PROMEDIO (%)	ABSORCION MAXIMA (%)	CLASIFICACION NTP 331.017
Con 0% de vidrio	14.89	22.00	CLASE V



Con 5% de vidrio	13.55	22.00	CLASE V
Con 10% de vidrio	12.38	22.00	CLASE V
Con 15% de vidrio	16.85	22.00	CLASE V

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos observar que los ladrillos fabricados con las cuatro proporciones determinadas presentan una absorción promedio de 14.89%, 13.55%, 12.38% y 16.85% respectivamente, los cuales son menores a la máxima admisible, por lo tanto, su permeabilidad es adecuada para construcciones expuestas al agua y humedad.

### 5.3. Comparación de la succión:

La NTP 331.017 recomienda que la succión debe ser menor a 38.00Gr/200cm<sup>2</sup> para que los ladrillos no presenten problemas al momento de ser adheridos con mortero, en la siguiente tabla se muestra la comparación de la succión de los ladrillos fabricados:

Tabla 37  
Comparación de la succión de los ladrillos

MUESTRA	SUCCION PROMEDIO (Gr/cm <sup>2</sup> )	SUCCION MAXIMA (Gr/cm <sup>2</sup> )	CLASIFICACION NTP 331.017
Con 0% de vidrio	31.39	38.00	CLASE V
Con 5% de vidrio	39.38	Sin valores	CLASE IV
Con 10% de vidrio	24.57	38.00	CLASE V
Con 15% de vidrio	30.70	38.00	CLASE V

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla podemos observar que los ladrillos con 0.00%, 10.00% y 15.00% de vidrio triturado presentan una succión menor a 38.00Gr/cm<sup>2</sup>, por lo tanto, no presentaran problemas al ser unidad con mortero, mientras que los ladrillos con 5.00% de vidrio triturado presentan una succión mayor a la máxima admisible, los cuales succionaran el agua del mortero al momento de construir muros, provocando rajaduras, rupturas y su colapso.

#### 5.4. Comparación de la variación de dimensiones:

Según la norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, los ladrillos nos deben presentar variaciones mayores a 1cm en lo largo, 2cm en el ancho y 3.00cm en la altura para poder ser utilizados en la construcción de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas. La comparación de las variaciones de dimensiones de los ladrillos fabricados se muestra a continuación:

Tabla 38

Comparación de la variación de dimensiones de los ladrillos

<b>MUESTRA</b>	<b>LARGO (Cm)</b>	<b>ANCHO (Cm)</b>	<b>ALTO (Cm)</b>	<b>CLASIFICACION NORMA E.070</b>
Con 0% de vidrio	23.54	12.55	9.05	CLASE V
con 5% de vidrio	23.29	12.55	9.07	CLASE V
con 10% de vidrio	23.51	12.53	9.07	CLASE V
con 15% de vidrio	23.52	12.52	9.07	CLASE V

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla podemos observar que los ladrillos fabricados con las cuatro proporciones determinadas no presentan variaciones mayores a 1Cm en todas sus dimensiones, por lo tanto, se clasifican como clase V y son aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

#### 5.5. Comparación del alabeo:

La norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones recomienda que los alabeos deben ser menores a 2mm para que los ladrillos puedan ser utilizados en construcciones de albañilería en condiciones de servicios particularmente rigurosas. En la siguiente tabla se muestra la comparación de los alabeos de las cuatro proporciones analizadas:

Tabla 39

Comparación del alabeo de los ladrillos

<b>MUESTRA</b>	<b>CONCAVIDAD (mm)</b>	<b>CONVEXIDAD (mm)</b>	<b>CLASIFICACION NORMA E.070</b>
Con 0% de vidrio	2.30	0.50	CLASE IV
Con 5% de vidrio	3.10	1.10	CLASE IV
Con 10% de vidrio	2.80	0.80	CLASE IV
Con 15% de vidrio	3.40	1.40	CLASE IV

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos observar que la concavidad de los ladrillos fabricados con las cuatro proporciones determinadas es mayor a 2mm, pero menores a 4mm, por lo tanto, se clasifican en la clase IV según la norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones y son aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.

## CONCLUSIONES

1. Se determino la influencia del vidrio triturado en la resistencia a la compresión en los ladrillos de arcilla, de la cual se concluye que es positiva hasta una proporción de 10% debido a que esta propiedad mecánica asciende en un promedio de 130.67Kg/cm<sup>2</sup>, pero si se aumenta la proporción en 15% su resistencia a la compresión promedio disminuye hasta 119.79Kg/cm<sup>2</sup> debido a que el vidrio triturado no se adhiere con la mezcla de arcilla y no permite una buena trabajabilidad de la mezcla generando mayor porosidad en los ladrillos.
2. Se determino la absorción de los ladrillos de arcilla para proporciones de 0.00%, 5.00%, 10.00% y 15.00% de vidrio triturado, de la cual se concluye que son iguales a 14.89%, 13.55%, 12.38% y 16.85% respectivamente, los cuales son menores a la máxima admisible, por lo tanto, su permeabilidad es adecuada para construcciones expuestas al agua y humedad.
3. La succión de los ladrillos de arcilla para proporciones de 0.00%, 10.00% y 15.00% de vidrio triturado presentan una succión menor a 38.00Gr/cm<sup>2</sup>, por lo tanto, no presentaran problemas al ser unidad con mortero, mientras que los ladrillos con 5.00% de vidrio triturado presentan una succión mayor a la máxima admisible, los cuales succionaran el agua del mortero al momento de construir muros, provocando rajaduras, rupturas y su colapso.
4. Se determino la variación de dimensiones de los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado, de la cual se concluye que no presentan variaciones mayores a 1cm en todas sus dimensiones, por lo tanto, se clasifican como clase V y son aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.
5. Se determino el alabeo de los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado de la cual se concluye que son mayores a 2mm pero menores a 4mm, por lo tanto, se clasifican en la clase IV según la norma E.070 del Reglamento Nacional de

Edificaciones y son aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la aplicación de vidrio triturado en la fabricación de ladrillos en una proporción de 10.00% en reemplazo parcial del peso de la arcilla debido a que se pudo comprobar que la resistencia a la compresión aumenta hasta un promedio de 130.67Kg/cm<sup>2</sup>.
2. Evitar la aplicación de vidrio triturado en la fabricación de ladrillos con proporciones mayores a 10.00% en reemplazo parcial del peso de la arcilla debido a que se pudo comprobar que su resistencia a la compresión disminuye a un promedio de 119.79Kg/cm<sup>2</sup> la cual es menor a la resistencia a la compresión para una proporción de 0.00% de vidrio triturado.
3. Se recomienda realizar investigaciones que incluyan la aplicación de vidrio triturado en la elaboración de concreto armado con la finalidad de observar su influencia en este tipo de material.
4. Se recomienda realizar investigaciones que incluyan la aplicación de otros tipos de materiales en la fabricación de ladrillos de arcilla como, por ejemplo, el polietileno, el caucho, cartón o papel, etc.
5. Se recomienda realizar estudios de impacto ambiental que tenga como referencia el reciclado de vidrio proveniente de ventanas rotas, botellas desechadas, etc.

## BILIOGRAFIA

- Vicente Pérez Alama, (2009) Materiales y Procedimientos de Construcción, Lima.
- Instituto de la Construcción y Gerencia (2014) Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima.
- Antonio Blanco Blasco, (2012) Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado, Lima.
- Norma Técnica de Edificación E.020, Cargas – NORMA VIGENTE.
- Norma Técnica de Edificación E.030, Diseño sismo resistente – NORMA VIGENTE.
- Norma Técnica de Edificación E.060, Concreto armado – NORMA VIGENTE.
- Jaime Bonet Morón, (2016) Informalidad laboral y en la vivienda, Lima.
- Pérez, Luis Alberto, (2012) Estadística Básica, San Marcos, Lima.
- Ronald Santana Tapua, (2011) Análisis de estructuras con el programa Lira 9.0, Lima.
- Robert Aguiar Falconi, (2012) Análisis sísmico de edificios, Lima.
- Robert Aguiar Falconi, (2011) Análisis matricial de estructuras, Lima.
- Instituto del Cemento del Hormigón de Chile (2013). Metodología de Diseño Sísmico de Muros en Edificios.

- Jaramillo, D. (2009). Análisis comparativo entre sistema aporticado y sistema de paredes portantes de hormigón. Tesis de Grado. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Music, J. (2014). Diseño de Muros de Hormigón Armado según la normativa vigente en Chile. Antofagasta, Chile.
- Nilson A. (1997). Diseño de Estructuras de Concreto. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill.
- Panuigua, A. (1981). Diagramas de interacción para porcentajes altos de acero en columnas a flexo compresión. Tesis de Licenciatura Puebla.
- Pontificia Universidad Católica de Chile, Ingeniería Civil UC, Departamento de Estructuras y Geotécnica. La Ingeniería Sismorresistente. Chile
- Rivas, J. (2006). Análisis de relación de aspectos de muros. Tesis de Grado. Quito: Escuela Politécnica Nacional.



**ANEXOS**

## Anexos 1: Matriz de Consistencia

**TÍTULO: “INFLUENCIA DEL VIDRIO TRITURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LOS LADRILLOS DE ARCILLA DE LA PROVINCIA DE CHUPACA”**

<b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>FORMULACIÓN OBJETIVOS</b>	<b>FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES Y DIMENSIONES</b>	<b>METODOLOGÍA POBLACIÓN Y MUESTRA</b>
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Exite una influencia del vidrio triturado en la resistencia a la compresión en los ladrillos de arcilla de la provincia de Chupaca?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>a) ¿Cual es la absorción de los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado de en la provincia de Chupaca?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Determinar la Influencia del vidrio triturado en la resistencia a la compresión en los ladrillos de arcilla de la provincia de Chupaca.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>a) Determinar la absorción de los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado de en la provincia de Chupaca.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>Existe una Influencia del vidrio triturado en la resistencia a la compresión en los ladrillos de arcilla de la provincia de Chupaca.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</b></p> <p>i) La absorción de los ladrillos de arcilla influye con diferentes proporciones de vidrio triturado de en la provincia de Chupaca.</p> <p>j) La succión de los ladrillos de arcilla incluye con diferentes proporciones de vidrio</p>	<p><b>VARIABLE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de vidrio triturado adicionado:</li> </ul> <p><b>DIMENSIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de vidrio</li> </ul> <p><b>INDICADORES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad de vidrio</li> </ul> <p><b>VARIABLE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La resistencia a la compresión:</li> </ul> <p><b>DIMENSIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades estructurales</li> <li>• Aspectos visuales</li> </ul>	<p><b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b> Método Científico</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Aplicada</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b> Descriptivo correlacional</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> pre Experimental</p> <p><b>POBLACIÓN Y MUESTRA:</b> <b>POBLACIÓN:</b></p> <p>La población está representada por 50 ladrillos</p>

<p>b) ¿Cual es la succión de los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado de en la provincia de Chupaca?</p> <p>c) ¿Cual es la variación de dimensiones de los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado en la provincia de Chupaca?</p> <p>d) ¿Cual es el alabeo de los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado en la provincia de Chupaca?</p>	<p>b) Determinar la succión de los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado de en la provincia de Chupaca.</p> <p>c) Determinar la variación de dimensiones de los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado en la provincia de Chupaca.</p> <p>d) Determinar el alabeo de los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado en la provincia de Chupaca.</p>	<p>triturado de en la provincia de Chupaca.</p> <p>k) La variación de dimensiones influye en los ladrillos de arcilla con diferentes proporciones de vidrio triturado en la provincia de Chupaca.</p> <p>l) El alabeo de los ladrillos de arcilla influye con diferentes proporciones de vidrio triturado en la provincia de Chupaca.</p>	<p>INDICADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia a la compresion axial</li> <li>• Dimensiones</li> <li>• Peso</li> <li>• Textura y color</li> </ul>	<p>artesanales de arcilla con un porcentaje de vidrio triturado.</p> <p>El tipo de muestreo fue el no aleatorio o no probabilístico o dirigido y que para efectos de esta investigación estuvo comprendido La muestra que se tomó para el estudio fue en función a la norma E.070 de albañilería. Se utilizó 50 ladrillos de arcilla adicionados un porcentaje de vidrio triturado.</p>
--	--	---	--	---

**Anexos 2: Matriz de operacionalización de variables**

<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INDICE ITEM</b>
Porcentaje de vidrio triturado adicionado:	Tipo de vidrio	Calidad de vidrio	Porcentaje
La resistencia a la compresión:	Propiedades estructurales	Resistencia a la compresion axial	Ensayo a la compresion (kg/cm2)
	Aspectos visuales	Dimensiones	Centimetros
		Peso	Kg
		Textura y color	Observacion visual

### **Anexos 3: Panel Fotográfico**



Sufrió una sobre saturación la extrusora



Las arcillas se trabaron en todas las fajas



Verificación del respectivo quemado los ladrillos para las ventas



Verificación de las fajas transportadoras



Chequeo de la leña que esta seca para el quemado respectivo



Secado de adobe puesto en el terreno libre y limpio





Verificando a vista una cara perfecta del ladrillo



Transporte de los ladrillos a obra



Abasteciendo las arcillas a la faja transportadora para el molino



Realizando la preparación de la masa de barro para luego poner al molde el barro



Preparación de material para realizar adobe de barro lo cual una señora nos izó pedido



Tendido del plástico para el nuevo techo de área de los ladrillos de 18 huecos



Colocación de las fajas transportadores de tierra



Tapado de ladrillo ya que estaba lloviendo y que se podría deteriorar el ladrillo



Apilado de los ladrillos artesanales de 18 huecos y listo para la venta



El techo se cayó por el viento fuerte ya que estaba deteriorado los amarres





Observamos que se fisuro algunos ladrillos

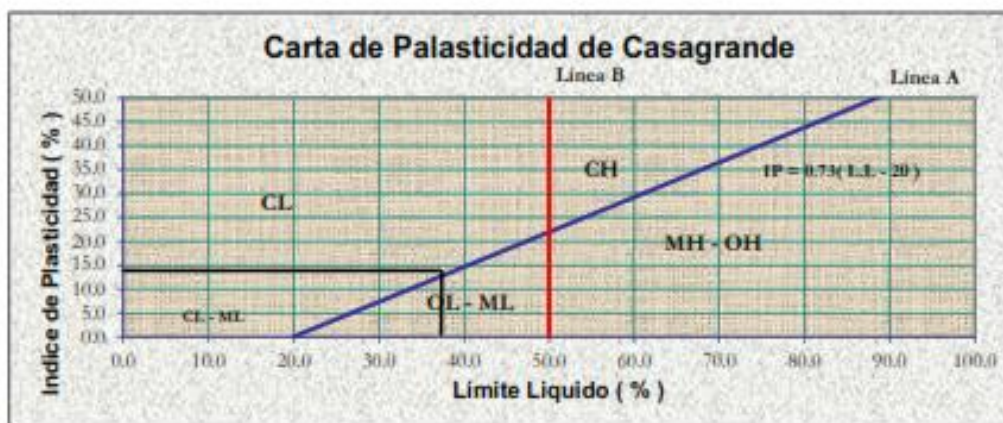
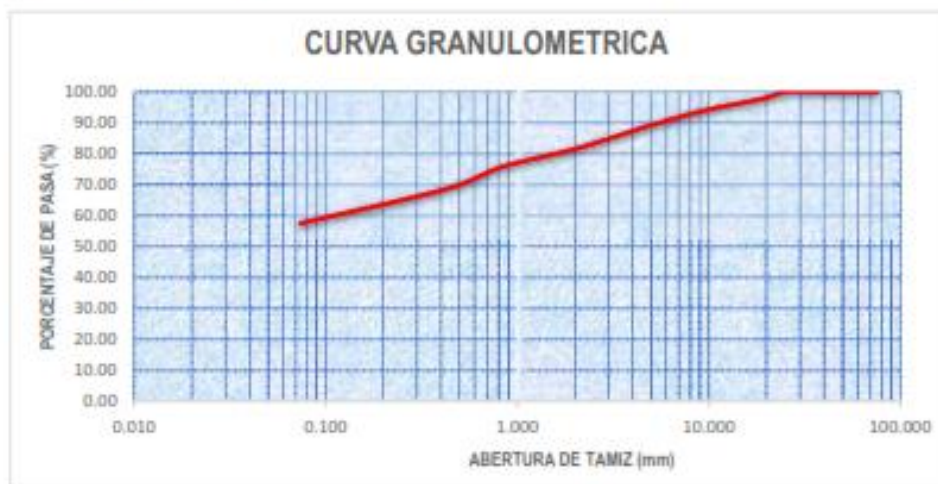


Encontramos ladrillos desperfectos muy fundidos.

## **Anexos 4: Ensayos**

<b>CLASIFICACION DE SUELO (SUCS)</b>
--------------------------------------

TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (Gr)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULAD O QUE PASA (%)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
					CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
3"	76.200	0.00	0.00	100.00	CH = 9.62 %
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>
2"	50.800	0.00	0.00	100.00	Limite liquido (LL) 0.00 %
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00	Limite plastico (LP) 24.51 %
1"	25.400	0.00	0.00	100.00	Indice de plasticidad (IP) 0.00 %
3/4"	19.050	22.60	2.26	97.74	<b>CLASIFICACION DE SUELO</b>
3/8"	9.525	37.70	3.77	93.97	SEGÚN SUCS CL
Nº 4	4.760	51.90	5.19	88.78	(Arcillas inorganicas)
Nº 10	2.000	72.50	7.25	81.53	<b>PORCENTAJE DE SOLIDOS</b>
Nº 20	0.840	57.10	5.71	75.82	GRAVA > Nº 4 11.22 %
Nº 40	0.426	71.80	7.18	68.64	ARENA < Nº 4 31.29 %
Nº 200	0.074	111.50	11.15	57.49	ARCILLA < Nº 200 57.49 %
< 200		574.90	57.49	0.00	<b>OBSERVACIONES:</b>
<b>PESO INICIAL (Gr)</b>		<b>1000.00</b>	<b>100.00</b>		





## DETERMINACION DEL TIPO DE SUELO

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL VIDRIO TRITURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LOS LADRILLOS DE ARCILLA DE PROVINCIA DE CHUPACA.

<b>DEPARTAMENTO:</b> JUNIN	<b>CENTRO DE ESTUDIOS:</b> UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
<b>PROVINCIA:</b> CHUPACA	<b>ASESOR:</b>
<b>DISTRITO:</b> HUAMANCACA CHICO	<b>AUTOR:</b> IBARRA PORRAS DAVID DIONICIO
<b>LUGAR:</b> EMPRESA IBARRA I.E.R.L	<b>FECHA:</b> 02 DE NOVIEMBRE DE 2021

### LIMITES DE CONSISTENCIA

Los ensayos para determinar el límite de consistencia se realizaron según la norma ASTM - D423 - D424.

MUESTRA	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	4	1	2	3
Nº de golpes	34	28	21	15	24.51		
Peso del recipiente + muestra húmeda	65.00	48.30	66.00	67.20	44.90	43.50	45.10
Peso del recipiente + muestra seca	51.60	38.90	50.80	51.00	39.70	38.70	39.80
Peso del recipiente	14.30	14.40	14.40	14.30	19.10	18.50	18.20
Peso del suelo seco	37.30	24.50	36.40	36.70	20.60	20.20	21.60
Peso del agua	13.40	9.40	15.20	16.20	5.20	4.80	5.30
Contenido de humedad (%)	35.92	38.37	41.76	44.14	25.24	23.76	24.54

El límite líquido se determina a 25 golpes según se observa en la curva de fluidez.



<b>CONTROL DE SUCCION</b>
---------------------------

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL VIDRIO TRITURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LOS LADRILLOS DE ARCILLA DE PROVINCIA DE CHUPACA.

DEPARTAMENTO: JUNIN	CENTRO DE ESTUDIOS: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
PROVINCIA: CHUPACA	ASESOR:
DISTRITO: HUAMANCACA CHICO	AUTOR: IBARRA PORRAS DAVID DIONICIO
LUGAR: EMPRESA IBARRA I.E.R.L	FECHA: 02 DE NOVIEMBRE DE 2021

**1.- ENSAYO DE SUCCION CON 0% DE VIDRIO TRITURADO:**

MUESTRA	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	PESO SECO (Gr)	PESO HUMEDO (Gr)	SUCCION (Gr/cm2)	PROMEDIO
1	23.55	12.52	2820	2848	18.99	31.39
2	23.51	12.55	2815	2857	28.47	
3	23.50	12.50	2823	2863	27.23	
4	23.60	12.58	2831	2881	33.68	
5	23.53	12.60	2819	2891	48.57	

**2.- ENSAYO DE SUCCION CON 5% VIDRIO DE TRITURADO:**

MUESTRA	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	PESO SECO (Gr)	PESO HUMEDO (Gr)	SUCCION (Gr/cm2)	PROMEDIO
1	23.50	12.50	2870	2942	49.02	39.38
2	22.90	12.55	2923	2971	33.40	
3	23.55	12.55	2925	2985	40.60	
4	23.25	12.55	2907	2963	38.38	
5	23.25	12.60	2885	2937	35.50	

**3.- ENSAYO DE SUCCION CON 10% DE VIDRIO TRITURADO:**

MUESTRA	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	PESO SECO (Gr)	PESO HUMEDO (Gr)	SUCCION (Gr/cm2)	PROMEDIO
1	23.50	12.50	2850	2879	19.74	24.57
2	23.50	12.55	2855	2891	24.41	
3	23.52	12.52	2860	2901	27.85	
4	23.55	12.50	2864	2895	21.06	
5	23.50	12.58	2853	2897	29.77	

**4.- ENSAYO DE SUCCION CON 15% DE VIDRIO TRITURADO:**

MUESTRA	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	PESO SECO (Gr)	PESO HUMEDO (Gr)	SUCCION (Gr/cm2)	PROMEDIO
1	23.48	12.50	2845	2887	28.62	30.70
2	23.51	12.54	2830	2879	33.24	
3	23.54	12.55	2857	2895	25.73	
4	23.55	12.50	2849	2897	32.61	
5	23.50	12.53	2858	2907	33.28	

**5.- CLASIFICACION SEGÚN EL ENSAYO DE SUCCION:**

MUESTRA	SUCCION PROMEDIO (Gr/cm2)	SUCCION MAXIMA (Gr/cm2)	CLASIFICACION NTP 331.017
CON 0% DE VIDRIO	31.39	38.00	CLASE V
CON 5% DE VIDRIO	39.38	No tiene valores	CLASE IV
CON 10% DE VIDRIO	24.57	38.00	CLASE V
CON 15% DE VIDRIO	30.70	38.00	CLASE V

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>
------------------------------------

PROYECTO: INFLUENCIA DEL VIDRIO TRITURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN LOS LADRILLOS DE ARCILLA DE PROVINCIA DE CHUPACA.
--

DEPARTAMENTO: JUNIN	CENTRO DE ESTUDIOS: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
PROVINCIA: CHUPACA	ASESOR:
DISTRITO: HUAMANCACA CHICO	AUTOR: IBARRA PORRAS DAVID DIONICIO
LUGAR: EMPRESA IBARRA I.E.R.L	FECHA: 02 DE NOVIEMBRE DE 2021

1.- ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 0% DE VIDRIO TRITURADO:

MUESTRA	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	AREA (Cm2)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm2)
1	23.55	12.52	294.85	35789	121.38
2	23.51	12.55	295.05	34752	117.78
3	23.50	12.50	293.75	36485	124.20
4	23.60	12.58	296.89	35217	118.62
5	23.53	12.60	296.48	36234	122.21

2.- ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 5% DE VIDRIO TRITURADO:

MUESTRA	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	AREA (Cm2)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm2)
1	23.50	12.50	293.75	36478	124.18
2	22.90	12.55	287.40	37123	129.17
3	23.55	12.55	295.55	36852	124.69
4	23.25	12.55	291.79	36597	125.42
5	23.25	12.60	292.95	35985	122.84

3.- ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 10% DE VIDRIO TRITURADO:

MUESTRA	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	AREA (Cm2)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm2)
1	23.50	12.50	293.75	38245	130.20
2	23.50	12.55	294.93	38754	131.40
3	23.52	12.52	294.47	37843	128.51
4	23.55	12.50	294.38	38978	132.41
5	23.50	12.58	295.63	38674	130.82

4.- ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 15% DE VIDRIO TRITURADO:

MUESTRA	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	AREA (Cm2)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm2)
1	23.48	12.50	293.50	34785	118.52
2	23.51	12.54	294.82	35268	119.63
3	23.54	12.55	295.43	34989	118.44
4	23.55	12.50	294.38	35236	119.70

<b>ENSAYO DE ALABEO</b>
-------------------------

<b>PROYECTO: INFLUENCIA DEL VIDRIO TRITURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LOS LADRILLOS DE ARCILLA DE PROVINCIA DE CHUPACA.</b>	
<b>DEPARTAMENTO: JUNIN</b>	<b>CENTRO DE ESTUDIOS: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b>
<b>PROVINCIA: CHUPACA</b>	<b>ASESOR:</b>
<b>DISTRITO: HUAMANCACA CHICO</b>	<b>AUTOR: IBARRA PORRAS DAVID DIONICIO</b>
<b>LUGAR: EMPRESA IBARRA I.E.R.L</b>	<b>FECHA: 02 DE NOVIEMBRE DE 2021</b>

**1.- ENSAYO DE ALABEO CON 0% DE VIDRIO TRITURADO Y CON 5% DE VIDRIO TRITURADO:**

MUESTRA	CONCAVIDAD (mm)	CONVEXIDAD (mm)
1	2.00	1.00
2	3.00	1.00
3	4.00	0.00
4	4.00	0.00
5	2.00	0.00
6	2.00	2.00
7	3.00	0.00
8	1.00	1.00
9	1.00	0.00
10	1.00	0.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.30</b>	<b>0.50</b>

MUESTRA	CONCAVIDAD (mm)	CONVEXIDAD (mm)
1	4.00	1.00
2	4.00	1.00
3	4.00	1.00
4	4.00	2.00
5	2.00	1.00
6	2.00	2.00
7	4.00	0.00
8	3.00	2.00
9	2.00	0.00
10	2.00	1.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>3.10</b>	<b>1.10</b>

**2.- ENSAYO DE ALABEO CON 10% DE VIDRIO TRITURADO Y CON 15% DE VIDRIO TRITURADO:**

MUESTRA	CONCAVIDAD (mm)	CONVEXIDAD (mm)
1	4.00	0.00
2	4.00	0.00
3	1.00	1.00
4	4.00	1.00
5	3.00	0.00
6	2.00	2.00
7	2.00	1.00
8	4.00	2.00
9	3.00	1.00
10	1.00	0.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.80</b>	<b>0.80</b>

MUESTRA	CONCAVIDAD (mm)	CONVEXIDAD (mm)
1	3.00	2.00
2	4.00	1.00
3	4.00	1.00
4	2.00	2.00
5	3.00	2.00
6	3.00	1.00
7	3.00	0.00
8	4.00	2.00
9	4.00	1.00
10	4.00	2.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>3.40</b>	<b>1.40</b>

**3.- CLASIFICACION SEGÚN EL ENSAYO DE ALABEO:**

MUESTRA	CONCAVIDAD (mm)	CONVEXIDAD (mm)	CLASIFICACION NORMA E.070
CON 0% DE VIDRIO	2.30	0.50	CLASE IV
CON 5% DE VIDRIO	3.10	1.10	CLASE IV
CON 10% DE VIDRIO	2.80	0.80	CLASE IV
CON 15% DE VIDRIO	3.40	1.40	CLASE IV

<b>VARIACION DE DIMENSIONES</b>
---------------------------------

<b>PROYECTO:</b> INFLUENCIA DEL VIDRIO TRITURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LOS LADRILLOS DE ARCILLA DE PROVINCIA DE CHUPACA.
---

<b>DEPARTAMENTO:</b> JUNIN	<b>CENTRO DE ESTUDIOS:</b> UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
<b>PROVINCIA:</b> CHUPACA	<b>ASESOR:</b>
<b>DISTRITO:</b> HUAMANCACA CHICO	<b>AUTOR:</b> IBARRA PORRAS DAVID DIONICIO
<b>LUGAR:</b> EMPRESA IBARRA I.E.R.L	<b>FECHA:</b> 02 DE NOVIEMBRE DE 2021

**1.- VARIACION DE DIMENSIONES CON 0% DE VIDRIO TRITURADO:**

MUESTRA	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	ALTO (Cm)	PESO (Gr)	TEXTURA	COLOR
1	23.55	12.52	9.00	2820.00	Rugosa	Naranja
2	23.51	12.55	9.00	2815.00	Rugosa	Naranja
3	23.50	12.50	9.10	2823.00	Rugosa	Naranja
4	23.60	12.58	9.12	2831.00	Rugosa	Naranja
5	23.53	12.60	9.05	2819.00	Rugosa	Naranja

**2.- VARIACION DE DIMENSIONES CON 5% DE VIDRIO TRITURADO:**

MUESTRA	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	ALTO (Cm)	PESO (Gr)	TEXTURA	COLOR
1	23.50	12.50	9.15	2870.00	Rugosa	Naranja
2	22.90	12.55	9.10	2923.00	Rugosa	Naranja
3	23.55	12.55	9.00	2925.00	Rugosa	Naranja
4	23.25	12.55	9.05	2907.00	Rugosa	Naranja
5	23.25	12.60	9.07	2885.00	Rugosa	Naranja

**3.- VARIACION DE DIMENSIONES CON 10% DE VIDRIO TRITURADO:**

MUESTRA	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	ALTO (Cm)	PESO (Gr)	TEXTURA	COLOR
1	23.50	12.50	9.05	2850.00	Rugosa	Naranja
2	23.50	12.55	9.00	2855.00	Rugosa	Naranja
3	23.52	12.52	9.10	2860.00	Rugosa	Naranja
4	23.55	12.50	9.15	2864.00	Rugosa	Naranja
5	23.50	12.58	9.05	2853.00	Rugosa	Naranja

**4.- VARIACION DE DIMENSIONES CON 15% DE VIDRIO TRITURADO:**

MUESTRA	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	ALTO (Cm)	PESO (Gr)	TEXTURA	COLOR
1	23.48	12.50	9.00	2845.00	Rugosa	Naranja
2	23.51	12.54	9.00	2830.00	Rugosa	Naranja
3	23.54	12.55	9.10	2857.00	Rugosa	Naranja
4	23.55	12.50	9.12	2849.00	Rugosa	Naranja
5	23.50	12.53	9.15	2858.00	Rugosa	Naranja

**5.- CLASIFICACION SEGÚN LA VARIACION DE LA DIMENSION:**

MUESTRA	LARGO (Cm)	ANCHO (Cm)	ALTO (Cm)	CLASIFICACION NORMA E.070
CON 0% DE VIDRIO	23.54	12.55	9.05	CLASE V
CON 5% DE VIDRIO	23.29	12.55	9.07	CLASE V
CON 10% DE VIDRIO	23.51	12.53	9.07	CLASE V
CON 15% DE VIDRIO	23.52	12.52	9.07	CLASE V



<b>ENSAYO DE ALABEO</b>
-------------------------

PROYECTO: INFLUENCIA DEL VIDRIO TRITURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LOS LADRILLOS DE ARCILLA DE PROVINCIA DE CHUPACA.

DEPARTAMENTO: JUNIN	CENTRO DE ESTUDIOS: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
PROVINCIA: CHUPACA	ASESOR:
DISTRITO: HUAMANCACA CHICO	AUTOR: IBARRA PORRAS DAVID DIONICIO
LUGAR: EMPRESA IBARRA I.E.R.L	FECHA: 02 DE NOVIEMBRE DE 2021

1.- ENSAYO DE ALABEO CON 0% DE VIDRIO TRITURADO Y CON 5% DE VIDRIO TRITURADO:

MUESTRA	CONCAVIDAD (mm)	CONVEXIDAD (mm)
1	2.00	1.00
2	3.00	1.00
3	4.00	0.00
4	4.00	0.00
5	2.00	0.00
6	2.00	2.00
7	3.00	0.00
8	1.00	1.00
9	1.00	0.00
10	1.00	0.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.30</b>	<b>0.50</b>

MUESTRA	CONCAVIDAD (mm)	CONVEXIDAD (mm)
1	4.00	1.00
2	4.00	1.00
3	4.00	1.00
4	4.00	2.00
5	2.00	1.00
6	2.00	2.00
7	4.00	0.00
8	3.00	2.00
9	2.00	0.00
10	2.00	1.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>3.10</b>	<b>1.10</b>

2.- ENSAYO DE ALABEO CON 10% DE VIDRIO TRITURADO Y CON 15% DE VIDRIO TRITURADO:

MUESTRA	CONCAVIDAD (mm)	CONVEXIDAD (mm)
1	4.00	0.00
2	4.00	0.00
3	1.00	1.00
4	4.00	1.00
5	3.00	0.00
6	2.00	2.00
7	2.00	1.00
8	4.00	2.00
9	3.00	1.00
10	1.00	0.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.80</b>	<b>0.80</b>

MUESTRA	CONCAVIDAD (mm)	CONVEXIDAD (mm)
1	3.00	2.00
2	4.00	1.00
3	4.00	1.00
4	2.00	2.00
5	3.00	2.00
6	3.00	1.00
7	3.00	0.00
8	4.00	2.00
9	4.00	1.00
10	4.00	2.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>3.40</b>	<b>1.40</b>

3.- CLASIFICACION SEGÚN EL ENSAYO DE ALABEO:

MUESTRA	CONCAVIDAD (mm)	CONVEXIDAD (mm)	CLASIFICACION NORMA E.070
CON 0% DE VIDRIO	2.30	0.50	CLASE IV
CON 5% DE VIDRIO	3.10	1.10	CLASE IV
CON 10% DE VIDRIO	2.80	0.80	CLASE IV
CON 15% DE VIDRIO	3.40	1.40	CLASE IV

<b>ENSAYO DE ABSORCION</b>
----------------------------

**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL VIDRIO TRITURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LOS LADRILLOS DE ARCILLA DE PROVINCIA DE CHUPACA.

<b>DEPARTAMENTO:</b> JUNIN	<b>CENTRO DE ESTUDIOS:</b> UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
<b>PROVINCIA:</b> CHUPACA	<b>ASESOR:</b>
<b>DISTRITO:</b> HUAMANCACA CHICO	<b>AUTOR:</b> IBARRA PORRAS DAVID DIONICIO
<b>LUGAR:</b> EMPRESA IBARRA I.E.R.L	<b>FECHA:</b> 02 DE NOVIEMBRE DE 2021

**1.- ENSAYO DE ABSORCION CON 0% DE VIDRIO TRITURADO:**

DESCRIPCION	NUMERO DE MUESTRA				
	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04	N° 05
Peso seco (Ws)	4.23	4.52	4.15	4.37	4.44
Peso saturado (Wa)	4.84	5.12	4.78	5.05	5.15
Absorcion (%)	14.42	13.27	15.18	15.56	15.99
Promedio de absorcion (%)	14.89				

**2.- ENSAYO DE ABSORCION CON 5% DE VIDRIO TRITURADO:**

DESCRIPCION	NUMERO DE MUESTRA				
	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04	N° 05
Peso seco (Ws)	4.57	4.62	4.50	4.35	4.72
Peso saturado (Wa)	5.15	5.25	5.10	5.00	5.34
Absorcion (%)	12.69	13.64	13.33	14.94	13.14
Promedio de absorcion (%)	13.55				

**3.- ENSAYO DE ABSORCION CON 10% DE VIDRIO TRITURADO:**

DESCRIPCION	NUMERO DE MUESTRA				
	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04	N° 05
Peso seco (Ws)	4.45	4.60	4.20	4.85	4.35
Peso saturado (Wa)	5.00	5.18	4.72	5.46	4.87
Absorcion (%)	12.36	12.61	12.38	12.58	11.95
Promedio de absorcion (%)	12.38				

**4.- ENSAYO DE ABSORCION CON 15% DE VIDRIO TRITURADO:**

DESCRIPCION	NUMERO DE MUESTRA				
	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04	N° 05
Peso seco (Ws)	4.85	4.75	4.60	4.83	4.71
Peso saturado (Wa)	5.64	5.58	5.37	5.62	5.53
Absorcion (%)	16.29	17.47	16.74	16.36	17.41
Promedio de absorcion (%)	16.85				

**5.- CLASIFICACION SEGÚN EL ENSAYO DE ABSORCION:**

MUESTRA	ABSORCION PROMEDIO (%)	ABSORCION MAXIMA (%)	CLASIFICACION NTP 331.017
CON 0% DE VIDRIO	14.89	22.00	CLASE V
CON 5% DE VIDRIO	13.55	22.00	CLASE V
CON 10% DE VIDRIO	12.38	22.00	CLASE V
CON 15% DE VIDRIO	16.85	22.00	CLASE V