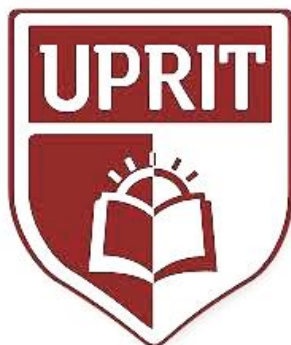


**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**INFLUENCIA DE FIBRAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES  
MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL LADRILLO MACHIHEMBRO TRUJILLO, 2018**

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

**AUTOR:**

**Bach. HEBERT JOSUÉ ARROYO ABANTO**

**ASESOR:**

**JOSUALDO CARLOS VILLAR QUIROZ**

**TRUJILLO - PERU**

**2019**

## Aprobación de Tesis

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Hebert Josué Arroyo Abanto**, denominada:

**INFLUENCIA DE FIBRAS DE PLÁSTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL LADRILLO MACHICHEMBRADO TRUJILLO, 2018**

---

Ing. Nombres y Apellidos

**Jurado Presidente**

---

Ing. Nombres y Apellidos

**Jurado**

---

Ing. Nombres y Apellidos

**Jurado**

## Dedicatoria

Al único Dios sobre todas las cosas,  
el cual permitió que con ánimo pronto  
pudiera alcanzar mis metas a pesar de  
los diferentes obstáculos y desánimos,  
por ello con mucha responsabilidad y  
humildad agradezco a Dios este trabajo.

A mis Padres, por el aliento y el apoyo  
anímico y también económico.  
A mi esposa, mis hijos que siempre  
creyeron en mí, y me brindaron su  
apoyo incondicional para lograr mis  
metas.

**HEBERT JOSUE ARROYO ABANTO**

## Agradecimiento

Mi muy sincero agradecimiento a la  
Universidad Privada de Trujillo por  
permitir consolidar mis Conocimientos  
profesionales.

A mi asesor de tesis y docentes porque  
a través de sus ponencias, nos  
transmitieron sus conocimientos y  
pautas de cómo lograr exitosamente  
mi objetivo y por ende ser buenos

A mis amistades por formar parte de  
mi vida social

**HEBERT JOSUE ARROYO ABANTO**

## Indice de Contenidos

|   |      |
|---|------|
| Dedicatoria .....   | iii  |
| Agradecimiento.....   | iv   |
| Índice de Contenidos.....   | v    |
| Índice de Tablas.....   | viii |
| Índice de Figuras .....   | ix   |
| Resumen .....   | x    |
| Abstract .....  | xi   |
| Introducción.....   | 1    |
| 1.1.    Realidad problemática.....  | 1    |
| 1.2.    Formulación del problema.....   | 5    |
| 1.3.    Justificación .....   | 5    |
| 1.4.    Objetivos.....  | 6    |
| 1.4.1. <i>Objetivo General.</i> .....   | 6    |
| 1.4.2. <i>Objetivos Específicos.</i> .....  | 6    |
| 1.5.    Antecedentes.....   | 7    |
| 1.5.1. <i>“Fabricación de ladrillos sustentable a base de plástico”</i> .....   | 7    |
| 1.5.2. <i>“Proyecto de factibilidad para la producción de eco- ladrillos mediante la reutilización de desechos plásticos (PET)”</i> .....                     | 7    |
| 1.5.3. <i>Plástico reciclado en la industria de la construcción</i> .....   | 8    |
| 1.5.4. <i>Diseño y elaboración de un sistema de muros no portantes a base de ladrillos de material reciclado para construcciones en núcleos rurales</i> ..... | 8    |
| 1.5.5. <i>Características del mercado de plásticos y materiales y acabados para la construcción</i> .....   | 9    |
| 1.5.6. <i>Diseño de planta productora de ladrillos a base de cemento y plástico reciclado</i> .....   | 10   |
| 1.6.    Bases Teóricas.....   | 10   |
| 1.6.1. <i>Fibras de Plástico</i> .....  | 10   |
| 1.7.    Definición de términos básicos.....   | 19   |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.8.   | Formulación de la hipótesis .....  | 20 |
| 1.8.1. | <i>Hipótesis General</i> .....   | 20 |
| 1.8.2. | <i>Hipótesis Específica</i> .....  | 21 |
|        | Material y Métodos.....  | 25 |
| 2.1.   | Material: .....  | 25 |
| 2.2.   | Material de estudio.....   | 25 |
| 2.2.1. | <i>Población</i> .....   | 25 |
| 2.2.2. | <i>Muestra</i> .....   | 25 |
| 2.3.   | Técnicas, procedimientos e instrumentos .....  | 27 |
| 2.3.1. | <i>Para recolectar datos</i> .....   | 27 |
| 2.3.2. | <i>Para procesar datos</i> .....   | 29 |
| 2.4.   | Operacionalización de variables .....  | 31 |
|        | Resultados .....   | 32 |
|        | Discusión .....  | 40 |
|        | Conclusiones .....   | 41 |
|        | Recomendaciones .....  | 42 |
|        | Referencias Bibliográficas.....  | 43 |
|        | Anexos.....  | 45 |
|        | Anexo Nº 1.....  | 45 |
|        | <i>Anexo 1.1: Formato de guía de observación de ladrillos machihembrados de concreto adicionado con fibras de plástico reciclado</i> ..... | 45 |
|        | <i>Anexo 1.2: Formato de guía de observación de ladrillos machihembrados de concreto adicionado con fibras de plástico reciclado</i> ..... | 46 |
|        | <i>Anexo 1.3: Formato de guía de observación de ladrillos machihembrados de concreto adicionado con fibras de plástico reciclado</i> ..... | 47 |
|        | <i>Anexo 1.4: Formato de guía de observación de ladrillos machihembrados de concreto adicionado con fibras de plástico reciclado</i> ..... | 48 |
|        | Anexo Nº 2: Norma ASTM C31 – Resistencia ala compresion y flexion .....  | 49 |
| 1.     | <i>Alcances</i> .....  | 49 |
| 2.     | Documentos de referencia.....  | 49 |
| 3.     | <i>Terminología</i> .....  | 50 |
| 4.     | Significado y Uso .....  | 50 |



|     |  |    |
|-----|--|----|
| 5.  | Aparatos .....   | 51 |
| 6.  | Requisitos de Ensayo .....                             | 53 |
| 7.  | Muestreo del Hormigón .....                            | 54 |
| 8.  | Descenso de cono, Contenido de Aire y Temperatura..... | 54 |
| 9.  | Moldeo de las probetas.....                            | 54 |
| 10. | Curado .....   | 58 |
| 11. | Transporte de las probetas al laboratorio .....        | 61 |
| 12. | Informe.....   | 61 |
|     | Anexo N° 3: Plano de Vista Perfil.....                 | 62 |
|     | Anexo N° 4: Plano de Vista Planta.....                 | 63 |

## Índice de Tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Usos y propiedades de los plásticos .....                                      | 13 |
| Tabla 2: Distribución de muestras para los ensayos a realizar en la investigación ..... | 26 |





## Índice de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Codificación de los plásticos .....                  | 11 |
| Figura 2: Fibras de plástico reciclado .....                   | 14 |
| Figura 3: Compresión de ladrillos de concreto .....            | 18 |
| Figura 4: Flexión de ladrillos de concreto .....               | 18 |
| Figura 5: Ensayo de Impacto de ladrillos de concreto .....     | 18 |
| Figura 6: Esquematización del tipo de muestreo .....           | 26 |
| Figura 7: Técnica e Instrumento de Recolección de datos .....  | 27 |
| Figura 8: Procedimiento de Recolección de datos .....          | 28 |
| Figura 9: Procedimiento para llegar al análisis de datos ..... | 29 |

## Resumen

La presente investigación ha sido realizada por Hebert Josué Arroyo Abanto a, en la ciudad de Trujillo en un periodo de tiempo de 6 meses en el año 2018.

El objetivo de este trabajo es determinar la influencia de la adición de fibras de plástico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos machihembrados de concreto; el cual se ha obtenido mediante ensayos físicos y mecánicos a ladrillos machihembrados hechos a base de concreto adicionado con porcentajes del 5%, 10% y 15% de fibras de plástico reciclado.

Este trabajo de investigación busca una nueva solución al uso del plástico mejorando las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo machihembrado; permitiendo aplicarlo a nuevas construcciones que sean económicas, prácticas y seguras.

El estudio está basado en la Norma Técnica Peruana y ASTM, en los ensayos de: Resistencia a la Compresión (NTP 399.604), Ensayo de Resistencia a la Flexión (ASTM C 78), Resistencia al Impacto (NTP 339.613) y Ensayo de Absorción (NTP 399.604) .

Este trabajo cuenta con una investigación experimental, cuya muestra consta de 48 ladrillos machihembrados de concreto adicionado con fibras de plástico reciclado; en las cuales se ha usado la observación y la guía de observación como técnica e instrumento de recolección de datos, respectivamente. Una vez obtenidos los resultados se hizo la aplicación del método de la Inferencia estadística por medio del instrumento de validación de hipótesis T-Student

Se obtuvo que con la adición de fibras de plástico al 10%, la resistencia a la compresión es 127.83 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a la flexión es 4.91 kg/cm<sup>2</sup>, resiste 36 golpes antes de romperse en el ensayo de Impacto y el porcentaje de absorción es 16.73%.

Se determinó que la influencia de fibras de plástico reciclado en mayor porcentaje (10% de Fibras de Plástico), disminuyen la resistencia a la compresión, así como también el porcentaje de absorción del ladrillo machihembrado de concreto, mientras que también aumento la resistencia a la flexión y la resistencia al impacto.

## Abstract

The present investigation has been carried out by Hebert Josué Arroyo Abanto, in the city of Trujillo in a period of six months in 2018.

The objective of this work is to determine the influence of the addition of recycled plastic fibers on the physical and mechanical properties of tongue-and-groove concrete bricks; which has been obtained by physical and mechanical testing of tongue and groove bricks made from added concrete with percentages of 5%, 10% and 15% of recycled plastic fibers.

This research work seeks a new solution to the use of plastic improving the physical and mechanical properties of the tongue and groove brick; allowing to apply it to new constructions that are economical, practical and safe.

The study is based on the Peruvian Technical Standard and ASTM, in the tests of: Compression Resistance (NTP 399.604), Flexural Resistance Test (ASTM C 78), Impact Resistance (NTP 339.613) and Absorption Test ( NTP 399,604).

This work has an experimental research, whose sample consists of 48 tongue and groove bricks of concrete added with recycled plastic fibers; in which observation and observational guidance have been used as a technique and data collection instrument, respectively. Once the results were obtained, the application of the statistical Inference method was made by means of the Student-T-hypothesis validation instrument.

It was obtained that with the addition of 10% plastic fibers, the resistance to compression is 127.83 kg / cm<sup>2</sup>, the resistance to bending is 4.91 kg / cm<sup>2</sup>, it resists 36 blows before breaking in the Impact test and the percentage of absorption is 16.73%.

It was determined that the influence of recycled plastic fibers in greater percentage (10% of Plastic Fibers), decrease the resistance to compression as well as the percentage of absorption of the tongue and groove concrete brick, while also increasing the resistance to bending and

## Introducción

### 1.1. Realidad problemática

La Construcción de edificaciones cumple un rol muy importante en el desarrollo social y económico dentro de una nación. Gracias a la construcción se satisfacen necesidades de infraestructura de la mayoría de las actividades económicas y sociales de un país; por lo que éste sector necesita estar bien atendido para el desarrollo de la sociedad. En la industria de la construcción se hace uso de miles de elementos, que generan como producto las edificaciones; uno de estos elementos lo conforma la Albañilería. (PUCP, 2012) La Albañilería o Mampostería se define como un conjunto de unidades trabadas o adheridas entre sí con algún material, como el mortero de barro o de cemento. Las unidades pueden ser naturales (piedras) o artificiales (adobe, tapias, ladrillos y bloques). Este sistema fue creado por el hombre a fin de satisfacer sus necesidades, principalmente de vivienda.

En Chile, las propiedades físicas y mecánicas de una unidad de albañilería (resistencia a compresión, flexión, etc.) son evaluadas mediante normas de control de calidad muy estrictas debido al alto grado de sismicidad en esta nación. Los ladrillos, fuente principal de las edificaciones más importantes de esta nación y debido al último sismo que fue el 27 de febrero del 2010, han generado investigaciones respecto al control de calidad para la fabricación de estos elementos, principalmente en la mejora de sus propiedades físicas y mecánicas. (Molla, 2015).

En Japón, Las propiedades físicas y mecánicas tuvieron un importante cambio en su control, debido a que hubo una serie de escándalos por la venta de materiales baratos de dudosa calidad, que en ningún caso soportarían el más mínimo temblor de tierra; por lo que el gobierno impuso una nueva normativa, mucho más estricta en cuanto a la certificación de materiales preparados para soportar los frecuentes terremotos. (Perez, 2008)

En Colombia, el control de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de albañilería se encuentran normadas por la Norma Técnica Colombiana NTC- 4017; aplicando en primera instancia ensayos de caracterización física de los materiales empleados como materia prima, para luego realizar pruebas de control de calidad no destructivas y destructivas de los ladrillos de mampostería que se seleccionan entre las diferentes unidades productivas del sector (chircales). (Garcia, 2012).

En el Perú, las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo son tema de estudio para mejorar la calidad en las que estas se encuentran, los ladrillos de concreto son elementos prefabricados macizos, elaborados con una mezcla de arena, piedra, agua y cemento a través de un proceso industrial de vibro- compresión en moldes. Las formas y colores de estos productos pueden ser muy diferentes; se utilizan como elementos que conforman los muros portantes y no portantes. Tiene como ventajas facilidad de instalación pues no se necesita mano de obra especializada, generador de mano de obra ya que genera empleos para la comunidad, Son económicos pues no se pierde material al hacer arreglos en obras (se recoloca) y como desventajas es que no son durables ya que no alcanzan altas resistencias y no ecológico, pues su principal fuente de materia prima es el concreto, y para este es un material muy contaminante para su creación. (Pacasmayo, 2012)

En Trujillo, en los últimos años las edificaciones se han deteriorado de manera alarmante, situación insoportable para las personas que habitan estas edificaciones, esto es debido al mal sistema constructivo que se utiliza al construir edificaciones con muros de arcilla. La preocupación creciente sobre el mal estado de las viviendas ha ocasionado que se busquen nuevas alternativas en la construcción de edificaciones.

Las propiedades físicas y mecánicas, están controlada por la ASTM (American Society For Testing And Materials) y son controladas mediante ensayos determinados para cada propiedad (Resistencia a la compresión, Flexión, etc.), para que cumplan con los estándares y requerimientos específicos. (ASOCIACION ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD, 2017) Las normas de ASTM International se usan en investigaciones y proyectos de desarrollo, sistemas de calidad, comprobación y aceptación de productos y transacciones comerciales por todo el mundo. Son unos de los componentes integrales de las estrategias comerciales competitivas de hoy en día.

Sánchez, (2016) Encontró que, tras diversas combinaciones de porcentaje de plástico reciclado para la elaboración de ladrillos, es más rápida, menos costosa y menos contaminante, dado que no requiere de un horno para que se seque, sino sólo exponerlo al sol, lo que implica, que el material no “contamina con la combustión por la madera que se quema en el horno, por lo que además contribuye a evitar la tala de árboles”.

German, (2013) Encontró que el desarrollo de un estudio relacionado a la producción de ladrillos a base de plásticos (PET) en Ecuador, relacionando los factores de producción con las ventajas del uso del material reciclado dará una idea con desarrollo sostenible de su país y

del medio ambiente.

Molla, (2015) Encontró que es factible el uso de ladrillos reforzados con plástico en albañilería en la construcción de una casa de mediana dimensión.

Las Propiedades físicas y mecánicas son los patrones más importantes que definen a la unidad de albañilería, ya que al intentar mejorar estas, se obtendrán más tecnologías en la creación de nuevos materiales para la industria de la construcción, además de mejorar la calidad de las edificaciones, mejorar el desarrollo social, económico, disminuir el impacto ambiental y sobre todo evitar daños de gran altitud ocasionados por un sismo.

El Consorcio InConstructora, es el contratista que ejecutó la obra de elaboración de módulos Techo Propio de las calles en Villa Marina, Salaverry; y por su parte, el Consorcio Industria y Bahía realizó las obras en el barrio Ternera. Con la entrega de dos calles en Ternera y seis calles en el barrio Buenos Aires, la administración del alcalde Dionisio Vélez Trujillo completó 25 kilómetros de vías pavimentadas y entregadas a la comunidad de Cartagena. Las edificaciones en donde usaron placas de concreto de un espesor mínimo, tuvieron muy buena optimización debido al buen estado en el que se presenta hasta el momento.

Las firmas COAM contratistas S.A.C, es el contratista que ejecuta obras de edificaciones para el sector privado, elaborando edificios en donde se utilizan ladrillos de concreto, dando como resultado una buena optimización de costos y seguridad en la edificación.

La empresa de ladrillos LARK, encargado de fabricar ladrillos de arcilla, se encuentra en el estudio de nuevo tipo de material para la construcción de muros no portantes, tomando en criterio la forma geométrica del ladrillo tradicional, dando un comportamiento estructural mucho más óptimo que el actual. En Perú cuentan con 12 plantas de producción de productos prefabricados en las cuales se producen diariamente distintos tipos de ladrillos, bloques, bordillos y cercos de concreto. La producción diaria supera los 10,800 m<sup>2</sup> de productos prefabricado.

El problema del ladrillo se basa que, en su producción, ya que este elemento al ser de concreto, y para la elaboración de este material compuesto se obtiene de varios procesos al trabajar la piedra caliza, obteniendo el clincker, principal factor contaminante en la industria de la construcción civil, aproximadamente la producción de Clinker genera el 10% de la contaminación global, un porcentaje muy alto comparado con otros materiales de

construcción.

Otro de los problemas es lo económico, pues el ladrillo es conocido como un material caro, y para la elaboración de este hemos considerado reemplazar un porcentaje de cemento por material reciclado que sería las fibras de plástico, lo cual dará como resultado un pavimento seguro, resistente y cómodo.

Utilizar ladrillos machihembrados sería muy importante para el beneficio de un país, pues un ladrillo machihembrado de concreto dura más que un muro a base de ladrillos de arcilla que es el que más se usa en la construcción de edificaciones, además de que su mantenimiento demanda bajo costo y además más periodo de vida. El ladrillo machihembrado es un elemento estructural muy poco aceptado para la construcción de edificaciones, debido a su baja producción y propaganda que generan las empresas encargadas de la elaboración de estos elementos estructurales.

La causa del problema de producción del ladrillo machihembrado de concreto se debe al alto grado contaminante que conlleva la producción de cemento, y este como principal elemento del Ladrillo altera el medio ambiente. Además, uno de los problemas más se trata del alto costo que conlleva a realizar un muro de ladrillos de concreto, y que, al reemplazarlo con material reciclable, estaríamos dándole un valor agregado y además economizando material para la producción.

Lo que causa la fabricación del cemento en el medio ambiente es peligroso, pero además la inutilización del plástico al ser desechado puede generar contaminación ambiental en grados mayores, esto conlleva a una mejor utilización y crear nuevas tecnologías para el empleo de este recurso.

El problema medio ambiental es preocupación para todas las personas que habitamos el planeta, pues el buen uso de material reciclado sería una solución muy importante en la sociedad científica, además de que se estaría incentivando a la nueva generación de profesionales en buscar nuevas tecnologías para la investigación científica y el uso de material reciclados.

Lo que se quiere investigar es el porcentaje adecuado de fibras de plástico reciclado adicionado para la fabricación de ladrillos machihembrados de concreto con mejor resistencia física y mecánica, es decir en compresión, flexión, Absorción, Peso y Resistencia al impacto; dando como resultado un material óptimo, seguro y a su vez económico. El invento de este nuevo tipo de material dará un resultado muy positivo en la nueva tecnología de los

materiales, tanto en la calidad como en la economía de la misma.

Por consiguiente, al adicionar fibras de plástico reciclado a los ladrillos machihembrados de concreto, mejoraremos el comportamiento de la albañilería durante un ataque sísmico, evitando así daños de alto grado como devastador o completamente devastador. Ya que Perú es un país con un alto grado de sismicidad, estaríamos aportando a la calidad de la construcción de edificaciones.

Además de una mejora económica en la fabricación de estos elementos, se incitará una nueva posibilidad en la construcción de muros no portantes, que son muros que no cumplen la función de soportar peso, esto es lo que conlleva a que el país invierta menos dinero en el mantenimiento de estas construcciones y poder dar prioridades a temas de saneamiento y construcción que influyen en el desarrollo del país.

También permite un desarrollo respecto al cuidado del medio ambiente, este un tema muy importante para el desarrollo de las generaciones próximas y grandes retos para los futuros profesionales que se dediquen a la creación de nuevos materiales.

De no hacer esta investigación, no existiría un aporte en cómo influyen las adiciones de plástico reciclado en la fabricación de ladrillos machihembrados de concreto para muros no portantes, ni tampoco un desarrollo económico en la industria de la construcción, además de su aporte al cuidado del medio ambiente.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Qué influencia tiene la adición de fibras de plástico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo machihembrado de concreto?

## **1.3. Justificación**

Este proyecto de investigación es importante ya que beneficia de manera económica a la sociedad y al país. Este trabajo de investigación busca una nueva solución al uso del plástico mejorando las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo machihembrado; permitiendo aplicarlo a nuevas construcciones que sean económicas, prácticas y seguras. Además, también beneficia de forma indirecta a las empresas de reciclaje y al medio ambiente, ya que su materia prima estaría dándose un mejor uso.

En muchos proyectos se ha hablado de la utilización de fibras de plástico reciclado en bloques de concreto, pero los bloques por naturaleza son macizos; sin embargo, no tenemos conocimiento de su aplicación en ladrillos huecos y mucho menos en ladrillos machihembrados; los cuales tienen la característica de ser más livianos que los macizos.



Para la fabricación de estos elementos se generan muchos problemas contra el medio ambiente, por la cantidad de desperdicios y el uso de hornos a elevadas temperaturas. Lo que se quiere hacer con esta investigación es disminuir el uso de cemento con la adición de las fibras de plástico, dándole también un valor agregado a éste último, el cual es uno de los más grandes contaminantes del medio ambiente.

Las cualidades de esta investigación radican en que propone un nuevo tipo de ladrillos machihembrados con el uso de fibras de plástico reciclado, dándole un uso adicional a estos residuos y ayudando a mejorar las propiedades físicas y mecánicas de estos ladrillos de concreto. Además de dar un aporte económico en la elaboración de este elemento estructural.

Por último, esta investigación presenta a la comunidad científica y a las nuevas generaciones que estén en el centro de la investigación un nuevo tipo de ladrillo machihembrado con uso de fibras de plástico reciclado y un mejor uso del plástico para la aportación al cuidado del medio ambiente, además de dar un aporte referente a nuevas generaciones que estén frente a investigaciones que relacionan los nuevos materiales de la construcción de edificaciones.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General.**

Determinar la influencia de la adición de fibras de plástico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos machihembrados de concreto.

### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

- Evaluar las propiedades de los agregados, según normas NTP y ASTM: Contenido de humedad (NTP 339.185 y ASTM C33), Porcentaje de absorción (NTP 400.022 y ASTM C33), Granulometría (NTP 400.012 y ASTM C33)
- Determinar la dosificación adecuada de fibras de plástico reciclado en el diseño de mezcla de ladrillos machihembrados de concreto.
- Analizar los ladrillos machihembrados de concreto adicionado con fibras de plástico reciclado en los ensayos según normas NTP y ASTM de: Resistencia a la compresión (NTP 339.034), Resistencia a la flexión, Resistencia al Impacto y Absorción (ASTM C140).

## **1.5. Antecedentes**

### **1.5.1. “Fabricación de ladrillos sustentable a base de plástico”**

Sánchez, (2016) Analizar las propiedades mecánicas del ladrillo a base de plástico. Gerardo Gran Scheuch, estudiante de Ingeniería en Construcción de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Central de Chile, fabricó ladrillos en base a plástico triturado, cemento y agua. Se ejecutó las dosificaciones al 0%,10%,20% y 30% y tras diversos análisis dio con la combinación, logrando adaptar su iniciativa a la mejor optimización del plástico al 10%. Así, la confección de este ladrillo en base a plástico, es más rápida y menos contaminante, dado que no requiere de un horno para que se seque, sino sólo exponerlo al sol, lo que implica, que el material no “contamina con la combustión por la madera que se quema en el horno, por lo que además contribuye a evitar la tala de árboles”.

Este estudio aportara un análisis adicional ya que se estableció una relación entre las propiedades mecánicas y la adición de fibras de plástico reciclado, esto servirá de base para describir mejor el comportamiento de una propiedad mecánica importante como la es la resistencia del ladrillo ante la adición de algún material reciclable.

### **1.5.2. “Proyecto de factibilidad para la producción de eco- ladrillos mediante la reutilización de desechos plásticos (PET)”**

German, (2013) Analizar la producción de adoquines peatonales mediante la reutilización de desechos plásticos.

Stalin German Quevedo desarrollo un estudio relacionado a la producción de ladrillos a base de plásticos (PET) en ecuador, relacionando los factores de producción con las ventajas del uso del material reciclado dando una idea con desarrollo sostenible de su país y del medio ambiente. Se ejecutó las dosificaciones al 0%,5%,8% y 12% y tras diversos análisis dio con la combinación, logrando adaptar su iniciativa a la mejor optimización del plástico al 8%. Así, la confección del ladrillo de concreto en base a plástico, es menos contaminante, dado que no requiere de un horno para que se seque, sino sólo exponerlo al sol.

Este estudio aportará un análisis de factibilidad para la producción de ladrillos más económicos y reutilización de plásticos reciclados, dando una visión sobre el valor adquisitivo que se pondrá en la fabricación del ladrillo, además servirá con base de estudio para describir mejor el comportamiento de una propiedad mecánica en la producción de ladrillos.

### **1.5.3. Plástico reciclado en la industria de la construcción**

Molla, (2015) Analizar la reutilización del plástico reciclado en la industria de construcción.

En la República de Argentina, estudiantes de algunos colegios junto a un profesor, participaron en el Proyecto de Elaboración de Ladrillo Ecológico. Para ello juntaron botellas de plástico y las cortaron en tiras con tijeras para luego picarlas y transformarlas en una viruta llamada pica pica de plástico. Se ejecutó las dosificaciones al 0%,15%,20% y 25% y tras diversos análisis dio con la combinación, logrando adaptar su iniciativa a la mejor optimización del plástico al 15%. Luego agregaron distintas clases de materiales con el objetivo de elaborar distintas variedades de Ladrillo Ecológico; Se construyó una casa de mediana dimensión para demostrar que es factible el uso de ladrillos reforzados con plástico en albañilería.

Este estudio aportará una idea factible en cuanto el uso del plástico reciclado para la industria de la construcción de edificaciones, dando así una idea respecto a lo económico resulta la construcción con materiales reciclados y así tener una idea del desarrollo sostenible en la sociedad.

### **1.5.4. Diseño y elaboración de un sistema de muros no portantes a base de ladrillos de material reciclado para construcciones en núcleos rurales**

Morales, (2014) Analizar el diseño de un sistema elaboración de ladrillos de concreto con material reciclado

Este trabajo de investigación se desarrolla a partir de la hipótesis de la utilización de desechos sólidos de PET (Tereftalato de Polietileno) como sustituto de áridos (arena), ingrediente de morteros, en la fabricación de adoquines. Se ejecutó las dosificaciones al 0%,5%,15%,25% y 35% y tras diversos análisis dio con la combinación, logrando adaptar su iniciativa a la mejor optimización del plástico al 35%.

El artículo presenta los resultados del estudio de las propiedades físico- químicas de distintos morteros cuyo contenido de árido se reemplazó por partículas o escamas de PET en distintas proporciones.

Así mismo se muestra la comparación y evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los morteros en estudio con los convencionales mediante ensayos de granulometría, absorción y resistencia a la flexión. Todo ello permitió determinar que las partículas de PET en ladrillos puede ser usado como un posible sustituto de áridos, ya que se

obtuvieron ladrillos con 35% de reemplazo de la arena, que presentaron similar absorción (aceptable) y resistencias por encima a las exigidas por la norma: (NTC 2017).

Este estudio aportara una optimización para el uso de materiales reciclados en la fabricación de ladrillos de concreto para la industria de la construcción, dando como aporte que si se puede usar materiales reciclados y obtener mejoras en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo. Además, se podrá adaptar estas nuevas tecnologías al planteamiento que en esta investigación se va a realizar.

#### **1.5.5. Características del mercado de plásticos y materiales y acabados para la construcción**

Vigabriel, (2014) Analizar las características del plástico para la industria de la construcción.

Los productos plásticos con mayor demanda en el mercado boliviano corresponden a artículos para el hogar como baldes, bañadores, escobas; productos para la construcción como tuberías y accesorios; juguetes y asientos (sillas y taburetes). Se ejecutó las dosificaciones al 0%,5%,8% y 12% y tras diversos análisis dio con la combinación, logrando adaptar su iniciativa a la mejor optimización del plástico al 8% para la fabricación de elementos constructivos. En general, no existe una línea específica de productos con mayor demanda debido a que la decisión de compra está diferenciada en función a la utilización de los productos. En conversaciones con empresarios del sector se pudo constatar esta situación, siendo ellos quienes manifiestan el “equilibrio” en la demanda de sus productos. Es importante resaltar que los empresarios con quienes se pudo conversar, expresaron que la competencia en el sector se ve distorsionada por el ingreso ilícito de productos de plástico provenientes de Brasil y Perú, motivo por el que no existe interés por establecer relaciones comerciales con empresarios exportadores de estos países.

Este estudio aportará un análisis industrial de los plásticos, de estos resultados se obtendrá una visión del uso que se podrá dar a estos residuos que hoy en día constituyen uno de los más grandes contaminantes del medio ambiente. Se innovarán nuevos productos para la construcción de acuerdo al nuevo uso de plástico reciclado en esta industria.

### **1.5.6. Diseño de planta productora de ladrillos a base de cemento y plástico reciclado**

Castillo, (2015) Evaluar un diseño para una planta productora de ladrillos a base de cemento y plástico reciclado.

Muchos son los productos que se generan a partir de los desechos plásticos, pero existe una gran parte que las empresas y especialmente las zonas urbanas se ven obligadas a desechar o incinerarlos en botaderos municipales, ya que Piura no cuenta con un relleno sanitario. El inadecuado manejo de estos residuos plásticos constituye uno de los problemas ambientales que afectan a la gran mayoría de países del mundo, por la cantidad de recursos económicos y tecnológicos que es necesario invertir para su evacuación hacia lugares apropiados. Este producto reciclable es sustentable ya que busca optimizar recursos disminuyendo el impacto ambiental.

En los últimos años, Se ejecutó las dosificaciones al 0%,5%,8% y 12% y tras diversos análisis dio con la combinación, logrando adaptar su iniciativa a la mejor optimización del plástico al 5%, y el Perú ha presentado un interés en la investigación y desarrollo de soluciones para el reciclaje, ya que en nuestro país todavía existe un bajo porcentaje de manejo y reutilización de los desechos, tratando de proyectar y realizar la construcción de productos sostenibles.

Por lo planteado anteriormente, el objetivo de este trabajo es el diseño de una planta para la producción de ladrillos a base de cemento y plástico reciclado que pueda generar un impacto ambiental positivo en la provincia de Piura, para así obtener adoquines de aspecto ecológico que sean utilizados para la fabricación de caminos.

Esta investigación dará como resultado una mejor optimización para la administración de una planta que fabrica ladrillos con la reutilización de plástico dando una visión de su factibilidad en su fabricación, además de que su uso puede encontrarse en edificaciones de gran categoría como una planta.

## **1.6. Bases Teóricas.**

### **1.6.1. Fibras de Plástico**

- **Definición**

Gómez., (2011) El plástico es un material sólido sintético o semisintético, disponible en una amplia variedad de presentaciones, muy utilizado en la elaboración de productos industriales. La palabra plástico puede definir, de manera general, a todas las sustancias sin punto fijo de ebullición, que, en un intervalo de temperaturas, son flexibles y elásticas y, por

lo tanto, moldeables y adaptables a diversas formas y aplicaciones. En la actualidad, el plástico es uno de los materiales más utilizados, existiendo más de 2000 tipos.

- **Tipos de Plástico**

Gómez, (2011) Desde el punto de vista de la plasticidad por elevación de la temperatura, los plásticos se clasifican en dos categorías muy diferentes:

**TERMOPLÁSTICOS.** - estos plásticos, al calentarse fluyen como líquidos viscosos y al enfriarse se solidifican. El enfriamiento y calentamiento puede realizarse cuantas veces se quiera sin perder las propiedades del material. Este tipo de plásticos como en aproximadamente el 85% de los plásticos consumidos y son reciclables. Aquí se encuentran: el polietileno, poliestireno, nylon, cloruro de polivinilo y polipropileno.

**TERMOESTABLES.** - este tipo de plásticos se funden al aplicar calor y se solidifican al aplicar aún más calor. Estos no pueden ser recalentados y remodelados, pero pueden reprocesarse por fusión. Los principales termoestables son: resina de poliéster, melanina formaldehído y fenol formaldehído.

- **Codificación**

Existen más de cien tipos de plástico, los más comunes son seis y se los identifica con un numero dentro de un triángulo, según el SPI, a efectos de facilitar su clasificación para el reciclado, ya que por sus diferentes características los plásticos generalmente exigen un reciclaje por separado. A continuación, se detallan los seis plásticos más comunes y su utilización:



Figura 1: Codificación de los plásticos.

- **Características de los plásticos**

Gómez, (2011) Los plásticos se caracterizan por su alta relación entre resistencia y densidad, siendo excelentes aisladores térmicos y eléctricos con una buena resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes.

Es de uso común en la industria, es uno de los materiales reciclables de fácil accesibilidad, sus comportamientos físicos son adaptables como material de construcción ya que presentan características confiables, los más importantes son:

Tiene alta estabilidad dimensional al calor, alta rigidez y dureza, alta resistencia al desgaste por fricción, buena resistencia química, buena resistencia al agrietamiento por esfuerzos, excelentes propiedades mecánicas y tecnológicas, buen coeficiente de deslizamiento, buena ductilidad, es ligero, cristalinidad y transparencia, aunque admite cargas de colorantes, buen comportamiento frente a esfuerzo permanentes, muy buena barrera a CO<sub>2</sub>, aceptable barrera a O<sub>2</sub> y humedad.

- **Usos y Propiedades del plástico**

Gómez, (2011) Las propiedades físicas del PET y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas han sido las razones por las que el material haya alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles y en la producción de una gran diversidad de envases, especialmente en la producción de botellas, bandejas, flejes y láminas.

Este polímero se degrada aproximadamente en 600 años, por lo tanto, no perderá sus propiedades físicas durante todo el periodo mencionado.

La fabricación de eco - ladrillos, con PET nos ayudará a reducir la contaminación ambiental, al evitar desechar libremente los envases plásticos, sin tratamiento previo. Así mismo deberán también cumplir con los requerimientos de las normas INEN para ladrillos.

Tabla 1:  
*Usos y propiedades de los plásticos*

| CODIFICACION | USOS   | COMPOSICION                           |
|--------------|--|---------------------------------------|
| PET          | Es usado en envases para gaseosas, aceites, agua mineral.                                      | 64% Petróleo<br>23% Gas<br>13% Aire   |
| PEAD         | Es usado en envases de detergente, envases de aceite para vehículo, bolsas para supermercados. | Etileno(elaborado a partir del etano) |
| PVC          | Usado para perfiles, marcos de puertas, marcos para ventanas.                                  | 43% Petróleo o Gas 57% Sal Común      |
| PEBD         | Se usa para bolsas de mercados, panificación, boutiques.                                       | Etileno(elaborado a partir del etano) |
| PP           | Se utiliza para películas, film para alimentos.  | Polimerización del Propileno          |
| PS           | Se utiliza para potes de yogurt, postres, helados.   | Polimerización del estireno           |

- **Fibras de Plástico reciclado**

El reciclado de fibras de plástico es el proceso de recuperación de desechos de plásticos. Las tres principales finalidades del plástico reciclado son la reutilización directa, el aprovechamiento como materia prima para la fabricación de nuevos productos y su conversión como combustible o como nuevos productos químicos.

Existen 3 tipos de reciclaje según su operación, y se presentan a continuación:

- **Reciclaje mecánico:** método que consiste en separar los plásticos por clase, lavarlos y triturarlos hasta convertirlos en pequeños trozos que se fundirán en moldes para producir nuevos productos.
- **Reciclaje químico:** método que consiste en la degradación del plástico mediante calor para resultar nuevamente moléculas simples.
- **Recuperación energética:** método que convierte el plástico en un combustible para la generación de energía.





*Figura 2: Fibras de plástico reciclado*

- **Ladrillo machihembrado de Concreto**

Molla, (2015) El ladrillo machihembrado es la unidad de concreto premezclado y vibro compactado de forma prismática, cuyo diseño permite la colocación de piezas en forma continua y simétrica para formar muros de división. Son piezas rectangulares de concreto de gran formato y un eficaz sistema para la construcción consiguiendo las mejores calidades, ya que están creados al amparo de la nueva normativa vigente y apoyada por un programa de investigación y estudio técnico, alcanzando el máximo rendimiento en la edificación.

- **Elementos de conforman el ladrillo de concreto:**

El material más utilizado para su construcción ha sido el concreto premezclado, por su gran resistencia y facilidad para el tratamiento. Los materiales para su fabricación son el agua, el agregado y principalmente el Cemento. Sus dimensiones suelen ser de 20 cm. de largo por 15 cm. de ancho, lo cual facilita la manipulación con una sola mano.

Los adoquines de concreto por su aspecto estético y fácil mantenimiento son una alternativa cada vez más usada en pavimentos peatonales y vehiculares. Todas las características del adoquín están de acuerdo a la norma técnica peruana 399.611 “Adoquines de concreto para pavimentos”.

## **Agua**

Torre, (2004) El agua que ha de ser empleada en el concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y de ser de preferencia potable. En relación con su empleo en el mortero o concreto, el agua tiene dos diferentes aplicaciones: como ingrediente en la elaboración de las mezclas y como medio de curado (con cal) de las estructuras recién construidas. En el primer caso es de uso interno como agua de mezclado, y en el segundo se emplea exteriormente cuando el concreto se cura con agua. Aunque en estas aplicaciones las características del agua tienen efectos de diferente importancia sobre el concreto, es usual que se recomiende emplear igual de una sola calidad en ambos casos.

Así, normalmente, en las especificaciones para concreto se hace referencia en primer término a los requisitos que debe cumplir el agua para elaborar el concreto, porque sus efectos son más importantes, y después se indica que el agua que se utilice para curarlo debe ser del mismo origen, o similar, para evitar que se subestime esta segunda aplicación y se emplee agua de curado con características inadecuadas. En determinados casos se requiere, con objeto de disminuir la temperatura del concreto al ser elaborado, que una parte del agua de mezclado se administre en forma de hielo molido o en escamas. En tales casos, el agua que se utilice para fabricar el hielo debe satisfacer las mismas especificaciones de calidad del agua de mezclado.

Como componente del concreto convencional, el agua suele representar aproximadamente entre 10 y 25 por ciento del volumen del concreto recién mezclado, dependiendo del tamaño máximo de agregado que se utilice y del revenimiento que se requiera. Esto le concede una influencia importante a la calidad del agua de mezclado en el comportamiento y las propiedades del concreto, pues cualquier sustancia dañina que contenga, aún en proporciones reducidas, puede tener efectos adversos significativos en el concreto.

## **Agregado**

Pasquel, (1998) Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011. Los áridos usados para morteros y hormigones son materiales granulares inorgánicos de tamaño variable. Son de naturaleza inerte y no deben actuar químicamente frente a los componentes del cemento o frente a agentes externos (aire, agua, hielo, etc.). Sin embargo, influyen de forma determinante en las propiedades físicas del mortero cuando se

unen a un conglomerante. En general, no son aceptables áridos que contengan sulfuros oxidables, silicatos inestables o componentes de hierro igualmente inestables.

Consecuentemente con ello, el comportamiento mecánico de este material y su durabilidad en servicio dependen de tres aspectos básicos:

1. Las características, composición y Propiedades de la pasta de cemento, o matriz cementante endurecida.
2. La calidad propia de los agregados, en el sentido más amplio.
3. La afinidad del matriz cementante con los agregados y su capacidad para trabajar en conjunto.

### **Cemento**

(Torre, 2004) Según la Norma NTP 334.009 El cemento Portland es un conglomerante o cemento hidráulico que cuando se mezcla con áridos, agua y fibras de acero discontinuas y discretas tiene la propiedad de conformar una masa pétreo resistente y duradera denominada concreto. Es el más usual en la construcción y es utilizado como aglomerante para la preparación del hormigón (llamado concreto en Hispanoamérica). Como cemento hidráulico tiene la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, al reaccionar químicamente con ella para formar un material de buenas propiedades aglutinantes. El cemento portland presenta las siguientes cualidades:

- ✓ Resistencia la resistencia a la compresión es afectada fuertemente por la relación agua/cemento y la edad o la magnitud de la hidratación.
- ✓ Durabilidad y flexibilidad: ya que es un material que no sufre deformación alguna.
- ✓ El cemento es hidráulico porque al mezclarse con agua, reacciona químicamente hasta endurecer. El cemento es capaz de endurecer en condiciones secas y húmedas e incluso, bajo el agua.
- ✓ El cemento es notablemente moldeable: al entrar en contacto con el agua y los agregados, como la arena y la grava, el cemento es capaz de asumir cualquier forma tridimensional.
- ✓ El cemento (y el hormigón o concreto hecho con él) es tan durable como la piedra. A pesar de las condiciones climáticas, el cemento conserva la forma y el volumen, y su durabilidad se incrementa con el paso del tiempo.
- ✓ El cemento es un adhesivo tan efectivo que una vez que fragua, es casi imposible romper su enlace con los materiales tales como el ladrillo, el acero, la grava y la

roca.

- ✓ Los edificios hechos con productos de cemento son más impermeables cuando la proporción de cemento es mayor a la de los materiales agregados.
- ✓ El cemento ofrece un excelente aislante contra los ruidos cuando se calculan correctamente los espesores de pisos, paredes y techos de concreto.
- **Ventajas del uso de adoquines adicionados con plástico reciclado**

El ladrillo de concreto es un producto de alta resistencia con gran variedad de formas. De acuerdo a sus necesidades se fabrica en base a la norma NTP 399.611. Dentro de la cantidad de ventajas del uso de ladrillos de concreto, podemos citar las siguientes:

**Durabilidad:** No sufre fracturas frente a situaciones de temperaturas extremas, ofreciendo un pavimento sin grietas. Cuenta con una vida útil mayor comparados con otros ladrillos.

**Resistencia:** Resisten diferentes tipos de impactos.

**Fácil instalación y reinstalación:** Se pueden desinstalar e instalar (reutilizar) en otro lugar fácilmente, sin perder sus características originales. No necesita mano de obra calificada para su instalación.

**Ecológicos:** Nuestro ladrillo hace uso de fibras de plástico reciclado, disminuyendo el impacto que éstos causan al medio ambiente.

- **Propiedades mecánicas del ladrillo de concreto:**

- **Resistencia a la compresión**

Está estipulada bajo la norma NTP 399.613 y NTP 339.604. La resistencia a la compresión de un material que falla debido a la fractura se puede definir en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los materiales que no se rompen en la compresión se define como la cantidad de esfuerzo necesario para deformar el material una cantidad arbitraria. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión.

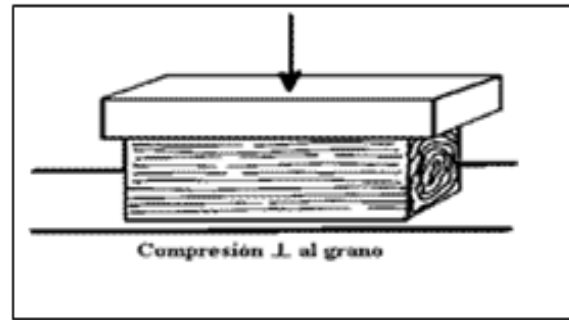


Figura 3: Compresión de ladrillos de concreto.

### - Resistencia a la flexión

Está estipulada bajo la norma NTP 399.613 y NTP 339.604. La resistencia a la flexión de un material que falla debido a la fractura se puede definir en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente. Sin embargo, la resistencia a la flexión de los materiales que no se rompen en la compresión se define como la cantidad de esfuerzo necesario para deformar el material una cantidad arbitraria. La resistencia a la flexión se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión.

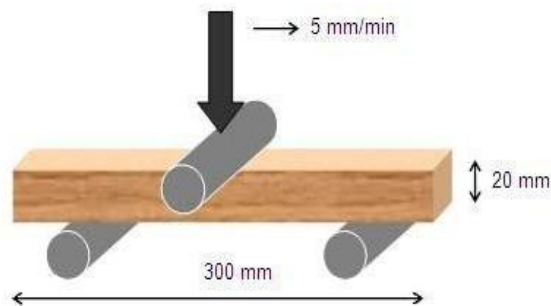


Figura 4: Flexión de ladrillos de concreto.

### - Resistencia al impacto

Está estipulada bajo la norma NTP 399.613 y NTP 339.604. La resistencia al impacto se rige a la altura en donde se soltada la carga y al espesor que tendrá la probeta que será ensayada.

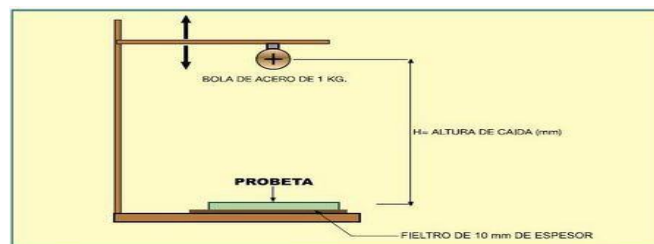


Figura 5: Flexión de ladrillos de concreto.

- **Propiedades físicas del ladrillo de concreto:**

- **Porcentaje de Absorción**

Estipulada bajo la norma NTP 339.613. Se le define como la capacidad que tiene el ladrillo de llenar de agua los espacios vacíos al interior de éste. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado. Tiene importancia pues se refleja en el concreto reduciendo el agua de mezcla, con influencia en las propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerla siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias.

El ensayo de Absorción contiene conceptos, que son necesarios entender antes de aplicar esta norma a la muestra, los cuales son los siguientes:

**Absorción máxima inicial:**

Es la cantidad de agua que absorbe un espécimen por una de sus caras bajo determinadas condiciones durante 10 minutos de inmersión en agua potable, donde ésta lo cubra 5 minutos manteniendo el nivel de agua constante en el recipiente, y se expresa por un coeficiente de absorción.

**Absorción volumétrica:**

Cantidad de agua absorbida en litros por unidad de volumen aparente de la pieza en metros cúbicos. El volumen aparente es aquel que corresponde a la geometría de la pieza y que incluye sus poros interiores, pero excluye el de las celdas

### 1.7. Definición de términos básicos

- **Adición:**

Se define como el acto y el resultado de complementar o agregar algo (por ejemplo, La Adición de fibras de plástico reciclado en el concreto es importante ya que se estaría dando un valor agregado a la materia reciclada).

- **Fibras:**

Elementos de forma alargada que conforman un cuerpo en el espacio.

- **Fibras de plástico:**

Elementos de forma alargada que se obtienen a partir de la desintegración del plástico reciclado.

- **Fibras de plástico reciclado:**

Elemento de forma alargada que forman parte del plástico reciclado y a través de mano de obra no especializada.

- **Influencia:**

Este verbo se refiere a los efectos que una cosa produce sobre la otra (por ejemplo, El agua en el concreto).

- **Ladrillos machihembrados:**

Son unidades de albañilería de forma prismática elaborados a base de concreto, con hendiduras en la superficie para su agarre con las demás piezas.

- **Plástico:**

Son Polímeros que se moldean a partir de la presión y el calor. Una vez alcanzado este estado, resultan ser materiales que son resistentes a la degradación y a la vez son livianos.

- **Propiedades mecánicas:**

Las propiedades mecánicas de los materiales se refieren a la capacidad de los mismos de resistir acciones de cargas: las cargas o fuerzas actúan momentáneamente, tienen carácter de choque.

- **Propiedades físicas:**

Las propiedades físicas son aquellas que logran cambiar la materia sin alterar su composición. Dependen de la estructura y el procesamiento del material.

## 1.8. Formulación de la hipótesis

### 1.8.1. Hipótesis General

La adición de fibras de plástico reciclado, en la mezcla para la elaboración de ladrillos machihembrados de concreto, mejorará sus propiedades mecánicas como la resistencia a compresión, resistencia a la flexión y resistencia al impacto; y en las propiedades físicas, disminuirá la absorción, permeabilidad y el peso del ladrillo.

| HIPOTESIS  | COMPONENTE METODOLOGICOS     |                                    |                    | COMPONENTES REFERENCIALES                          |           |
|--|------------------------------|------------------------------------|--------------------|--|-----------|
|  | variables                    | Unidad de Análisis                 | Conectores Lógicos | El espacio   | El tiempo |
| La Adición de fibras de plástico reciclado en la elaboración de ladrillos machihembrados de concreto en la ciudad de Trujillo, mejorara sus propiedades mecánica como resistencia a la compresión, flexión y a impacto, ensayados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo en el año 2017. | Fibras de Plástico Reciclado | Ladrillo Machihembrado de concreto | Aumentará          | Laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo | Año 2017  |

| HIPOTESIS   | COMPONENTE METODOLOGICOS     |                                    |                    | COMPONENTES REFERENCIALES                          |           |
|---|------------------------------|------------------------------------|--------------------|--|-----------|
|   | variables                    | Unidad de Análisis                 | Conectores Lógicos | El espacio   | El tiempo |
| La Adición de fibras de plástico reciclado en la elaboración de ladrillos machihembrados de concreto en la ciudad de Trujillo, disminuirán sus propiedades físicas como Porcentaje de absorción, permeabilidad y peso, ensayados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo en el año 2017. | Fibras de Plástico Reciclado | Ladrillo Machihembrado de concreto | Disminuirá         | Laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo | Año 2017  |

### 1.8.2. Hipótesis Específica

El ladrillo machihembrado de concreto con la adición de fibras de plástico reciclado al 5% mejorará notablemente sus propiedades mecánicas como la Resistencia a la compresión, flexión e impacto.

| HIPOTESIS   | COMPONENTE METODOLOGICOS  |                                    |                    | COMPONENTES REFERENCIALES                          |           |
|---|---|------------------------------------|--------------------|--|-----------|
|   | variables   | Unidad de Análisis                 | Conectores Lógicos | El espacio   | El tiempo |
| La Adición de fibras de plástico reciclado en un 5% para la elaboración de ladrillos machihembrados de concreto en la ciudad de Trujillo, mejorara sus propiedades mecánicas como resistencia a la compresión, flexión y al impacto, ensayados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo en el año 2017. | Fibras de Plástico Reciclado<br>Propiedades Mecánicas (Resistencia a la Compresión, flexión, impacto) | Ladrillo Machihembrado de concreto | Aumentara          | Laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo | Año 2017  |



El ladrillo machihembrado de concreto con la adición de fibras de plástico reciclado al 5% mejorará notablemente sus propiedades Físicas como Porcentaje de absorción, Peso y Permeabilidad.

| HIPOTESIS  | COMPONENTE METODOLOGICOS  |                                     |                    | COMPONENTES REFERENCIALES                          |           |
|--|---|-------------------------------------|--------------------|--|-----------|
|  | variables   | Unidad de Análisis                  | Conectores Lógicos | El espacio   | El tiempo |
| La Adición de fibras de plástico reciclado en un 5% para la elaboración de ladrillos machihembrados de concreto en la ciudad de Trujillo, disminuirán sus propiedades físicas como Porcentaje de absorción, permeabilidad y peso, ensayados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo en el año 2017. | Fibras de Plástico Reciclado<br>Propiedades Físicas (Peso, Absorción y Permeabilidad) | Ladrillo Machihembra do de concreto | Disminuirá         | Laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo | Año 2017  |

El ladrillo machihembrado de concreto con la adición de fibras de plástico reciclado al 10% mejorará notablemente sus propiedades mecánicas como la Resistencia a la compresión, flexión e impacto.

| HIPOTESIS  | COMPONENTE METODOLOGICOS  |                                    |                    | COMPONENTES REFERENCIALES                          |           |
|--|---|------------------------------------|--------------------|--|-----------|
|  | variables   | Unidad de Análisis                 | Conectores Lógicos | El espacio   | El tiempo |
| La Adición de fibras de plástico reciclado en un 10% para la elaboración de ladrillos machihembrados de concreto en la ciudad de Trujillo, mejorara sus propiedades mecánicas como resistencia a la compresión, flexión y al impacto, ensayados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo en el año 2017. | Fibras de Plástico Reciclado<br>Propiedades Mecánicas (Resistencia a la Compresión, flexión, impacto) | Ladrillo Machihembrado de concreto | Aumentará          | Laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo | Año 2017  |

El ladrillo machihembrado de concreto con la adición de fibras de plástico reciclado al 10% mejorará notablemente sus propiedades Físicas como Porcentaje de absorción, Peso y Permeabilidad.

| HIPOTESIS   | COMPONENTE METODOLOGICOS  |                                    |                    | COMPONENTES REFERENCIALES                          |           |
|---|---|------------------------------------|--------------------|--|-----------|
|   | variables   | Unidad de Análisis                 | Conectores Lógicos | El espacio   | El tiempo |
| La Adición de fibras de plástico reciclado en un 10% para la elaboración de ladrillos machihembrados de concreto en la ciudad de Trujillo, disminuirán sus propiedades físicas como Porcentaje de absorción, permeabilidad y peso, ensayados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo en el año 2017. | Fibras de Plástico Reciclado<br>Propiedades Físicas (Peso, Absorción y Permeabilidad) | Ladrillo Machihembrado de concreto | Disminuirá         | Laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo | Año 2017  |

El ladrillo machihembrado de concreto con la adición de fibras de plástico reciclado al 15% mejorará notablemente sus propiedades mecánicas como la Resistencia a la compresión, flexión e impacto.

| HIPOTESIS  | COMPONENTE METODOLOGICOS  |                                    |                    | COMPONENTES REFERENCIALES                          |           |
|--|---|------------------------------------|--------------------|--|-----------|
|  | variables   | Unidad de Análisis                 | Conectores Lógicos | El espacio   | El tiempo |
| La Adición de fibras de plástico reciclado en un 15% para la elaboración de ladrillos machihembrados de concreto en la ciudad de Trujillo, mejorara sus propiedades mecánicas como resistencia a la compresión, flexión y al impacto, ensayados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo en el año 2017. | Fibras de Plástico Reciclado<br>Propiedades Mecánicas (Resistencia a la Compresión, flexión, impacto) | Ladrillo Machihembrado de concreto | Aumentará          | Laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo | Año 2017  |



El ladrillo machihembrado de concreto con la adición de fibras de plástico reciclado al 15% mejorará notablemente sus propiedades Físicas como Porcentaje de absorción, Peso y Permeabilidad.

| HIPOTESIS   | CONPONENTE METODOLOGICOS  |                                    |                    | CONPONENTES REFERENCIALES                          |           |
|---|---|------------------------------------|--------------------|--|-----------|
|   | variables   | Unidad de Análisis                 | Conectores Lógicos | El espacio   | El tiempo |
| La Adición de fibras de plástico reciclado en un 15% para la elaboración de ladrillos machihembrados de concreto en la ciudad de Trujillo, disminuirán sus propiedades físicas como Porcentaje de absorción, permeabilidad y peso, ensayados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo en el año 2017. | Fibras de Plástico Reciclado<br>Propiedades Físicas (Peso, Absorción y Permeabilidad) | Ladrillo Machihembrado de concreto | Disminuirá         | Laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo | Año 2017  |

## Material y Métodos

### 2.1. Material:

#### a) Materiales

##### Materiales de escritorio

- Hojas de papel bond
- Lapiceros
- Laptop

##### Instrumentos secundarios o auxiliares

- Cinta métrica
- Jalones

##### Software

- Excel office 2010
- Word office 2010
- AutoCAD 2017
- S10

##### Fuentes

- Reglamento nacional de edificaciones
- Libros
- Tesis
- Informes

##### Humano

Herbert Josue Arroyo Abanto  
Josualdo Carlos Villar Quiroz

#### b) Servicios.

#### c) Otros

### 2.2. Material de estudio.

#### 2.2.1. Población.

La población son todos los ladrillos conformados con adición de fibras de plástico reciclado.

#### 2.2.2. Muestra.

La presente investigación tiene muestra no probabilística porque todos los elementos

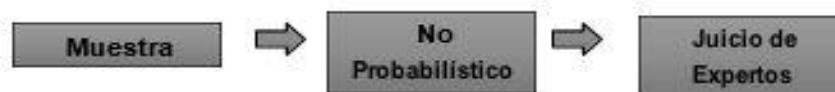
de la población no tienen la misma probabilidad de pertenecer a la muestra y no se escogerán de forma aleatoria.

Las muestras se distribuirán de la siguiente manera: 12 probetas para evaluar la Resistencia a la compresión: 3 probetas patrón, 3 al 5% de adición de fibras de plástico, 3 al 10% de adición de fibras de plástico y 3 al 15% de adición de fibras de plástico; 12 probetas para evaluar Resistencia a la Flexión: 3 probetas patrón, 3 al 5% de adición de fibras de plástico, 3 al 10% de adición de fibras de plástico, 3 al 15% de adición de fibras de plástico; 12 Probetas para evaluar Resistencia al impacto: 3 probetas patrón, 3 al 5% de adición de fibras de plástico, 3 al 10% de adición de fibras de plástico, 3 al 15% de adición de fibras de plástico; Además 12 probetas para evaluar el porcentaje de absorción: 3 probetas patrón, 3 al 5% de adición de fibras de plástico, 3 al 10% de adición de fibras de plástico, 3 al 15% de adición de fibras de plástico. Ver Tabla 3.

*Tabla 2:  
Distribución de muestras para los ensayos a realizar en la investigación*

|                              | Porcentaje de adición de fibras de plástico reciclado |    |     |     |           |
|------------------------------|---|----|-----|-----|-----------|
|                              | 0%  | 5% | 10% | 15% | TOTAL     |
| <b>PROPIEDADES MECÁNICAS</b> |   |    |     |     |           |
| Resistencia a la Compresión  | 3   | 3  | 3   | 3   | 12        |
| Resistencia a la flexión     | 3   | 3  | 3   | 3   | 12        |
| Resistencia al Impacto       | 3   | 3  | 3   | 3   | 12        |
| <b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>   |   |    |     |     |           |
| Absorción                    | 3   | 3  | 3   | 3   | 12        |
|                              |   |    |     |     | <b>48</b> |

Además, tiene muestreo por juicio de expertos porque los datos extraídos son de acuerdo a la selección de un experto en donde se piensa que son los mejores elementos para responder el objetivo particular de la investigación.

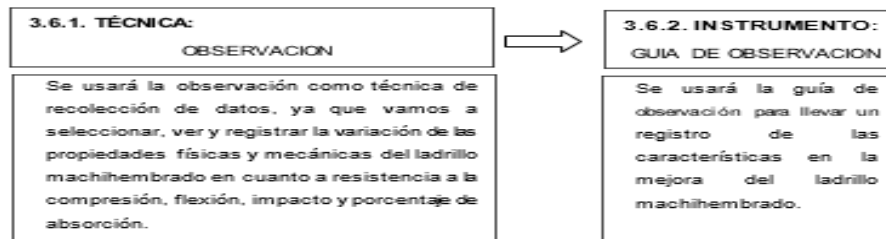


*Figura 5: Esquematización del tipo de muestreo.*

*Fuente: Propia*

## **2.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos**

### **2.3.1. Para recolectar datos.**



*Figura 6: Técnica e Instrumento de Recolección de datos.*

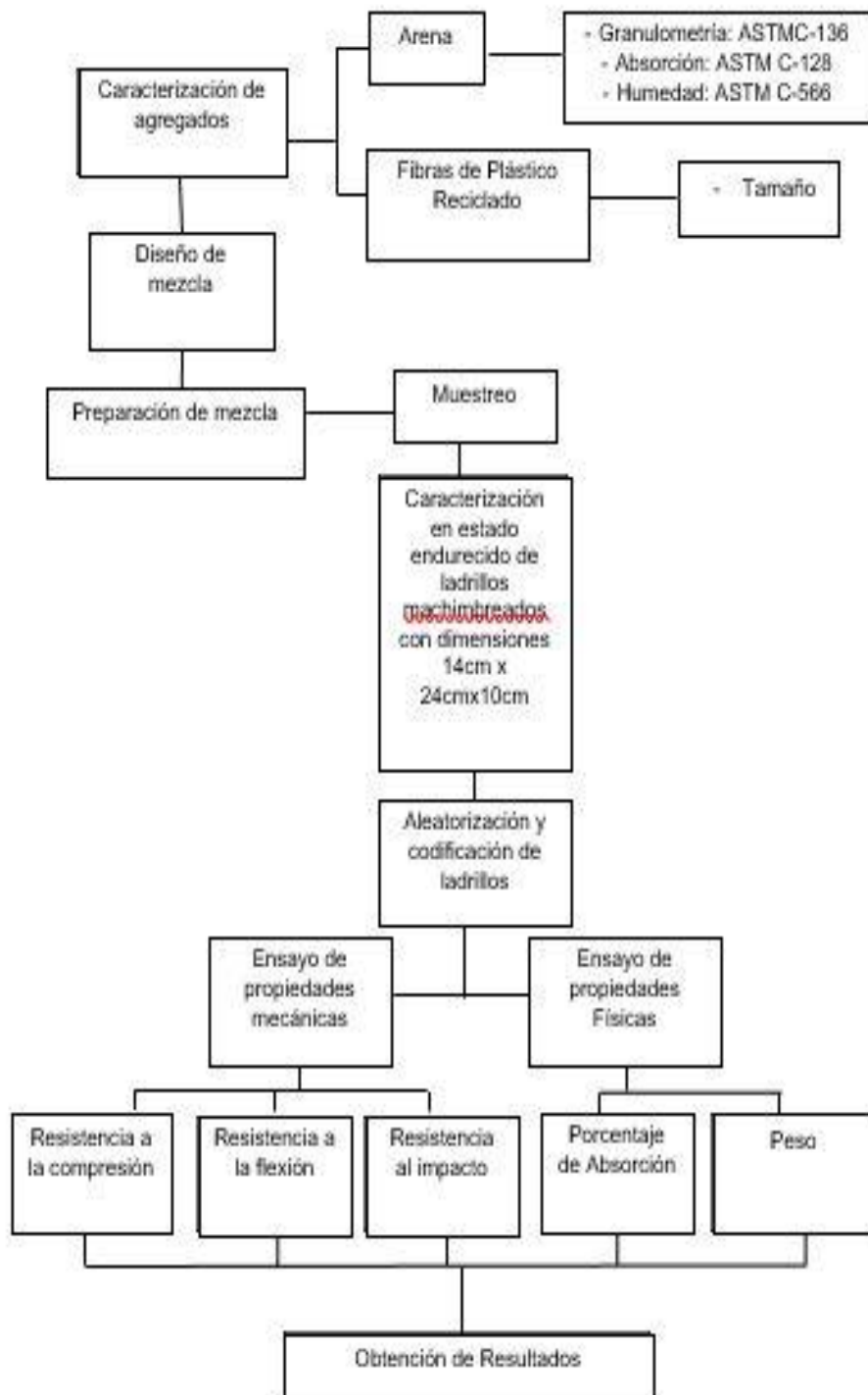


Figura 7: Procedimiento de Recolección de datos.

### 2.3.2. Para procesar datos.

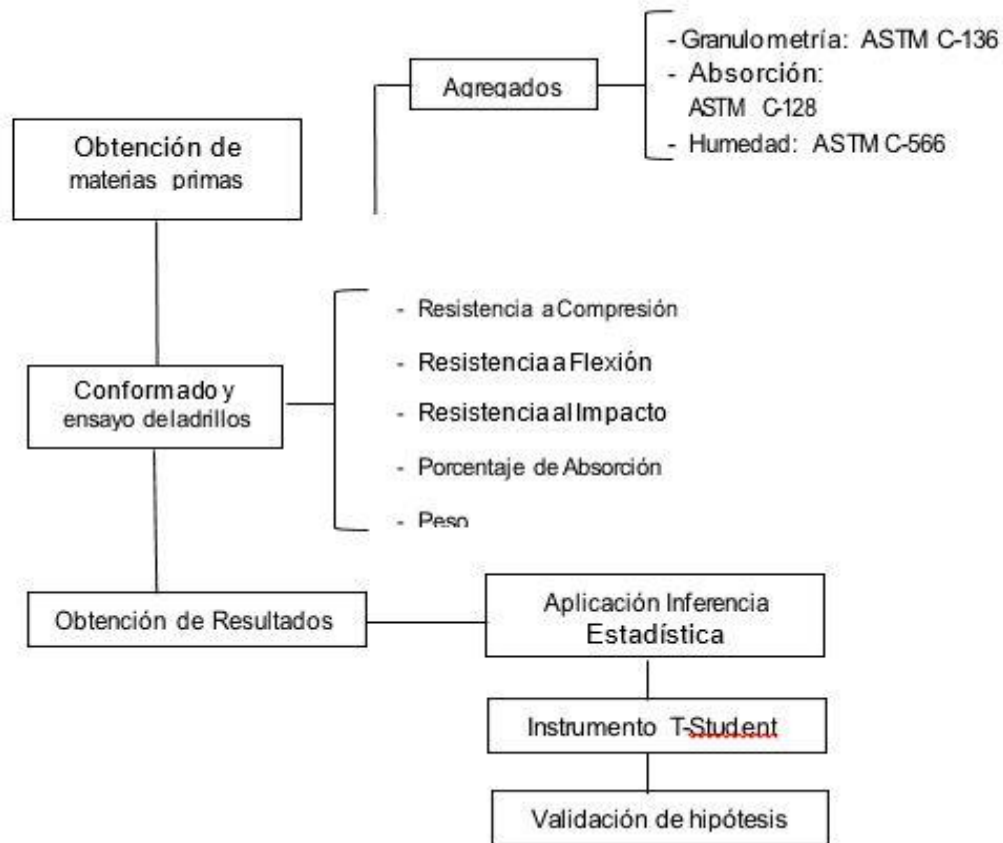


Figura 8: Procedimiento para llegar al análisis de datos.

Fuente: Propia

Una vez obtenidos los resultados después de la aplicación de los ensayos (Resistencia a la Compresión, Resistencia a la Flexión, Resistencia al Impacto, Absorción y Peso), se hará la aplicación del método de la Inferencia estadística por medio del instrumento de validación de hipótesis T-Student. Puesto que son 12 probetas para cada ensayo estipulado, cumple con la primera condición de aplicación de este instrumento, el cual nos indica que el tamaño muestral debe ser menor o igual a 30 especímenes. Y como segunda condición el instrumento indica que es posible calcular las medias y la desviación estándar a partir de la muestra; el cual también se cumple en la muestra de esta investigación.

Por lo tanto, se sigue el siguiente procedimiento para el análisis de datos:

- Se formula la hipótesis nula y la hipótesis alternativa

Hipótesis alternativa: plantea lo que queremos demostrar.

Hipótesis nula: plantea lo contrario a la hipótesis alternativa.





- Luego, se determina el nivel de significancia ( $\alpha$ : rango de aceptación de hipótesis alternativa, el cual tiene un valor de 0.05 para proyectos de investigación).
- Se calcula la media y la desviación estándar a partir de la muestra.
- Seguido de esto, se aplica la T-Student para calcular la probabilidad de error (P) por medio de la fórmula:

$$\text{Grados de libertad} = df = n-1$$

Donde:

$\bar{x}$ : media

$x$ : valor a analizar

$s_x$ : desviación estándar

$n$ : tamaño de muestra

- En base a la evidencia se acepta o se rechaza la hipótesis alternativa, según:  
Si la probabilidad de error (P) es mayor que el nivel de significancia:  
**SE RECHAZA LA HIPÓTESIS ALTERNATIVA**  
Si la probabilidad de error (P) es menor que el nivel de significancia:  
**SE ACEPTA LA HIPÓTESIS ALTERNATIVA**

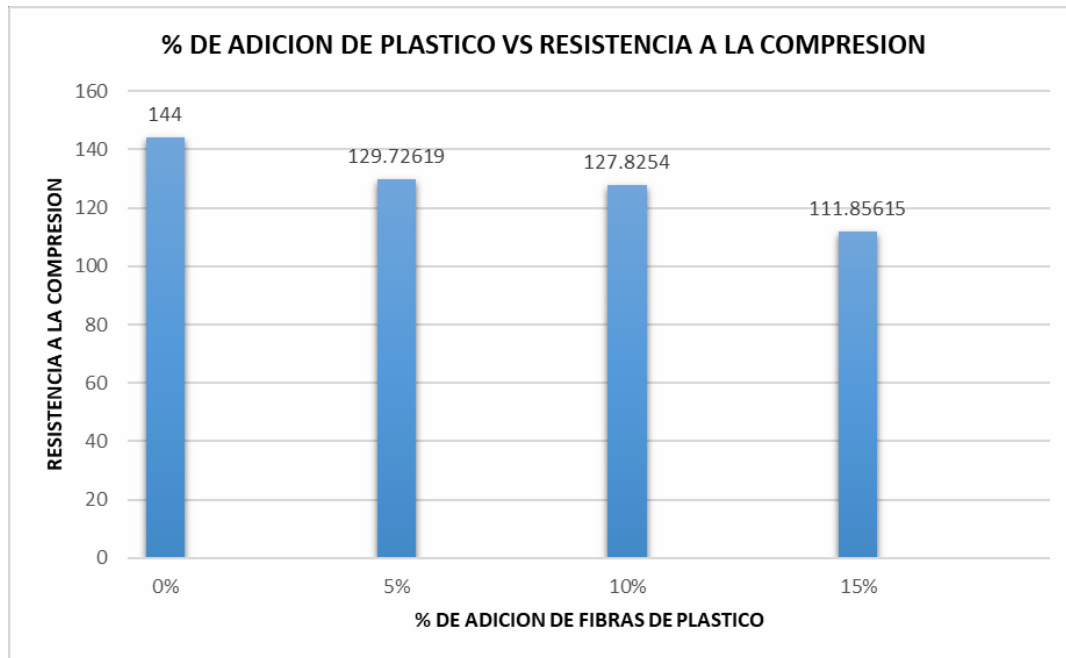
## 2.4. Operacionalización de variables

| VARIABLE   | DEFINICIÓN<br>CONCEPTUAL   | DEFINICIÓN<br>OPERACIONAL   | DIMENSIONES                   | INDICADORES                           |
|--|--|---|-------------------------------|---------------------------------------|
| PROPIEDADES<br>MECANICAS DEL<br>LADRILLO<br>MACHIHEMBRADO<br>DE CONCRETO | Cualidad que presenta un ladrillo machihembrado de concreto adicionado con fibras de plástico reciclado en que al ser deformado o al aplicarse una carga, este regresa a su forma inicial. | Evaluar las propiedades mecánicas de ladrillo machihembrado de concreto adicionado con fibras plástico reciclado para su aplicación en sistemas de construcción en el distrito de Trujillo. | - Resistencia a la Compresión | - Área<br>- Volumen<br>- Presión Neta |
|  |  |   | - Resistencia a la flexión    | - Área<br>- Volumen<br>- Luz          |
|  |  |   | - Resistencia al Impacto      | - Peso<br>- Volumen<br>- Área         |
| PROPIEDADES<br>FISICAS DEL<br>LADRILLO<br>MACHIHEMBRADO<br>DE CONCRETO   | Cualidad que presenta un ladrillo machihembrado de concreto adicionado con fibras de plástico reciclado en que es una estructura o materia que es visible y puede ser medible.             | Evaluar las propiedades físicas de ladrillo machihembrado de concreto adicionado con fibras plástico reciclado para su aplicación en sistemas de construcción en el distrito de Trujillo.   | - Porcentaje de Absorción     | - Peso<br>- Volumen                   |
|  |  |   | - Peso                        | - Masa Seca                           |

## Resultados

### Resistencia a la Compresión (NTP 399.604)

| Nombre de ladrillo | Datos obtenidos |           |          | Peso (kg) | Área de base (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima Admitida (kg) | Resistencia a Compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a Compresión Promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|-----------------|-----------|----------|-----------|---------------------------------|----------------------------|--|---|
|                    | Largo (m)       | Ancho (m) | Alto (m) |           |                                 |                            |  |   |
| LC - 0001          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.70      | 336                             | 48150                      | 143.304  | 144.315   |
| LC - 0002          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.70      | 336                             | 45500                      | 135.417  |   |
| LC - 0003          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.70      | 336                             | 46780                      | 139.226  |   |
| LC - 0051          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.60      | 336                             | 42596                      | 126.774  | 129.726   |
| LC - 0052          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.60      | 336                             | 44560                      | 132.619  |   |
| LC - 0053          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.60      | 336                             | 43608                      | 129.786  |   |
| LC - 0101          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.55      | 336                             | 42300                      | 125.893  | 127.825   |
| LC - 0102          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.55      | 336                             | 43568                      | 129.667  |   |
| LC - 0103          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.55      | 336                             | 42980                      | 127.917  |   |
| LC - 0151          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.50      | 336                             | 37500                      | 111.607  | 111.856   |
| LC - 0152          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.50      | 336                             | 38562                      | 114.768  |   |
| LC - 0153          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.50      | 336                             | 36689                      | 109.193  |   |

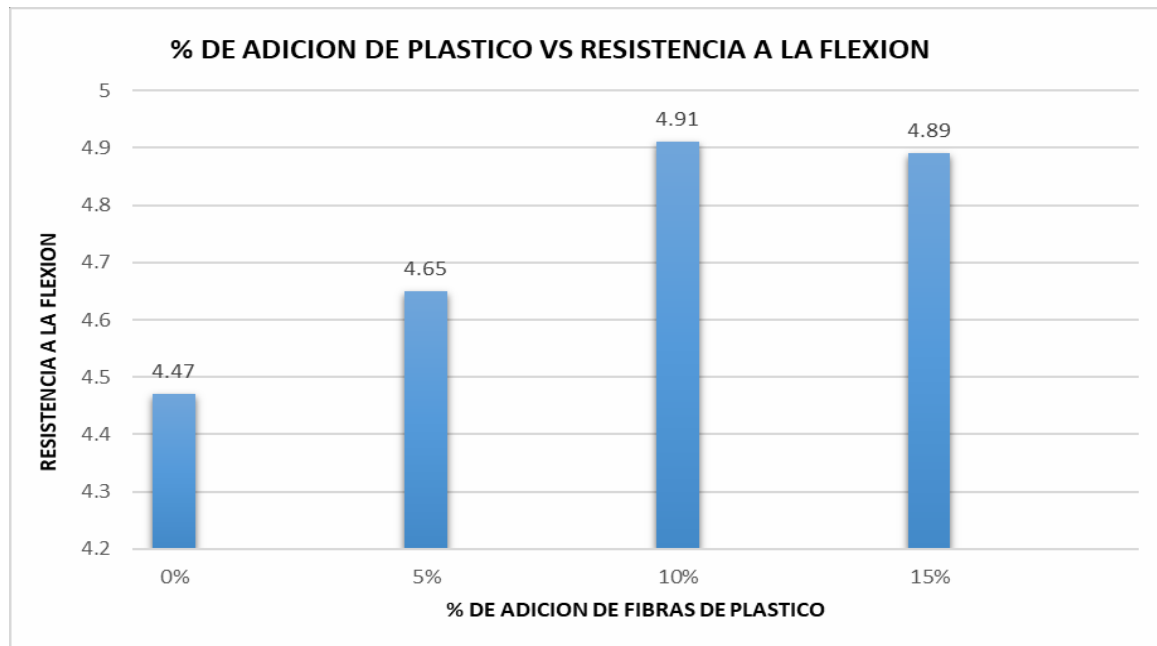


**Descripción:** Se muestra en la gráfica que hay una relación entre el porcentaje de adición de fibras y la resistencia a la Compresión. Obteniendo como resultados que al 0% de adición de fibras una resistencia de 144 kg/cm<sup>2</sup>, al 5% de adición de fibras una resistencia de 129.72 kg/cm<sup>2</sup>, al 10% de adición de fibras una resistencia de 127.82 kg/cm<sup>2</sup> y al 15% de adición de fibras una resistencia de 111.85 kg/cm<sup>2</sup>.



- Resistencia a La Flexión

| Nombre de ladrillo | Datos obtenidos |           |          | Peso (kg) | Área de base (cm <sup>2</sup> ) | Carga Admitida (kg) | Distancia entre apoyos (cm) | Módulo de Ruptura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Módulo de Ruptura Promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|-----------------|-----------|----------|-----------|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|---|--|
|                    | Largo (m)       | Ancho (m) | Alto (m) |           |                                 |                     |                             |   |  |
| LF - 0001          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.70      | 336                             | 211                 | 20                          | 4.52                                    | 4.47   |
| LF - 0002          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.70      | 336                             | 210                 | 20                          | 4.51                                    |  |
| LF - 0003          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.70      | 336                             | 205                 | 20                          | 4.39                                    |  |
| LF - 0051          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.60      | 336                             | 215                 | 20                          | 4.60                                    | 4.65   |
| LF - 0052          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.60      | 336                             | 218                 | 20                          | 4.67                                    |  |
| LF - 0053          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.60      | 336                             | 218                 | 20                          | 4.67                                    |  |
| LF - 0101          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.55      | 336                             | 225                 | 20                          | 4.82                                    | 4.91   |
| LF - 0102          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.55      | 336                             | 231                 | 20                          | 4.95                                    |  |
| LF - 0103          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.55      | 336                             | 231                 | 20                          | 4.95                                    |  |
| LF - 0151          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.50      | 336                             | 228                 | 20                          | 4.88                                    | 4.89   |
| LF - 0152          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.50      | 336                             | 229                 | 20                          | 4.90                                    |  |
| LF - 0153          | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 2.50      | 336                             | 228                 | 20                          | 4.88                                    |  |

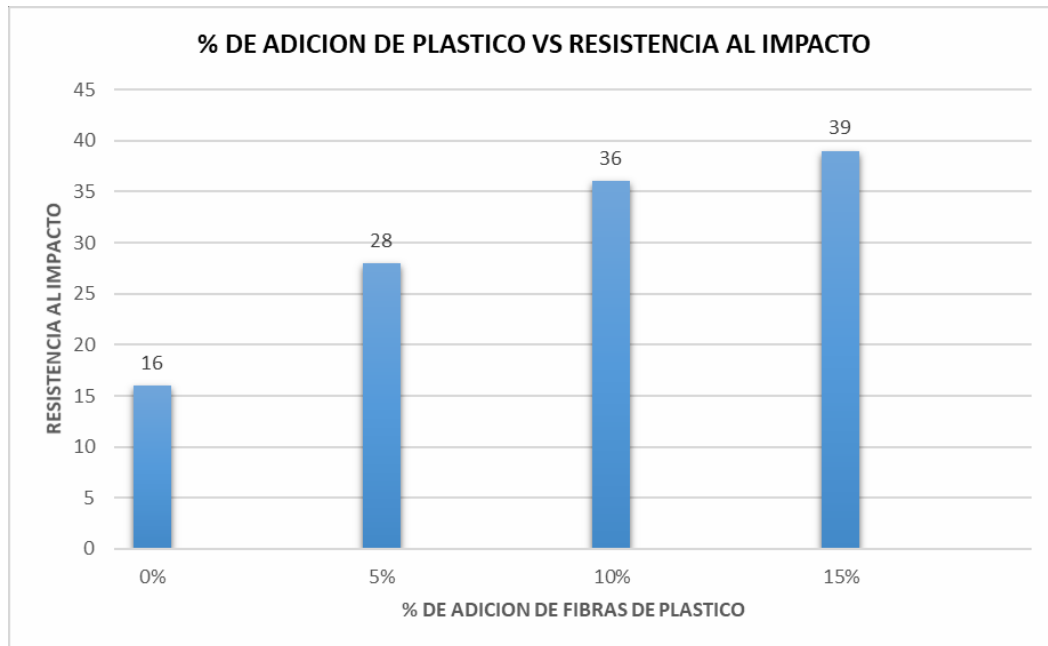


**Descripción:** Se muestra en la gráfica que hay una relación entre el porcentaje de adición de fibras y la resistencia a la flexión. Obteniendo como resultados que al 0% de adición de fibras una resistencia de 4.47 kg/cm<sup>2</sup>, al 5% de adición de fibras una resistencia de 4.65 kg/cm<sup>2</sup>, al 10% de adición de fibras una resistencia de 4.91 kg/cm<sup>2</sup> y al 15% de adición de fibras una resistencia de 4.89 kg/cm<sup>2</sup>.



- Resistencia al Impacto

| Nombre<br>de ladrillo | Datos obtenidos |           |          | N° de<br>golpes | Altura de caída<br>(cm) | PROMEDIO N°<br>DE GOLPES |
|-----------------------|-----------------|-----------|----------|-----------------|-------------------------|--------------------------|
|                       | Largo (m)       | Ancho (m) | Alto (m) |                 |                         |                          |
| LI - 0001             | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 15              | 60                      | 16                       |
| LI - 0002             | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 16              | 60                      |                          |
| LI - 0003             | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 16              | 60                      |                          |
| LI - 0051             | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 28              | 60                      | 28                       |
| LI - 0052             | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 28              | 60                      |                          |
| LI - 0053             | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 28              | 60                      |                          |
| LI - 0101             | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 36              | 60                      | 36                       |
| LI - 0102             | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 36              | 60                      |                          |
| LI - 0103             | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 36              | 60                      |                          |
| LI - 0151             | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 39              | 60                      | 39                       |
| LI - 0152             | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 39              | 60                      |                          |
| LI - 0153             | 0.24            | 0.14      | 0.10     | 39              | 60                      |                          |

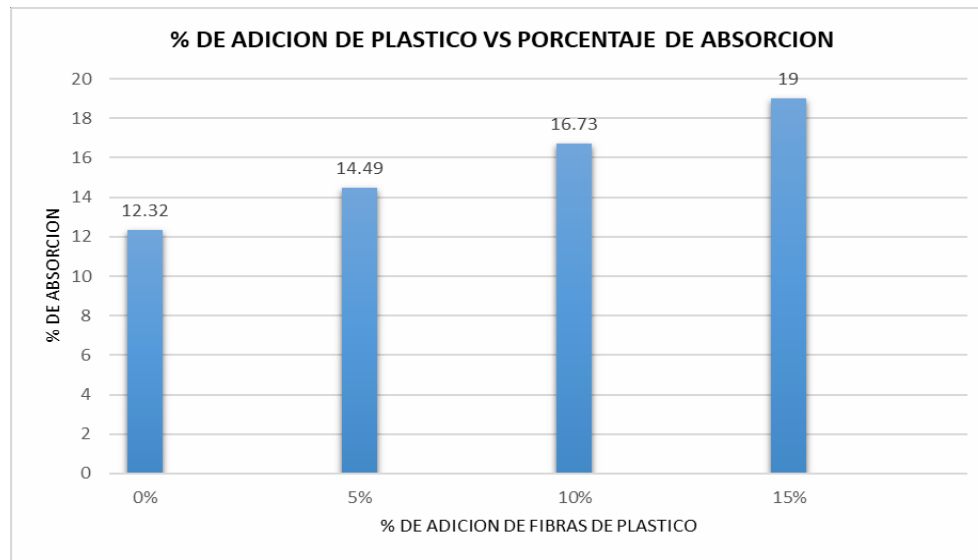


**Descripción:** Se muestra en la gráfica que hay una relación entre el porcentaje de adición de fibras y la resistencia al impacto. Obteniendo como resultados que al 0% de adición de fibras una resistencia de 16 golpes, al 5% de adición de fibras una resistencia de 28 golpes, al 10% de adición de fibras una resistencia de 36 golpes y al 15% de adición de fibras una resistencia de 39 golpes.



- Absorción (NTP 399.604)

| Nombre de Ladrillo | Masa Seca (kg) | Masa Sumergida (kg) | Peso del agua absorbida (kg) | % Absorción | PROMEDIO |
|--------------------|----------------|---------------------|------------------------------|-------------|----------|
| LA - 0001          | 2.65           | 2.97                | 0.33                         | 12.45       | 12.32    |
| LA - 0002          | 2.65           | 2.98                | 0.32                         | 12.08       |          |
| LA - 0003          | 2.65           | 2.98                | 0.33                         | 12.46       |          |
| LA - 0051          | 2.60           | 2.98                | 0.38                         | 14.61       | 14.49    |
| LA - 0052          | 2.60           | 2.98                | 0.37                         | 14.23       |          |
| LA - 0053          | 2.60           | 2.97                | 0.38                         | 14.61       |          |
| LA - 0101          | 2.55           | 2.98                | 0.43                         | 16.86       | 16.73    |
| LA - 0102          | 2.55           | 2.98                | 0.42                         | 16.47       |          |
| LA - 0103          | 2.55           | 2.97                | 0.43                         | 16.86       |          |
| LA - 0151          | 2.50           | 2.98                | 0.48                         | 19.00       | 19.00    |
| LA - 0152          | 2.50           | 2.97                | 0.47                         | 18.80       |          |
| LA - 0153          | 2.50           | 2.98                | 0.48                         | 19.20       |          |



**Descripción:** Se muestra en la gráfica que hay una relación entre el porcentaje de adición de fibras y el porcentaje de absorción. Obteniendo como resultados que al 0% de adición de fibras una absorción de 12.32%, al 5% de adición de fibras una absorción de 14.49%, al 10% de adición de fibras una absorción de 16.73%, y al 15% de adición de fibras una absorción de 19%



## Discusión

- Tomando como referencia la hipótesis, en lo que se afirma que las propiedades mecánicas aumentarán y las propiedades físicas disminuirán, podemos notar en los resultados una mejora en la resistencia a la flexión y al impacto, debido a la adición de fibras de plástico, así como también una disminución del peso del ladrillo, debido a que el plástico es menos pesado al cemento.
- También cabe recalcar que la adición de fibras de plástico reciclado no consiguió aumentar la resistencia a la compresión, ni disminuir el porcentaje de absorción debido a la gran cantidad de poros que genera este material, sin embargo debido a que el uso de este ladrillo es netamente para construcción de muros no portantes, se cumpliría con las normas establecidas en la E-070.
- Otro de los factores que se debe analizar, es el porcentaje adecuado para reemplazar al cemento, Ya que se analizaron muestra en los siguientes porcentajes: 0%,5%,10% y 15%, obteniendo un mejor comportamiento para el 10% de adición, debido a que en los factores negativos que son la disminución de la resistencia a la compresión no tiene mucha consideración, así como para el porcentaje de absorción ya que este en relación a las otra adiciones el comportamiento es similar, respecto a los resultados positivos, al considerar el 10% de fibras, obtenemos una mayor resistencia al impacto y una mayor resistencia a la flexión.



## Conclusiones

- Se determinó que la influencia de fibras de plástico reciclado en mayor porcentaje (15% de Fibras de Plástico), disminuyen la resistencia a la compresión, así como también el porcentaje de absorción del ladrillo machihembrado de concreto, mientras que también aumento la resistencia a la flexión y la resistencia al impacto.
- Se determinaron las propiedades de los agregados para la mezcla de concreto, mediante las normas NTP y ASTM: Contenido de humedad (NTP 339.185 y ASTM C33), Porcentaje de absorción (NTP 400.022 y ASTM C33), Granulometría (NTP 400.012 y ASTM C33)
- Se determinó que la dosificación adecuada es al 10% de fibra de plástico reciclado en reemplazo a la cantidad de cemento debido que aumenta considerablemente la resistencia a la flexión y la resistencia al impacto, Y además no disminuye en gran porcentaje la resistencia a la flexión, ni aumenta el porcentaje de absorción.
- Se analizó las muestras de ladrillo machihembrado de concreto según las normas NTP y ASTM de: Resistencia a la compresión (NTP 339.034), Resistencia a la flexión, Resistencia al Impacto y Absorción (ASTM C140), Por lo que se obtuvieron resultados positivos en la mejora de la resistencia a la flexión y al impacto, Además un aumento en el porcentaje de absorción y disminución en la resistencia al impacto.



## Recomendaciones

- Se recomienda a las entidades privadas tales como R&R contratistas, COAM contratistas, KVC constructores, Etc. el uso de estos ladrillos machihembrados de concreto, son una solución económica, ecológica y responsable debido a su calidad, cuidado, costo y resistencia, Lo cual es favorable tanto para el desarrollo socio-económico como también para el cuidado medio ambiental.
- Se recomiendo a los ingenieros civiles e arquitectos, que residan en obras de edificaciones incentivar el uso de ladrillos machihembrados de concreto, por su mayor facilidad de ensamblaje que no requiere mano de obra calificada, optimizando los costos tanto en materiales como en mano de obra.
- Se recomienda a la población, el uso de ladrillos machihembrados de concreto, debido a su menor costo y además su menor impacto ambiental.
- Se recomienda a los futuros tesisistas, incentivar el estudio en problemas económicos y ambientales, debido a su gran problemática en la sociedad y además de seguir el estudio en el tema del concreto, debido al impacto ambiental que genera su fabricación.

## Referencias Bibliográficas.

- ASOCIACION ESPAÑOLA, (2017). *Normas ASTM*. Madrid: AEC.
- ASTM-D422: *Ensayo Granulométrico de agregados*. ASTM-C789: *Ensayo de Absorción de agregados*.
- BOZA, (2016). *udep.edu*. Recuperado de: <http://udep.edu.pe/hoy/2015/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-país/>
- CASTILLO, (2015). *Diseño de Planta Productora de Ladrillos a base de Cemento y Plástico Reciclado*. Perú: UNI.
- CISNEROS, (2014). *Diseño Geométrico y Obras de Arte del Camino Vecinal Yamobamba - Nogal, Distrito de Agallpampa- Provincia de Otuzco - La Libertad*. Universidad Privada Antenor Orrego, Otuzco - La Libertad.
- GARCIA, (2012). *Propiedades Físicas y Mecánicas de Ladrillos Macizos Cerámicos para Mampostería*. Bogotá: ISSN.
- GÓMEZ, (2011). *Las fibras del Plástico*. Peru: UNI.
- MORALES, (2014). Raul Omar Di Marco Morales. *Ladrillos reciclado*, 60-90.
- MOLLA, (2015). *La albañilería en la construcción*. Chile: Conaver.
- NORMA TÉCNICA PERUANA 399.611: *Adoquines de concreto para Pavimentos*. Norma técnica Peruana 399.613: *Resistencia a la compresión del concreto*. Norma técnica Peruana 399.604: *Propiedades mecánicas del concreto*.
- NORMA TÉCNICA PERUANA 334.009. *Especificaciones Técnicas del cemento Portland*.
- NORMA TÉCNICA PERUANA 400.011: *Especificaciones Técnicas de Agregados para el Concreto*.
- NORMA TÉCNICA PERUANA 399.088: *Especificaciones Técnicas del agua para el Concreto*.
- NORMAS INEM: *Especificaciones Técnicas para ladrillos*. Pasquel, P. (1998). *Tecnología del Cemento*. Lima- Peru: UNI.
- PACASMAYO, (2012). *Los ladrillos en el Perú*. C.P. PERU, 50-60.
- PEREZ, (2008). *El incierto horizonte del ladrillo nipón*. *elmundo.es*, 04.
- PUCP, (2012) DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Civil. Laboratorio de Albañilería.

- RIVERA, (2011). *Diseño de Pavimento Rígido para la Vía Baba- La Estrella*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- RODRIGUEZ, (2016). *Importancia de redes viales y potencias, fieras de la Ingeniería*.
- RODRIGUEZ, (2015). *Proyecto de Mejoramiento de Transitabilidad Vial de la Vía Local que Empalma con la Carretera la Costanera hasta el Sector el Tablazo-Distrito Huanchaco-Provincia de Trujillo. - La Libertad*. Tesis, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo-La Libertad.
- RODRIGUEZ, (2014). *Estudio Definitivo del Proyecto de Mejoramiento de la Transitabilidad de la Vía Local que empalma con la Carretera La Costanera hasta el Sector El Tablazo-Distrito Huanchaco-Provincia de La Libertad*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Lima.
- SÁNCHEZ, (2016). *El plástico Reciclado en la Ingeniería*. España: Coneva. German, Q. S.
- (2013). *Los plásticos PET*. Colombia: Larco.
- TORRE, (2004). *Ana Torre*. Lima-Perú: Edi. UNI.
- VIGABRIEL, (2014). *Características del mercado de plásticos, materiales y acabados para la construcción*. Perú: UNI.

## Anexos

### Anexo N° 1

**Anexo 1.1:** Formato de guía de observación de ladrillos machihembrados de concreto adicionado con fibras de plástico reciclado


#### ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN (NTP 399.604)

##### 1. AUTORES:

- Hebert Josué Arroyo Abanto
- Josualdo Carlos Villar Quiroz

##### 2. DATOS DE ENSAYO:

| Nombre de ladrillo | Datos obtenidos |           |          | Peso (kg) | Área de base (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima Admitida (kg) | Resistencia a Compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a Compresión Promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|-----------------|-----------|----------|-----------|---------------------------------|----------------------------|--|---|
|                    | Largo (m)       | Ancho (m) | Alto (m) |           |                                 |                            |  |   |
| LC - 0001          |                 |           |          |           |                                 |                            |  |   |
| LC - 0002          |                 |           |          |           |                                 |                            |  |   |
| LC - 0003          |                 |           |          |           |                                 |                            |  |   |
| LC - 0051          |                 |           |          |           |                                 |                            |  |   |
| LC - 0052          |                 |           |          |           |                                 |                            |  |   |
| LC - 0053          |                 |           |          |           |                                 |                            |  |   |
| LC - 0101          |                 |           |          |           |                                 |                            |  |   |
| LC - 0102          |                 |           |          |           |                                 |                            |  |   |
| LC - 0103          |                 |           |          |           |                                 |                            |  |   |
| LC - 0151          |                 |           |          |           |                                 |                            |  |   |
| LC - 0152          |                 |           |          |           |                                 |                            |  |   |
| LC - 0153          |                 |           |          |           |                                 |                            |  |   |

  
CIP90402  
Ing. Paredi Estacio J.



**Anexo 1.2: Formato de guía de observación de ladrillos machihembrados de concreto  
adicionado con fibras de plástico reciclado**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

**1. AUTORES:**

- Hebert Arroyo Abanto
- Josualdo Carlos Villar Quiroz

**2. DATOS DE ENSAYO**

| Nombre<br>de ladrillo | Datos obtenidos |              |             | Peso<br>(kg) | Área de<br>base<br>(cm <sup>2</sup> ) | Carga<br>Admitida<br>(kg) | Distancia<br>entrepayos<br>(cm) | Módulo de<br>Ruptura<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Módulo de<br>Ruptura<br>Promedio<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------|-----------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---|---|
|                       | Largo<br>(m)    | Ancho<br>(m) | Alto<br>(m) |              |                                       |                           |                                 |   |   |
| LF - 0001             |                 |              |             |              |                                       |                           |                                 |   |   |
| LF - 0002             |                 |              |             |              |                                       |                           |                                 |   |   |
| LF - 0003             |                 |              |             |              |                                       |                           |                                 |   |   |
| LF - 0051             |                 |              |             |              |                                       |                           |                                 |   |   |
| LF - 0052             |                 |              |             |              |                                       |                           |                                 |   |   |
| LF - 0053             |                 |              |             |              |                                       |                           |                                 |   |   |
| LF - 0101             |                 |              |             |              |                                       |                           |                                 |   |   |
| LF - 0102             |                 |              |             |              |                                       |                           |                                 |   |   |
| LF - 0103             |                 |              |             |              |                                       |                           |                                 |   |   |
| LF - 0151             |                 |              |             |              |                                       |                           |                                 |   |   |
| LF - 0152             |                 |              |             |              |                                       |                           |                                 |   |   |
| LF - 0153             |                 |              |             |              |                                       |                           |                                 |   |   |



*[Handwritten Signature]*  
CIP90402  
Jas. Paredes Estacio J.

**Anexo 1.3: Formato de guía de observación de ladrillos machihembrados de concreto  
adicionado con fibras de plástico reciclado**

**ENSAYO DE RESISTENCIA AL IMPACTO**

**1. AUTORES:**

- Hebert Arroyo Abanto
- Josualdo Carlos Villar Quiroz

**2. DATOS DE ENSAYO:**

| Nombre<br>de ladrillo | Datos obtenidos |           |          | N° de<br>golpes | Altura de caída<br>(cm) |
|-----------------------|-----------------|-----------|----------|-----------------|-------------------------|
|                       | Largo (m)       | Ancho (m) | Alto (m) |                 |                         |
| LI - 0001             |                 |           |          |                 |                         |
| LI - 0002             |                 |           |          |                 |                         |
| LI - 0003             |                 |           |          |                 |                         |
| LI - 0051             |                 |           |          |                 |                         |
| LI - 0052             |                 |           |          |                 |                         |
| LI - 0053             |                 |           |          |                 |                         |
| LI - 0101             |                 |           |          |                 |                         |
| LI - 0102             |                 |           |          |                 |                         |
| LI - 0103             |                 |           |          |                 |                         |
| LI - 0151             |                 |           |          |                 |                         |
| LI - 0152             |                 |           |          |                 |                         |
| LI - 0153             |                 |           |          |                 |                         |



*CID90402*  
*I. Ag. Paredes Estacio J.*

**Anexo 1.4: Formato de guía de observación de ladrillos machihembrados de concreto  
adicionado con fibras de plástico reciclado**

**ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.604)**

**1. AUTORES:**

- Hebert Arroyo Abanto
- Josualdo Carlos Villar Quiroz

**2. DATOS DE ENSAYO:**

| Nombre de Ladrillo | Masa Seca (kg) | Masa Sumergida (kg) | Peso del agua absorbida (kg) | % Absorción |
|--------------------|----------------|---------------------|------------------------------|-------------|
| LA - 0001          |                |                     |                              |             |
| LA - 0002          |                |                     |                              |             |
| LA - 0003          |                |                     |                              |             |
| LA - 0051          |                |                     |                              |             |
| LA - 0052          |                |                     |                              |             |
| LA - 0053          |                |                     |                              |             |
| LA - 0101          |                |                     |                              |             |
| LA - 0102          |                |                     |                              |             |
| LA - 0103          |                |                     |                              |             |
| LA - 0151          |                |                     |                              |             |
| LA - 0152          |                |                     |                              |             |
| LA - 0153          |                |                     |                              |             |



*[Handwritten Signature]*  
CIP 90402  
Jos. Paredes Estacio J.

## **Anexo N° 2:** Norma ASTM C31 – Resistencia ala compresion y flexion

### **1. Alcances**

- 1.1. Esta norma explica los procedimientos para elaborar y curar las probetas cilíndricas y vigas, utilizando muestras representativas de hormigón fresco para la construcción de un proyecto.
- 1.2. El hormigón empleado para confeccionar las probetas moldeadas debe tener las mismas características del hormigón que está siendo colocado en la obra en cuanto a la dosificación de la mezcla, incluida la adición de agua de amasado y los aditivos. Esta norma no es adecuada para elaborar probetas con hormigón que no tiene un descenso de cono medible o que requiera otra forma y tamaño de probeta.
- 1.3. Los valores establecidos ya sea en unidades pulgada-libra o en el Sistema Internacional (SI) deben considerarse, por separado, como norma. Las unidades en el Sistema Internacional se muestran entre paréntesis. Los valores establecidos en cada sistema pueden no ser exactos en su equivalencia; por esto cada sistema debe utilizarse de manera independiente. Combinar los valores de ambas unidades puede provocar una no-conformidad.
- 1.4. *Este método no pretende solucionar todos los problemas de seguridad que puedan estar asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer las medidas de seguridad e higiene, y determinar la aplicabilidad de restricciones reglamentarias antes de usarlo.*
- 1.5. El texto de esta norma menciona notas que proporcionan únicamente material informativo. Estas notas no deben considerarse como requerimientos de la norma.

### **2. Documentos de referencia**

#### *2.1. Normas ASTM*

C 125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates.

C 138/C 138M Método de ensayo normalizado para determinar la densidad (peso unitario), volumen producido y contenido de aire del hormigón (Método Gravimétrico).

C 143/C 143M Método de ensayo normalizado para determinar el descenso de cono del hormigón elaborado con cemento hidráulico.

C 172 Práctica normalizada para determinar el muestreo de la mezcla de hormigón fresco.

C 173/C 173M Método de ensayo normalizado para determinar el contenido de aire del hormigón fresco por el método volumétrico.

C 192/C 192M Práctica normalizada para la preparación y curado de las muestras de ensayo de hormigón en el laboratorio.

C 231 Método de ensayo normalizado para determinar el contenido de aire del hormigón fresco por el método de presión.

C 330 Specification for Lightweight Aggregate for Structural Concrete.

C 403/C 403M Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance.

C 470/C 470M Especificaciones normalizadas para la fabricación de los moldes para ensayos de hormigón.

C 511 Specification for Moist Cabinets, Moist Rooms, and Water Storage Tanks Used in the Testing of Hydraulic Cements and Concretes.

C 617 Procedimiento normalizado para refrentar las probetas cilíndricas de hormigón.<sup>2</sup>

C 1064/C 1064M Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura del hormigón fresco de cemento portland.

### **3. Terminología**

3.1. Para las definiciones de esta práctica, refiérase a Terminología C 125.

### **4. Significado y Uso**

4.1. Esta práctica proporciona los requerimientos normalizados para preparar, curar, proteger y transportar las probetas de ensayo de hormigón, bajo condiciones de obra.

4.2. Si las probetas son elaboradas y curadas de manera estandarizada, como lo establece esta práctica, los resultados de los ensayos de resistencia podrán utilizarse para los siguientes fines:

- 4.2.1. Aceptación de los ensayos para una resistencia especificada.
- 4.2.2. Verificar las proporciones de la mezcla para alcanzar una resistencia, y
- 4.2.3. Control de Calidad.
- 4.3. Si las probetas son elaboradas y curadas en la obra, como lo establece esta práctica, los resultados podrán utilizarse para los siguientes propósitos:
  - 4.3.1. Determinación del tiempo que requiere una estructura para ser puesta en servicio,
  - 4.3.2. Comparación con los resultados de los ensayos de probetas curadas de manera estandarizada o con los resultados de varios métodos de ensayos en obra.
  - 4.3.3. Determinar adecuadamente el curado y la protección al hormigón en la estructura, o
  - 4.3.4. Determinar el tiempo requerido para la remoción de los moldajes o puntales.

## 5. Aparatos

- 5.1. *Moldes, Generalidades* - Los moldes para preparar las probetas o las abrazaderas de los moldes que estén en contacto con el hormigón deben estar hechos de acero, hierro forjado o cualquier otro material no absorbente, no reactivo con el hormigón elaborado con cemento Portland u otros cementos hidráulicos. Los moldes deben conservar sus dimensiones y forma bajo cualquier condición de uso.

Los moldes deben ser estancos durante su uso, verificándose por su capacidad para retener el agua que les sea vertida en su interior. Las condiciones para los ensayos de estanqueidad están dadas por los Métodos de Ensayo de las Especificaciones C 470/C 470M para Elongación, Absorción y Estanqueidad. Donde sea necesario, debe usarse un sellador adecuado tal como la grasa viscosa, arcilla para moldear o cera microcristalina, para evitar la fuga en las uniones. Deben proporcionarse los medios adecuados para sujetar firmemente las placas base a los moldes. Antes de usarse, los moldes reutilizables deben estar ligeramente cubiertos con aceite mineral o con un desmoldante no reactivo.

5.2. *Moldes Cilíndricos* - Los moldes para preparar las probetas de ensayo de hormigón deben satisfacer los requerimientos de la Especificación C 470/C 470M.

---

5.3. *Moldes para Vigas* - Los moldes para vigas deben tener la forma y dimensiones requeridas para producir las probetas estipuladas en la Sección 6.2. Los costados, el fondo y los extremos deben ser perpendiculares entre sí, rectos, suaves y libres de alabeo. La máxima variación de la sección transversal nominal no debe exceder de 1/8 pulg (3 mm) para moldes con altura o ancho de 6 pulg (150 mm) o más. Los moldes deben producir probetas no menores en 1/16 pulg (2 mm) de la longitud requerida en 6.2.

5.4. *Pisón* - Una barra de acero redonda, recta, con las dimensiones estipuladas en la Tabla 1, con al menos un extremo redondeado en forma de semiesfera del mismo diámetro que la barra.

---

5.5. *Vibradores* - Se deben emplear vibradores internos, con una frecuencia de vibración de al menos 7000 vibraciones por minuto (150Hz) mientras se encuentre funcionando dentro del hormigón. El diámetro de un vibrador redondo no debe ser superior a una cuarta parte del diámetro del molde del cilindro o una cuarta parte del ancho del molde para viga. Los vibradores con otras formas deben tener un perímetro equivalente a la circunferencia de un vibrador redondo adecuado. La longitud total, considerando el eje y el elemento vibrador, debe exceder la profundidad máxima de la sección que se esté vibrando por lo menos en 3 pulgadas (75 mm). La frecuencia de vibración debe verificarse periódicamente.

5.6. *Mazo* - Se debe utilizar un mazo con cabeza de caucho o cuero que pese 1,25  kg).  0,50 lb  0,6  0,2

5.7. *Herramientas pequeñas* - Se deben suministrar palas, llanas manuales, poruñas y un tacómetro con escala adecuada.

5.8. *Aparato para el Descenso de cono* - El equipo para medir el descenso de cono

debe satisfacer los requerimientos del Método de Ensayo C 143/C 143M.

- 5.9. *Recipiente para Muestreo* - El recipiente adecuado debe ser una tina de lámina metálica gruesa, carretilla o superficie plana, limpia, no absorbente, de capacidad suficiente para permitir el mezclado fácil de la muestra completa con una pala o llana.
- 5.10. *Equipo para medir el Contenido de Aire* - El equipo para medir el contenido de aire debe satisfacer los requerimientos de los Métodos de Ensayo C 173/C 173M ó C 231.
- 5.11. *Equipos para medir la temperatura* - Estos aparatos deben cumplir con los requerimientos del Método de Ensayo C 1064/C 1064M.

## 6. Requisitos de Ensayo

- 6.1. *Probetas cilíndricas* - Las probetas para determinar la resistencia a la compresión o a la tracción por hendimiento, deben ser cilindros moldeados y fraguados en posición vertical, con una longitud igual a dos veces el diámetro. El diámetro del cilindro debe ser de al menos 3 veces el tamaño máximo nominal del árido grueso. Si el tamaño máximo nominal del árido es mayor a 2 pulg (50 mm), la muestra de hormigón se tamiza en húmedo tal como se describe en la Práctica C 172. Para los ensayos de aceptación de la resistencia especificada a la compresión, deben utilizarse probetas cilíndricas de 6 x 12 pulg (150 x 300 mm) o de 4 x 8 pulg (100 x 200 mm) cuando se especifique (Nota 2).
- 6.2. *Probetas en forma de Vigas* - Las probetas para determinar la resistencia a la flexión del hormigón deben ser vigas moldeadas y fraguadas en posición horizontal. La longitud debe ser por lo menos 2 pulg (50 mm) mayor que tres veces el alto en la posición de ensaye. La relación entre el ancho y el alto, en la posición en que se moldean, no debe exceder de 1.5. La viga estándar debe ser de 6 x 6 pulg (150 x 150 mm) en su sección transversal, y debe utilizarse para hormigón con árido grueso cuyo tamaño máximo nominal no exceda las 2 pulg (50 mm). Cuando el tamaño máximo nominal del árido grueso exceda las 2 pulg (50 mm), la menor dimensión de la sección transversal de la viga debe ser



de por lo menos tres veces el tamaño máximo nominal de los áridos gruesos. A menos que las especificaciones del proyecto lo requieran, las vigas elaboradas en obra no deben tener un ancho o alto menor de 6 pulg (150 mm).

6.3. *Técnico de obra* - Los técnicos de obra que elaboren y curen las probetas para los ensayos de aceptación, deben estar certificados por el ACI mediante el programa “Técnicos en Ensayos de Hormigón Fresco en Obra - Grado I” o equivalente. Los programas equivalentes para la certificación del personal deben incluir un examen teórico y práctico, como lo indica la publicación ACI CP-1.

## 7. Muestreo del Hormigón

7.1. Las muestras utilizadas para elaborar las probetas de ensayo bajo esta norma, deben obtenerse de acuerdo con la Práctica C 172, a menos que se haya aprobado un procedimiento alternativo.

7.2. Registre la identificación de la muestra con respecto a la localización del hormigón muestreado y la hora de colocación.

## 8. Descenso de cono, Contenido de Aire y Temperatura

8.1. *Descenso de cono* - Mida y registre el descenso de cono de cada amasada de hormigón con la que se elaboran las probetas, inmediatamente después de remezclar en el recipiente, como se indica en el Método de Ensayo C 143/C 143M.

8.2. *Contenido de Aire* - Determine y registre el contenido de aire de acuerdo con los Métodos de Ensayo C 173/C 173M ó C 231. El hormigón utilizado en la determinación del contenido de aire no debe emplearse en la elaboración de probetas de ensayo.

8.3. *Temperatura* - Determine y registre la temperatura de acuerdo con el Método de Ensayo C 1064/C 1064M.

## 9. Moldeo de las probetas

9.1. *Lugar para el moldeo* - El moldeo de las probetas debe realizarse lo más rápido posible, sobre una superficie rígida y nivelada, sin vibraciones y otras perturbaciones, en un sitio lo más cercano posible del lugar donde se

almacenarán.

- 9.2. *Moldeo de los cilindros* - Seleccione el pisón adecuado en el punto 5.4 y Tabla 1 o el vibrador adecuado en el punto 5.5. Con la Tabla 2 determine el método de compactación, a menos que se especifique otro método. Si el método de consolidación es por apisonado, determine los requisitos de moldeo con la Tabla
3. Si la consolidación es por vibración, determine los requisitos de moldeo con la Tabla 4. Elija una herramienta pequeña, de forma y tamaño suficiente para asegurar que cada porción de hormigón, tomada del recipiente con la muestra, sea representativa y lo suficientemente pequeña para no derramar hormigón al colocarlo en el molde. Mientras se coloca el hormigón en el molde, mueva la herramienta alrededor del perímetro de la abertura del molde para asegurar una distribución uniforme del hormigón y minimizar la segregación. Cada capa de hormigón debe consolidarse según se requiera. Al colocar la última capa, agregue una cantidad de hormigón que permita mantener lleno el molde después de la compactación.
- 9.3. *Moldeo de Vigas* – Seleccione el pisón adecuado en el punto 5.4 y Tabla 1 o el vibrador adecuado en el punto 5.5. Con la Tabla 2, determine el método de compactación, a menos que se especifique otro método. Si el método de consolidación es por apisonado, determine los requisitos del moldeo con la Tabla
3. Si el método de consolidación es por vibración, determine los requisitos de moldeo con la Tabla 4. Determine el número de penetraciones por capa considerando una penetración por cada 2 pulgadas<sup>2</sup> (14 cm<sup>2</sup>) del área de la superficie de la viga. Elija la herramienta menor, tal como cucharón, llana o pala de forma y tamaño suficiente para asegurar que cada porción de hormigón, tomada del recipiente para la muestra, sea representativa y en pequeña cantidad para no derramar hormigón al colocarlo en el molde. Cada capa de hormigón debe consolidarse según se requiera. Al colocar la última capa, agregue una cantidad de hormigón que permita mantener lleno el molde después de la compactación. Coloque el hormigón de manera uniforme en cada capa con un

mínimo de segregación.

9.4. *Compactación* - Los métodos de compactación utilizados en esta norma son el apisonado y la vibración interna.

9.4.1. *Apisonado* - Coloque el hormigón en el molde con el número especificado de capas de aproximadamente igual volumen. Apisone cada capa con el extremo redondeado del pisón de acuerdo al número de penetraciones especificadas. Apisone la capa inferior en todo su espesor. Distribuya las penetraciones uniformemente sobre la sección transversal del molde. Para cada capa superior permita que el pisón penetre aproximadamente 1 pulg (25 mm) en la capa anterior. Después de que cada capa haya sido apisonada, golpee ligeramente con el mazo el exterior del molde de 10 a 15 veces para cerrar cualquier orificio dejado durante el apisonado y para liberar las burbujas grandes de aire que hayan sido atrapadas. Utilice la palma de la mano para golpear ligeramente los moldes cilíndricos desechables que son susceptibles a dañarse si se golpean con el mazo. Después de golpear el molde, elimine el excedente de hormigón en los lados y extremos del molde en forma de viga con una llana u otra herramienta adecuada. Los moldes que no fueron llenados completamente, deben ajustarse con hormigón representativo durante la compactación de la última capa. Debe retirarse el exceso de los moldes sobre llenados.

9.4.2. *Vibración* - Mantenga un periodo uniforme de vibrado para cada tipo de hormigón, vibrador y tipo de probeta. La duración de la vibración requerida depende de la trabajabilidad del hormigón y de la efectividad del vibrador. Usualmente, se ha vibrado lo suficiente cuando la superficie del hormigón comienza a volverse suave y dejan de salir grandes burbujas de aire hacia la superficie. Vibre el hormigón sólo lo suficiente para lograr una compactación adecuada (véase Nota 4). Llene los moldes y víbrelos en el número requerido de capas aproximadamente iguales. Vierta todo el hormigón de cada capa en el molde antes de comenzar el vibrado de esa capa. Durante la

compactación, inserte suavemente el vibrador y no permita que el vibrador toque el fondo o las paredes del molde. Retire cuidadosamente el vibrador para evitar que queden burbujas de aire dentro de la muestra. Cuando se vierta la última capa, evite sobrellenar el molde más de 1/4 pulg (6 mm).

9.4.2.1. *Cilindros* - El número de inserciones está estipulado en la Tabla

4. Cuando se requiere más de una inserción por capa, distribuya la inserción uniformemente en cada capa. Deje que el vibrador penetre en todo el espesor de la capa a vibrar y se introduzca en la capa anterior aproximadamente 1 pulg (25 mm). Después de que cada capa ha sido vibrada, golpee ligeramente el exterior del molde unas 10 veces con el mazo, para cerrar cualquier orificio dejado por el vibrador y liberar cualquier burbuja de aire que pudiera haber quedado atrapada. Utilice la palma de la mano para golpear ligeramente los moldes desechables y de cartón que pueden dañarse al ser golpeados con el mazo.

9.4.2.2. *Vigas* - Inserte el vibrador en intervalos que no excedan de 6 pulg (150 mm) a lo largo de una línea central en la dimensión mayor de la probeta. Para probetas con ancho mayor a 6 pulg (150 mm) realice inserciones alternadas a lo largo de dos líneas. Permita que la sonda del vibrador penetre en la capa inferior aproximadamente 1 pulg (25 mm). Después de vibrar cada capa, golpee suavemente el exterior del molde unas 10 veces con el mazo para cerrar huecos que hayan quedado al vibrar y para liberar burbujas de aire atrapadas.

95 *Acabado* - Después de la compactación, enrase la superficie retirando el exceso de hormigón con una llana o platacho. Realice el acabado con la manipulación mínima necesaria para producir una superficie plana y nivelada con el borde del molde y sin depresiones o promontorios mayores de 1/8 pulg (3,3 mm).

- 9.5.1 *Cilindros* - Después de la compactación, termine la superficie quitando de ella el sobrante de hormigón con el pisón de compactación hasta donde la consistencia del hormigón lo permita, o con un enrasador o llana de madera. Si se desea puede refrentarse el cilindro recién elaborado con una capa delgada de pasta de cemento Portland, aceptándose que fragüe y cure con la probeta. Véase la sección de Materiales para refrentado en la Práctica C 617.
- 9.5.2 *Vigas* - Después de la compactación del hormigón, enrase la superficie con una llana hasta la tolerancia requerida, para producir una superficie plana y nivelada.
- 9.6 *Identificación* - Marque las probetas para identificar las probetas y el hormigón al que representan. Utilice un procedimiento que no afecte la superficie superior del hormigón. No marque las tapas removibles. Al desmoldar, marque las probetas de ensayo para conservar sus identidades.

## 10. Curado

- 10.1 *Curado estándar* – El curado estándar es el método de curado utilizado cuando las probetas son elaboradas y curadas para los propósitos indicados en 4.2.
- 10.1.1. *Almacenaje* – En caso de que las probetas no pudieran moldearse en el lugar donde recibirán el curado inicial, inmediatamente después del acabado, mueva las probetas al lugar de almacenaje para el curado inicial. La superficie de apoyo sobre la que se almacenarán las probetas debe estar nivelada con una tolerancia de 1/4 pulg por pie (20 mm por metro). Si se mueven los cilindros elaborados con moldes desechables, levante y sostenga el cilindro por la parte baja del molde, con una llana grande o con algún otro dispositivo similar. Si se daña la superficie superior de la probeta durante el traslado al lugar de almacenaje inicial, se deben arreglar de inmediato los daños.
- 10.1.2. *Curado inicial* – Después del moldeo y del acabado, las probetas deben almacenarse durante un periodo de hasta 48 horas, en un rango de temperatura entre 60 y 80 °F (16 a 27 °C) y en un ambiente húmedo para prevenir cualquier pérdida de humedad. Para las mezclas de hormigón

con una resistencia especificada de 6000 psi (40 MPa) o más, la temperatura inicial de curado debe encontrarse entre 68 y 78 °F (20 y 26 °C). Se pueden emplear diversos procedimientos para mantener las condiciones de humedad y temperatura.

#### 10.1.3. Curado final:

10.1.3.1. *Cilindros* – Al finalizar el curado inicial y dentro de los 30 minutos siguientes a la remoción de los moldes, las probetas deben curarse manteniendo agua libre en las superficies del cilindro, durante todo el tiempo, a una temperatura de  $73 \pm 3$  °F ( $23 \pm 2$  °C) usando el agua almacenada en los estanques o cuartos húmedos, que cumplan con los requisitos de la Especificación C 511, excepto cuando se refrenta con mortero de azufre e inmediatamente antes del ensayo. Cuando se refrenta con un compuesto de mortero de azufre, los extremos del cilindro deben estar lo suficientemente secos para evitar la formación de bolsas de vapor o espuma de más de 1/4 pulg (6 mm) bajo o en el refrentado, como lo describe la Práctica C 617. Durante un periodo que no exceda de 3 horas inmediatamente antes del ensayo, no se requiere de una temperatura estándar de curado, siempre que se mantenga la humedad libre en los cilindros y la temperatura ambiente se encuentre entre 68 y 86 °F (20 y 30 °C).

10.1.3.2. *Vigas* – Las vigas se deben curar de la misma forma que los cilindros (ver 10.1.3.1), con la excepción de que deben almacenarse en agua saturada con hidróxido de calcio a una temperatura de  $73 \pm 3$  °F ( $23 \pm 2$  °C) durante por lo menos 20 horas antes del ensayo. Debe evitarse el secado de las superficies de la viga durante el lapso que se tiene entre el retiro del almacenamiento en agua y el término del ensayo.

10.2 *Curado en obra* – El curado en obra es el método de curado utilizado para las probetas moldeadas y curadas como se indica en 4.3.

- 10.2.1 *Cilindros* – Los cilindros deben almacenarse en o sobre la estructura, tan cerca como sea posible del punto donde fue depositado el hormigón al que representa. Proteja todas las superficies de los cilindros del ambiente de la misma forma o lo más parecido posible al hormigón contenido en los moldajes. Mantenga los cilindros en las mismas condiciones de humedad y temperatura, como las que prevalecen en la estructura de la obra. Ensaye las probetas en las condiciones de humedad señaladas por el tratamiento de curado especificado. Para cumplir con estas condiciones, las probetas elaboradas para determinar el tiempo en el que una estructura puede ser puesta en servicio, deben retirarse del molde al mismo tiempo que se retiren los moldajes de la obra.
- 10.2.2 *Vigas* – Tan pronto como sea posible, cure las vigas de la misma forma que el hormigón de la estructura. Transcurridas  $48 \pm 4$  h después del moldeo, traslade las probetas a su lugar de almacenamiento y desmolde. Almacene las probetas representativas de las losas de pavimento colocándolas sobre el suelo, en la posición como fueron moldeadas, con su cara superior hacia arriba. Cubra los lados y los extremos de las probetas con tierra o arena que debe mantenerse húmeda, dejando la cara superior expuesta al tratamiento de curado especificado. Almacene las probetas representativas del hormigón de una estructura tan cerca como sea posible del elemento o elementos que representa, y proporciónelas la misma protección contra la temperatura y humedad ambiente de las probetas en el lugar, expuestos a la intemperie al igual que la estructura. Al final del periodo de curado deje las probetas en su lugar expuestas al medio ambiente en igual forma que las estructuras. Retire todas las probetas-viga almacenadas en obra e introdúzcalas en agua saturada con hidróxido de calcio, a una temperatura de  $73 \pm 3$  °F ( $23 \pm 2$  °C) por un periodo de  $24 \pm 4$  h previo a la hora de ensaye, para asegurar condiciones uniformes de humedad de probeta a probeta. Observe las precauciones dadas en 10.1.3.2 para evitar el secado entre el curado y el momento de remoción de las probetas para el ensayo.

9.3 *Curado del hormigón estructural liviano* - Cure los cilindros de hormigón estructural liviano de acuerdo con la Especificación C 330.

## **11. Transporte de las probetas al laboratorio**

11.1. Antes de su transporte, las probetas deben curarse y protegerse como se especifica en la Sección 10. Las probetas no deben ser trasladadas hasta mínimo unas 8 h después del fraguado inicial. (Véase Nota 7). Durante su traslado, las probetas deben estar protegidas con un material acojinado y adecuado, que evite daños por las sacudidas. Durante el tiempo frío, proteja las probetas del congelamiento usando un material aislante adecuado. La pérdida excesiva de humedad puede prevenirse envolviendo las probetas en plástico, arpillera húmeda o rodeándolas con arena húmeda, o bien, ajustando tapas plásticas a los moldes plásticos. El tiempo de traslado no debe exceder de 4 h.

## **12. Informe**

12.1. Entregue la siguiente información al laboratorio que ensayará las probetas:

12.1.1. Número de identificación.

12.1.2. Ubicación del hormigón representado por las muestras.

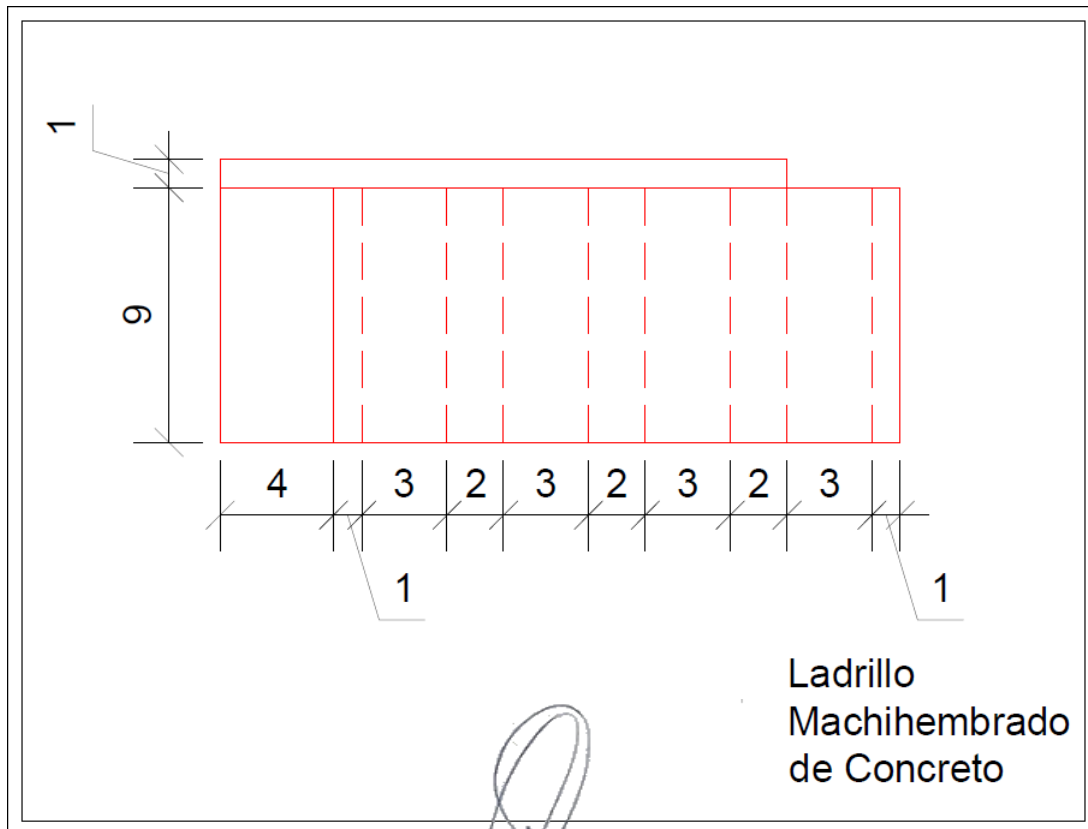
12.1.3. Día, hora y nombre del técnico que elaboró las probetas.

12.1.4. Descenso de cono, contenido de aire y temperatura del hormigón; resultados de los ensayos y de cualquier otro ensayo realizado al hormigón fresco, así como cualquier desviación de los métodos de ensayo normalizado de referencia, y

12.1.5. Método de curado. Para el método de curado normalizado, informe el método de curado inicial, con las temperaturas máximas y mínimas, y el método de curado final. Para el método de curado en obra, informe la ubicación del lugar de almacenamiento, forma de protección, temperatura y humedad del ambiente y tiempo de desmolde.

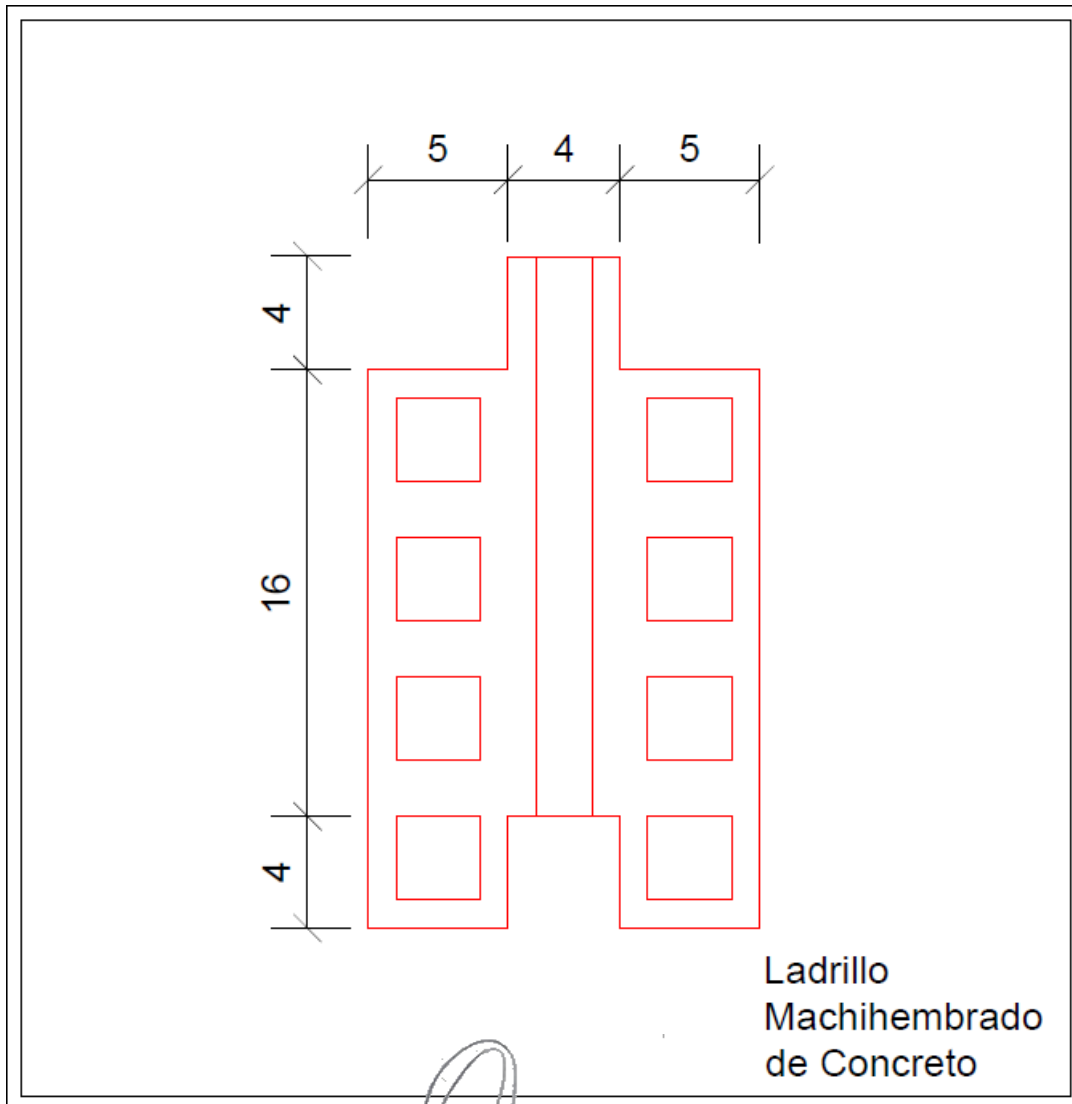


**Anexo N° 3: Plano de Vista Perfil**



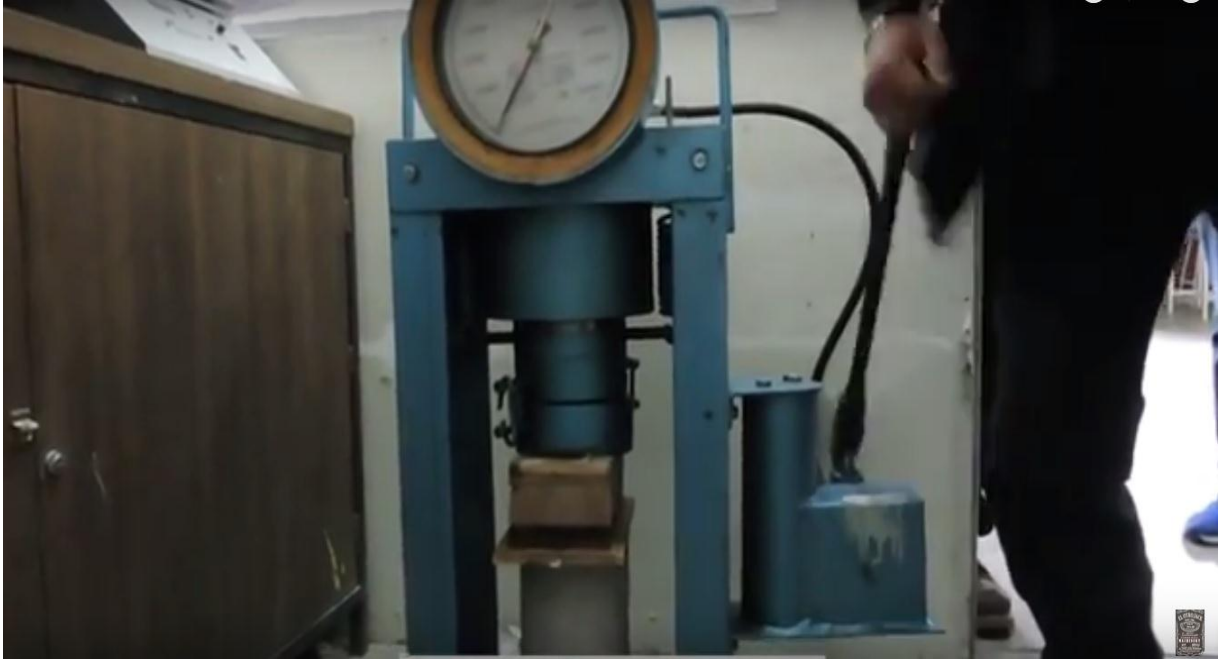
*[Handwritten Signature]*  
CID90402  
Ing. Paredes Estacio J.

**Anexo N° 4: Plano de Vista Planta**



CIP90402  
Ing. Faredy Estacio J.

## ENSAYOS DE COMPRESIÓN



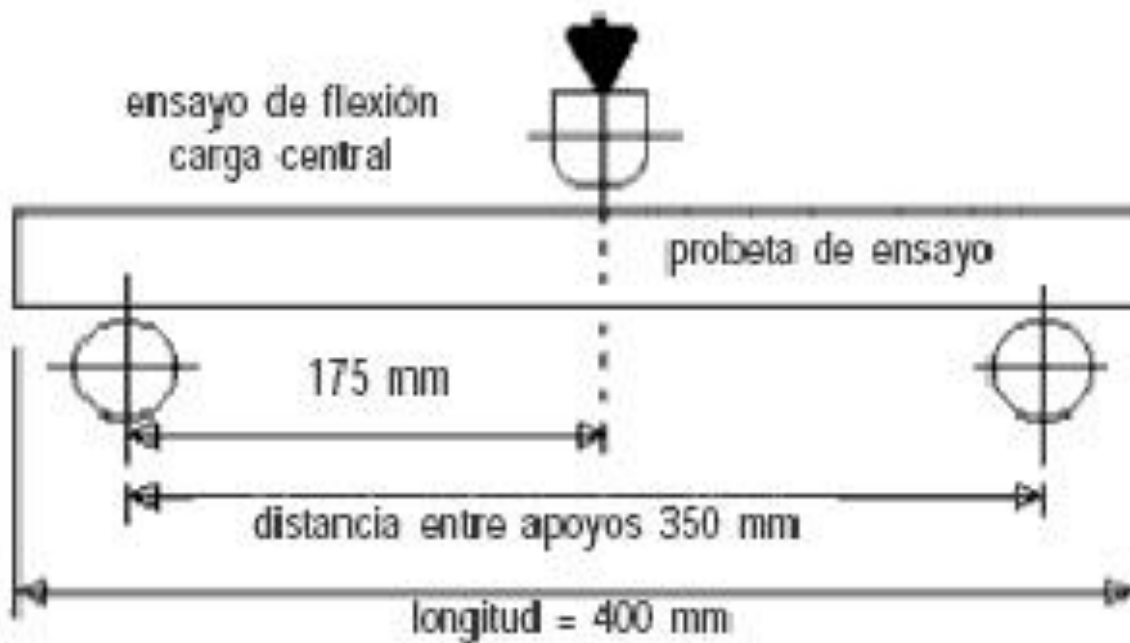
## ENSAYO AL IMPACTO



**ENSAYO DE ABSORCIÓN DE HUMEDAD**



## ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN



## ANÁLISIS DE COSTOS COMPARATIVOS

### Análisis de Precios Unitarios

Partida: **MURO LADRILLO K.K.DE ARCILLA 18 H (0.09 x 0.13 x 0.24) AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm. MORTERO 1:5**

Rendimiento: **m2/DIA**      MO. **7.5000**      EQ. **7.5000**      Costo unitario directo por: **m2**      **74.57**

| Descripción Recurso               | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/.  |
|-----------------------------------|--------|-----------|----------|------------|--------------|
| <b>Mano de Obra</b>               |        |           |          |            |              |
| OPERARIO                          | hh     | 1.0000    | 1.0667   | 20.10      | 21.44        |
| PEON                              | hh     | 0.5000    | 0.5333   | 14.85      | 7.92         |
|                                   |        |           |          |            | <b>29.36</b> |
| <b>Materiales</b>                 |        |           |          |            |              |
| ARENA GRUESA                      | m3     |           | 0.0189   | 50.00      | 0.95         |
| AGUA PUESTA EN OBRA               | m3     |           | 0.0048   | 5.00       | 0.02         |
| CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | bol    |           | 0.1332   | 28.00      | 3.73         |
| LADRILLO KK 18 HUECOS 9X13X24 cm  | mll    |           | 0.0400   | 950.00     | 38.00        |
| MADERA TORNILLO                   | p2     |           | 0.2721   | 6.00       | 1.63         |
|                                   |        |           |          |            | <b>44.33</b> |
| <b>Equipos</b>                    |        |           |          |            |              |
| HERRAMIENTAS MANUALES             | %mo    |           | 3.0000   | 29.36      | 0.88         |
|                                   |        |           |          |            | <b>0.88</b>  |

## ASENTADO DE MURO CON LADRILLO KING KONG

### Análisis de Precios Unitarios

Partida: **MURO DE LADRILLO ECOLÓGICO MACHICHEMBRADO APAREJO DE SOGA (7.5 x 12.5 x 25 cm) Refuerzo Vertical (1:1/4: 5)**

Rendimiento: **m2/DIA**      MO. **10.0000**      EQ. **10.0000**      Costo unitario directo por m2:      **51.05**

| Descripción Recurso  | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/.  |
|--|--------|-----------|----------|------------|--------------|
| <b>Mano de Obra</b>  |        |           |          |            |              |
| OPERARIO   | hh     | 1.0000    | 0.8000   | 20.10      | 15.08        |
| PEON   | hh     | 0.2500    | 0.2000   | 14.85      | 2.97         |
|  |        |           |          |            | <b>19.05</b> |
| <b>Materiales</b>  |        |           |          |            |              |
| ACERO CORRUG. fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 1/2" X 9 m            | kg     |           | 0.9940   | 3.07       | 3.05         |
| ARENA GRUESA   | m3     |           | 0.0029   | 50.00      | 0.15         |
| AGUA PUESTA EN OBRA  | m3     |           | 0.0075   | 5.00       | 0.04         |
| CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)                                | bol    |           | 0.0210   | 28.00      | 0.59         |
| CAL HIDRATADA BOLSA 30 kg  | bol    |           | 0.0053   | 18.00      | 0.10         |
| LADRILLO ECOLOGICO MACHICHEMBRADO CARAVISTA (7.5 x 12.5 x 25 cm) | mll    |           | 0.0550   | 500.00     | 27.50        |
|  |        |           |          |            | <b>31.43</b> |
| <b>Equipos</b>   |        |           |          |            |              |
| HERRAMIENTAS MANUALES  | %mo    |           | 3.0000   | 19.05      | 0.57         |
|  |        |           |          |            | <b>0.57</b>  |

## ASENTADO DE MURO CON LADRILLO MACHICHEMBRADO

## ANÁLISIS DE COSTOS COMPARATIVOS

### Análisis de Precios Unitarios

Partida: **TARRAJEO MUROS PRIMARIO**

Rendimiento **m2/DIA**      MO. **16.0000**      EQ. **16.0000**      Costo unitario directo por: **m2**      **20.55**

| Descripción Recurso               | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/.  |
|-----------------------------------|--------|-----------|----------|------------|--------------|
| <b>Mano de Obra</b>               |        |           |          |            |              |
| OPERARIO                          | hh     | 1.0000    | 0.5000   | 20.10      | 10.05        |
| PEON                              | hh     | 0.5000    | 0.2500   | 14.85      | 3.71         |
|                                   |        |           |          |            | <b>13.76</b> |
| <b>Materiales</b>                 |        |           |          |            |              |
| ARENA FINA                        | m3     |           | 0.0157   | 65.00      | 1.02         |
| AGUA PUESTA EN OBRA               | m3     |           | 0.0040   | 5.00       | 0.02         |
| CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | bol    |           | 0.1110   | 28.00      | 3.11         |
| MADERA TORNILLO                   | p2     |           | 0.4340   | 6.00       | 2.60         |
|                                   |        |           |          |            | <b>6.75</b>  |
| <b>Equipos</b>                    |        |           |          |            |              |
| REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"    | und    |           | 0.0020   | 19.00      | 0.04         |
|                                   |        |           |          |            | <b>0.04</b>  |

### TARRAJEO CON LADRILLO KING KONG

### Análisis de Precios Unitarios

Partida: **ENLUCIDO CON YESO e: 0.5cm**

Rendimiento **m2/DIA**      MO. **20.0000**      EQ. **20.0000**      Costo unitario directo por: **m2**      **12.80**

| Descripción Recurso   | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/.  |
|-----------------------|--------|-----------|----------|------------|--------------|
| <b>Mano de Obra</b>   |        |           |          |            |              |
| OPERARIO              | hh     | 1.0000    | 0.4000   | 20.10      | 8.04         |
| PEON                  | hh     | 0.5000    | 0.2000   | 14.85      | 2.97         |
|                       |        |           |          |            | <b>11.01</b> |
| <b>Materiales</b>     |        |           |          |            |              |
| AGUA PUESTA EN OBRA   | m3     |           | 0.0033   | 5.00       | 0.02         |
| YESO BOLSA 14 kg      | bol    |           | 0.0963   | 15.00      | 1.44         |
|                       |        |           |          |            | <b>1.46</b>  |
| <b>Equipos</b>        |        |           |          |            |              |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo    |           | 3.0000   | 11.02      | 0.33         |
|                       |        |           |          |            | <b>0.33</b>  |

### TARRAJEO CON LADRILLO MACHIHEMBRADO