



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“IMPLEMENTACIÓN DE LA CÁSCARA DE ARROZ EN EL BLOQUE  
CONVENCIONAL”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
título de Ingeniera Civil

AUTORA: KELLY LISSETH ROBLES CORDERO  
TUTOR: ING. NELSON EDUARDO AVILÉS DIAZ

Cuenca - Ecuador  
2023

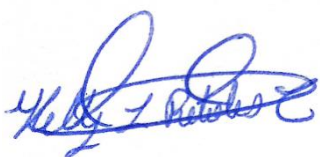
## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Kelly Lisseth Robles Cordero con documento de identificación N° 0105768584, manifiesto que:

Soy la autora y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 10 de julio del 2023

Atentamente,



---

Kelly Lisseth Robles Cordero

0105768584

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Kelly Lisseth Robles Cordero con documento de identificación N° 0105768584, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del Proyecto técnico “Implementación de la cáscara de arroz en el bloque convencional”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniera Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 10 de julio del 2023

Atentamente,



---

Kelly Lisseth Robles Cordero

0105768584

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Nelson Eduardo Avilés Díaz con documento de identificación N° 0102007028, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “IMPLEMENTACIÓN DE LA CÁSCARA DE ARROZ EN EL BLOQUE CONVENCIONAL”, realizado por Kelly Lisseth Robles Cordero con documento de identificación N° 0105768584, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 10 de julio del 2023

Atentamente,



---

Ing. Nelson Eduardo Avilés Díaz  
0102007028

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de investigación se lo dedico primero a Dios por darme sabiduría y ayudarme a cumplir una de mis grandes metas, en segundo lugar, a mis padres, a mi hermana Brithney y mihermano Joddy, a mis tías, tíos y por último a mi abuelita Sara quienes fueron mi inspiración en este largo camino, gracias por su cariño, apoyo incondicional, sus consejos y por nunca a verme dejado sola en todo este proceso.

También se lo dedico a mi tutor de tesis el Ing. Nelson Avilés quien me guio en todo este proceso de la elaboración de la tesis con sus consejos.

## Contenido

<b>CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO</b>	<b>DE</b>
<b>TITULACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE</b>	
<b>TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA .....</b>	<b>3</b>
<b>CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>5</b>
<b>ABREVIATURAS .....</b>	<b>10</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>11</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>13</b>
1.1 <b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.2 <b>PROBLEMA .....</b>	<b>13</b>
1.2.1 <b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>13</b>
1.2.2 <b>DELIMITACIÓN .....</b>	<b>14</b>
1.3 <b>OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
1.3.1 <b>OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>15</b>
1.3.2 <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>15</b>
1.4 <b>JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>16</b>
<b>2. CAPÍTULO 2.....</b>	<b>16</b>
2.1 <b>FUNDAMENTO TEORICO .....</b>	<b>16</b>
2.1.1 <b>Cáscara de arroz .....</b>	<b>16</b>
2.1.2 <b>Cemento .....</b>	<b>18</b>
2.1.3 <b>Chasqui .....</b>	<b>19</b>
2.1.4 <b>Polvo .....</b>	<b>20</b>
2.1.5 <b>Agua .....</b>	<b>20</b>

2.1.6	Bloque de hormigón .....	20
2.1.7	Clasificación de los bloques .....	22
2.1.8	Dimensiones .....	23
2.1.9	Aprovechamiento sostenible de la cáscara de arroz en el bloque tradicional. . .	23
<b>CAPÍTULO 3.....</b>		<b>24</b>
3.1	METODOLOGÍA .....	24
3.1.1	Muestra.....	24
3.1.2	Proceso de fabricación.....	25
3.2	Proceso de curado.....	27
3.3	Ensayos de laboratorio .....	27
3.3.1	Resistencia a la compresión. ....	27
3.3.2	Resistencia a la flexo-tracción.....	32
<b>CAPITULO 4.....</b>		<b>33</b>
4.1	RESULTADOS .....	33
4.2	Gráfica de Fuerzas máximas .....	34
4.3	Grafica de Desplazamiento máximo. ....	34
4.4	Ventajas del bloque con cáscara de arroz .....	35
4.5	Desventajas del bloque con cáscara de arroz.....	35
<b>CAPITULO 5.....</b>		<b>36</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>36</b>
<b>CAPITULO 6.....</b>		<b>37</b>
<b>RECOMENSACIONES.....</b>		<b>37</b>
<b>CAPITULO 7.....</b>		<b>38</b>
7.1	CRONOGRAMA .....	38
<b>CAPITULO 8.....</b>		<b>39</b>
8.1	PRESUPUESTO .....	39

8.1.1 Talento Humano.....	39
8.1.2 Recursos y materiales .....	39
<b>CAPITULO 9.....</b>	<b>40</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>40</b>
<b>CAPITULO 10.....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>43</b>



Índice de figuras

**Figura 1** ..... 21  
**Figura 2** ..... 25

Índice de tablas

**Tabla 1** ..... 14  
**Tabla 2** ..... 17  
**Tabla 3** ..... 18  
**Tabla 4** ..... 22  
**Tabla 5** ..... 22  
**Tabla 6** ..... 23  
**Tabla 7** ..... 23  
**Tabla 8** ..... 26  
**Tabla 9** ..... 26  
**Tabla 10** ..... 26  
**Tabla 11** ..... 27  
**Tabla 12** ..... 37  
**Tabla 13** ..... 37

## **ABREVIATURAS**

**CO<sub>2</sub>**: Dióxido de carbono.

**SiO<sub>2</sub>**: Dióxido de silicio.

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**: Óxido de fósforo.

**F<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**: Óxido de hierro.

**INEN**: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

## **Resumen**

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo la implementación de cáscara de arroz en el bloque convencional debido a que Ecuador es uno de los mayores exportadores a nivel mundial. Provocando que exista una mayor cantidad de residuos de cáscara de arroz y un profundo impacto en la generación de CO<sub>2</sub>. Por tal motivo se decidió realizar bloques con cáscara de arroz reemplazando en distintos porcentajes: 25, 50 y 100 por ciento en el Chasqui, comparándole con el bloque tradicional. Los bloques fueron sometidos a ensayos para determinar la compresión, flexión y tracción; obteniendo resultados positivos con el 25% de cáscara de arroz debido a que tuvo buena resistencia en comparación con el bloque tradicional, el de 50% y el de 100% de cáscara de arroz. Además, es muy económico y liviano lo cual facilita la manipulación e instalación en la construcción.

## **Palabras Clave**

Cáscara de arroz, bloque, CO<sub>2</sub>, compresión, flexión, tracción.

## **Abstract**

The objective of this research project is the implementation of rice husks in the conventional block because Ecuador is one of the largest exporters of rice husks in the world exporters worldwide. This causes a greater amount of rice husk residues and a deep impact on CO2 generation. For this reason, it was decided to make blocks with rice husk replacing it in different percentages: 25, 50 and 100 percent in the Chasqui, compared to the traditional block. The blocks were tested to determine compression, bending and traction; obtaining positive results with 25% rice husk because it had good resistance compared to the traditional block, 50% and 100% rice husk. In addition, it is very economical and lightweight, which facilitates handling and installation in construction.

## **Keywords.**

Rice husk, block, CO2, compression, bending, tensile.

## **CAPÍTULO 1**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo, la producción de bloques implementandola cáscara de arroz. Este proyecto surge debido a que, en la actualidad, se ha incrementado el consumo de arroz a nivel mundial. Esta continua demanda, provoca mayor cantidad de residuosde cáscara de arroz y un profundo impacto en la generación de CO2.

En cuanto al contexto del proyecto, el Ecuador, está entre los 26 países del mundo, y entre las 10 naciones latinoamericanas con mayores exportaciones de arroz. Lo que provoca que los residuos sólidos generados sean unos de los principales problemas, y sea esta la esta razón porla que se debe buscar una solución para evitar menor impacto ambiental en el futuro.

Por lo cual, en el marco de los proyectos que buscan reciclar los residuos, se ha decidido realizaruna investigación, mediante la elaboración de bloques, implementado la cáscara de arroz en porcentajes de 25%, 50% y 100%. Y así, luego de su fabricación, someterlos a ensayos dondese pueda observar cuál es su resistencia a tracción, compresión y flexión; además de la comparación con un bloque tradicional.

### **1.2 PROBLEMA**

#### *1.2.1 ANTECEDENTES*

Actualmente, se conoce que el costo en la industria de la construcción de edificaciones es muyelevado debido al incremento poblacional y a la gran demanda de producción de bloques. Estoobliga a que las grandes industrias busquen nuevas opciones para brindar un mejor servicio a lasociedad. Es así que, aprovechando que Ecuador es un país agrícola, con una producción de arroz, ubicado en la zona de la Costa y Amazonía, lo que lo posiciona dentro de los 26 países más exportadores de arroz a nivel mundial (Tabla 1). Además, que la cáscara

de arroz ha sido utilizada para distintas aplicaciones por sus propiedades físicas y químicas, con el fin de disminuir los costos de producción de bloques, por lo tanto, se decidió implementar la cáscara de arroz con distintos porcentajes reemplazándole en el chasqui.

Por lo que, el presente trabajo radica en el análisis y uso de la cáscara de arroz para la fabricación de bloques, utilizando el uso de mortero que consiste en la mezcla de cemento, chasqui, agua, polvo y la cáscara de arroz molida, cumpliendo con las especificaciones de resistencia y densidad según las normas requeridas.

### **Tabla 1**

#### *Exportadores de arroz a nivel mundial*

<b>Rank</b>	<b>País</b>	<b>Producción (t)</b>
<b>1</b>	China	197.212.010
<b>2</b>	India	143.396.000
<b>3</b>	Indonesia	66.469.400
<b>4</b>	Bangladesh	50.061.200
<b>5</b>	Viet Nam	39.988.900
<b>26</b>	Ecuador	1.132.267

*Nota.* Datos tomados de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2010)

#### **1.2.2 DELIMITACIÓN**

El proyecto de investigación se realizará en el Barrio de La Playa, parroquia de Checa, al norte de la ciudad de Cuenca de la provincia del Azuay. En el proceso de producción se realizará la implementación de la cáscara de arroz en distintos porcentajes al bloque

convencional. Para así, verificar su resistencia al ser sometido a compresión, flexión y tracción, además verificar su peso, y compararlo con el bloque tradicional.

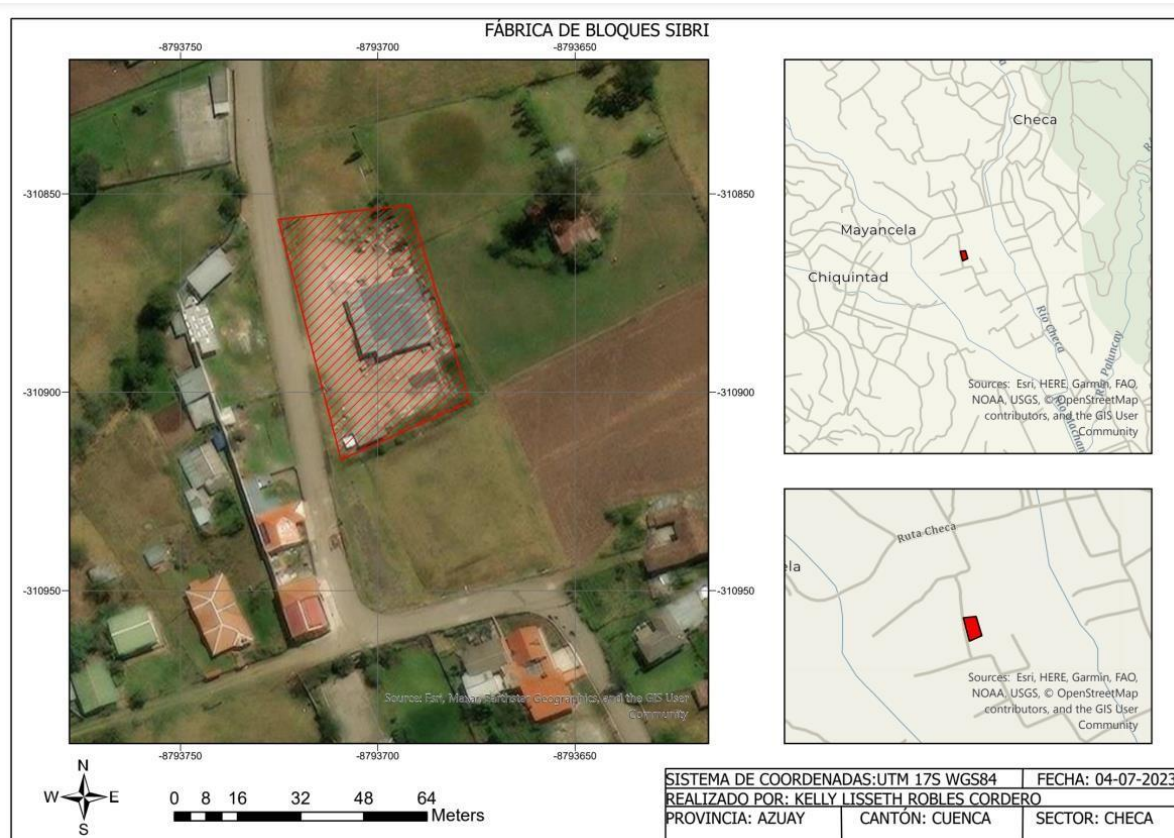


Imagen 1: Ubicación de la Fábrica de Bloques

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar y analizar la implementación de la cáscara de arroz para la elaboración de bloque utilizado para la construcción de edificaciones.

#### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener información relevante sobre el uso de la cáscara de arroz en el bloque convencional.

- Determinar la resistencia del bloque convencional con la mezcla de cáscara de arroz al ser sometido a compresión, flexión y tracción, además verificar su peso en relación al bloque tradicional.
- Comparar las ventajas y desventajas entre los bloques a base de la cáscara de arroz y los bloques convencionales.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN**

El presente proyecto es viable, debido a que se relaciona con el sector de la construcción, el mismo, ocupa un espacio primordial en la economía y el desarrollo del país. Además, el proyecto es ecológico, ya que busca aprovechar los residuos orgánicos de la cáscara de arroz de la industria arrocera ecuatoriana, para contribuir al medio ambiente, a través de la disminución de emisión de CO<sub>2</sub>.

## **CAPÍTULO 2**

### **2.1 FUNDAMENTO TEORICO**

#### *2.1.1 Cáscara de arroz*

La cáscara de arroz es una fibra de longitud variable (de 5mm a 11 mm, dependiendo de la especie) que recubre y protege naturalmente al grano de arroz. Su estructura posee ondulaciones, y mantiene una superficie con aspecto irregular. Además, en su estado natural, posee una dureza Mohs de 6, convirtiéndola en extremadamente resistente, y el 54% de su volumen, tiene una estructura permeable, cuyas cavidades permanecen cerradas hasta que se quema (Calero y Vásquez, 2012). Además, las Propiedades físico- químicas del cuerpo, garantiza una amplia estabilidad térmica, a partir de los 750 ° C (Castrillón y Castrillón, 2011). En consecuencia, cuando la cáscara de arroz se expone a altas temperaturas, se generan cenizas que oscilan entre el 13 y el 29% de su peso original. La mayoría de este porcentaje



está compuesto por sílice, que no se descompone al quemarse, junto con un pequeño porcentaje de sales inorgánicas (Arcos et al., 2007). A pesar de las amplias características de la cáscara de arroz, no se la utiliza para otros fines como combustible y fertilizante porque contiene SiO<sub>2</sub> (Pineda, 2020).

#### 2.1.1.1 Composición física de la cáscara de arroz

La Tabla 2 detalla la composición e incluye el contenido de cenizas, el contenido de humedad, el material volátil y otros factores. Esto se logra utilizando hornos, que elevan las temperaturas para medir el peso perdido por la cáscara de arroz. Además, otro elemento físico de la cáscara de arroz es el poder calorífico, que es la cantidad de energía de material liberada durante una reacción química (Cotrino y Reyes, 2022).

**Tabla 2**

*Estructura química de la ceniza de cáscara de arroz*

<b>Parámetros</b>	<b>Valores</b>
Humedad	10.44
Materia Volátil	57.78
Contenido de cenizas	17.51
Carbono fijo	14.27
Total	100
<b>Poder calorífico</b>	12,9245.38 kJ/kg.

*Nota.* (Huaraz, 2013)

En este mismo sentido, Bebbe y Daton, (2021) señalan que: la gravedad específica es de 0,78 g/cm<sup>3</sup>; la densidad aparente sin compactar es de 0,108 g/cm<sup>3</sup>; y la densidad aparente después de la compresión es de 0,143 g/cm<sup>3</sup>.

### 2.1.1.2 Composición química de la cáscara de arroz

A través de un análisis, realizado por Huaraz en el 2013, se descubrió la composición química de la cáscara de arroz, que presentaba carbono 38,1%, oxígeno 37,2% y cenizas 17,8%. Estos datos se los sintetizan en la Tabla 3:

**Tabla 3**

*Estructura química de la cascara de arroz*

<b>CÁSCARA DE ARROZ</b>	
Componente	Valores
Carbono	39.1
Hidrógeno	5.2
Nitrógeno	0.6
Oxígeno	37.2
Azufre	0.1
Cenizas	17.8
<b>Total</b>	<b>100</b>

*Nota.* (Huaraz,2013)

### 2.1.2 Cemento

En general, los ligantes hidráulicos más importantes son los cementos. Los mismos son productos que fraguan y resisten al ser mezclados con agua, tanto en aire como sumergidos en agua, puesto que, sus compuestos conformados por hidratación se mantienen estables en estas condiciones. Específicamente, el cemento, es un conglomerado formado por materias primas como piedra caliza, arena de cuarzo, pizarra y mineral de hierro, que se someten a diversos procesos industriales y se colocan en hornos especiales de alta temperatura.

### 2.1.2.1 *Composición química del cemento.*

El cemento este compuesto por los siguientes componentes (Tanguila, 2018):

- Silicato tricálcico

Es el más importante componente del cemento, especialmente del cemento Portland. Suprincipal inconveniente es que su producción es muy costosa, y no es económica.

- Silicato dicálcico

Es uno de los principales componentes del cemento, especialmente del cemento Portland, presenta un calor de hidratación inferior al del silicato tricálcico.

- Aluminio tricálcico y aluminio tetracálcico

El aluminio tricálcico disminuye la resistencia del cemento y se altera fácilmente en presencia de sulfatos. Los óxidos de hierro suelen estar presentes en el aluminio tetracálcico. Los cementos con alto porcentaje de este componente requieren una gran cantidad de hidratación.

- Óxido de magnesio

El carbonato de magnesio, que se produce a partir del óxido de magnesio, se puede mezclar con materias primas, particularmente piedra caliza.

- Trióxido de azufre

Este procede de los combustibles que hemos agregado al horno giratorio para llevar acabo el proceso de cocción.

### 2.1.3 *Chasqui*

La piedra pómez, que es una piedra producida por erupciones volcánicas y generalmente decolor blanco, es la fuente de chasqui. Debido a que el gas puede escapar, los objetos

proyectados en el aire se descomponen, y adquieren una alta porosidad, lo que le da su hermoso aspecto de absorción. El tamaño de la partícula en su estado natural puede oscilar entre una pulgada y similares a la arena según el entorno. En el Ecuador la piedra pómez se extrae principalmente de las minas autorizadas en la ladera occidental del volcán Cotopaxi. Se compone de ceniza volcánica, arcilla, esquisto y arena.

#### *2.1.4 Polvo*

El polvo es un material que se emplea como relleno fino para depurar bloques huecos ligeros semi-presados o de hormigón presados- alivianados. En términos porcentuales su composición granulométrica es de material fino, (paso por el tamiz #200), con una piedra pómez más pequeña respecto al tamaño del agregado grueso (Kosmatka et al., 2004).

#### *2.1.5 Agua*

Para hacer bloques, el agua debe ser dulce, limpia y preferiblemente potable. No debe contener cantidades excesivas de ácidos, bases, sales y sustancias orgánicas.

#### *2.1.6 Bloque de hormigón*

El bloque de hormigón es un paralelepípedo rectangular preelaborado, que se utiliza en la construcción de muros y paredes. El mismo, puede ser elaborado por hormigones finos o morteros de cemento, además, estos se venden de varias formas. Para Quilumba (2013), en el proceso de elaboración de los bloques, al tercer día deben curarse, para ver la reacción química de las materias primas y así determinar el grado de compactación y la calidad requerida. Además, se enfatiza que, para un adecuado secado, se deben colocarse en una habitación grande.

##### *2.1.6.1 Composición del bloque*

El diseño de bloque cambia dependiendo el modo de uso según la Normativa NTE INEN 638 (2014):

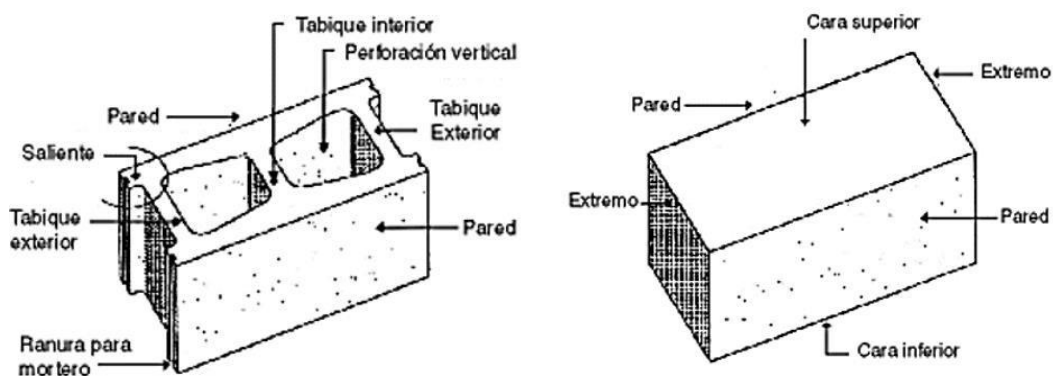
2.1.6.1.1 **Bloque hueco de hormigón:** Es una pieza prefabricada simple, hecha a base de cemento, agua, áridos finos y gruesos, en forma de paralelepípedo. Posee uno o más agujeros transversales en su interior; de tal forma que el volumen del material sólido ronde entre el 50% al 75% del volumen total del elemento.

2.1.6.1.2 **Bloques soportantes:** Los bloques soportantes se utilizan en paredes soportantes, cuya función es estructural, es decir, resiste a otros elementos estructurales del edificio (arcos, bóvedas, vigas, viguetas). Los bloques utilizados para este trabajo, deben estar ajustados a las características de resistencia, economía y durabilidad.

2.1.6.1.3 **Bloques no soportantes:** Por otro lado, los bloques no soportantes, se utilizan en paredes no soportantes, que sólo sirven para separar espacios de una vivienda y no soportan más carga que su propio peso (INEN, 2014). Ahora bien, los nombres estandarizados a cada parte del bloque, se muestra a continuación en la Figura 1 (Echeverría y López, 2010).

**Figura 1**

*Partes de un bloque de concreto*



*Nota.* Se detallan las partes del bloque de concreto y la estructura para la mampostería estructural (Rosso, 2015).

### 2.1.7 Clasificación de los bloques

Según la normativa INEN 638 (2014) se clasifican en bloques de hormigón de acuerdo a los usos que están fabricados y se clasifican de acuerdo a su densidad. Esto lo ponemos observar en la Tabla 4 y 5.

**Tabla 4**

*Clasificación de bloques, de acuerdo a sus usos*

<b>Clase</b>	<b>Uso</b>
A	Paredes exteriores de carga sin revestimiento.
B	Paredes exteriores de carga con revestimiento. Paredes interiores de carga con o sin revestimiento.
C	Paredes divisorias exteriores sin revestimiento.
D	Paredes divisorias exteriores con revestimiento. Paredes divisorias interiores con o sin revestimiento.
E	Losas alivianadas de hormigón armado

*Nota.* (INEN 638, 2014)

**Tabla 5**

*Clasificación de bloques, de acuerdo a su densidad*

<b>Tipo</b>	<b>Densidad del hormigón (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Liviano	<1680
Mediano	1680 a 2000
Normal	>2000

*Nota.* (NTE INEN 638, 2014)

### 2.1.8 Dimensiones

En la Tabla 6 observamos los tipos de bloques con sus respectivas dimensiones dadas por la INEN 638.

**Tabla 6**

*Dimensiones de los bloques*

Tipo	Dimensiones nominales (cm)			Dimensiones efectivas (cm)		
	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
A, B	40	20, 15, 10	20	39	19, 14, 09	19
C, D	40	10, 15, 20	20	39	09, 14, 19	19
E	40	10, 15, 20, 25	20	39	09, 14, 19, 24	20

*Nota.* (INEN 638, 2014)

### 2.1.9 Aprovechamiento sostenible de la cáscara de arroz en el bloque tradicional.

La presente investigación tiene como objetivo implementar la cáscara de arroz, que proviene en su totalidad de las piladoras en el bloque tradicional, para la elaboración de bloques huecos de hormigón, utilizando las técnicas de las bloqueras; para mejorar su textura, al ser utilizado como árido, reemplazando al chasqui, y de esta manera, lograr reducir el costo de producción, el peso y verificar la resistencia a la compresión, tracción y flexión.

En promedio, la cáscara de arroz contiene 64,30 % de material volátil; 16,10 % de carbón fijo y un 19,54 % de cenizas. Es, en este último componente, donde el contenido de dióxido de sílice está concentrado en más del 90 %, y debido a su pequeño tamaño y alta reactividad, se ha utilizado en industrias como la cementera (Kurtis y Rodrigues, 2003). Además, la cáscara de arroz, se encuentra en gran cantidad, debido a que Ecuador está entre los diez países con más exportación de arroz en América Latina, como podemos observar en la Tabla 7 (Aguilar y Cañizares, 2016):

## Tabla 7

*Rendimiento de producción en Sudamérica.*

*Nota. (CIRAD,2015).*

<b>Países de Sudamérica</b>	<b>Rendimiento Promedio (8t/ha)</b>
Uruguay	7.978
Perú	7.790
Argentina	6.303
Paraguay	6.154
Chile	5.875
Brasil	5.086
Colombia	4.600
Venezuela	4.00
Ecuador	3.365
Bolivia	2.641

Además, a nivel nacional, la provincia del Guayas es uno de los principales importadores, con un 80% de producción. Por lo tanto, la materia prima es factible para la fabricación de bloques a nivel nacional. Además, representa beneficios al sector campesino, ya que tiene una mejor rentabilidad y uso de un elemento que se desecha, como es la cáscara de arroz (Molina, 2010; Moreno y Salvador, 2014; Mafla, 2009; Castillo y Lindao, 2018).

## 3 CAPÍTULO 3

### 3.1 METODOLOGÍA

#### 3.1.1 Muestra

Las muestras de la presente investigación fueron en total de 24 bloques, los cuales implementan la cáscara de arroz en diversos porcentajes: 6 bloques tradicionales, 6 con el 25% de cáscara de arroz, 6 con el 50% de cáscara de arroz y 6 con el 100% de cáscara de arroz.

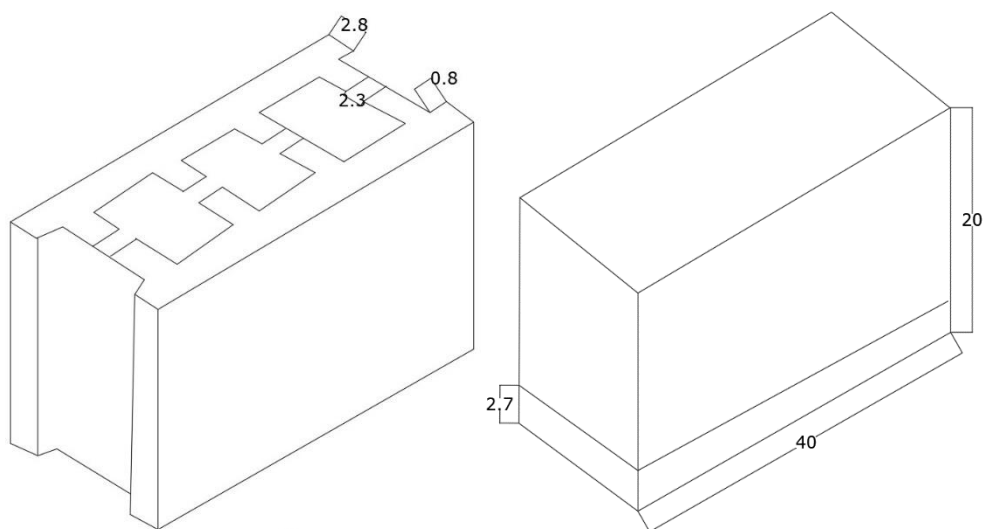
El tamaño de muestras de los bloques mencionados anteriormente nos permitirá evaluar el peso y la resistencia a la compresión, tracción y flexión del bloque tradicional, frente al bloque que



implementa la cáscara de arroz, verificando cuál es el más factible y qué ventajas y desventajas tiene. A continuación, observaremos en la Figura 2 las dimensiones del bloque de 15 cm.

## Figura 2

*Dimensiones del bloque de 15.*



### *3.1.2 Proceso de fabricación.*

La fabricación de bloques consta de una mezcla de cemento, chasqui, polvo y agua ubicados en moldes metálicos, donde se someten a un proceso de compactación industrial. La resistencia del bloque está sujeta a las normas de construcción. A continuación, observaremos en las tablas los porcentajes y las cantidades de cada material para la realización del bloque.

**Tabla 8***Bloque tradicional*

<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Material</b>
20	Galones	Polvo
25	Lbs.	Cemento
18.75	Galones	Chaqui
22.5	Galones	Agua

**Tabla 9***Bloque implementando el 25% Cáscara de arroz*

<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Material</b>
20	Galones	Polvo
25	Lbs.	Cemento
18.75	Galones	Chaqui
20	Galones	Agua
5	Galones	Cáscara

**Tabla 10***Bloque implementando el 50% Cáscara de arroz*

<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Material</b>
20	Galones	Polvo
25	Lbs.	Cemento
8.75	Galones	Chaqui
5.50	Galones	Agua
8.75	Galones	Cáscara

**Tabla 11**

*Bloque implementando el 100% Cáscara de arroz*

<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Material</b>
20	Galones	Polvo
25	Lbs.	Cemento
18.75	Galones	Cáscara
4	Galones	Agua

### **3.2 Proceso de curado**

El curado de los bloques se hace al tercer día de producido que consiste en colocar en rumas de máximo quince filas; se debe dejar una separación horizontal entre ellos para que puedan humedecer totalmente por todos los lados y se permitan la circulación del aire.

Es necesario que al tercer día ya quedando colocado en rumas se eche agua al menos tres veces esto también dependiendo de las condiciones climáticas, para mantener a los bloques húmedos con el fin de obtener una mejor calidad y resistencia especificada.



*Imagen 2: Curado del bloque*

### **3.3 Ensayos de laboratorio**

#### *3.3.1 Resistencia a la compresión.*

Este ensayo se determinó para verificar si los bloques cumplen con las normas requeridas por la NTE INEN 639.

### 3.3.1.1 Procedimiento del ensayo.

Como primer paso se midió y pesó el bloque.



*Imagen 3: Peso del bloque.*

Luego se procedió a preparar el mortero el cual no debe contener grumos.



*Imagen 4: Preparación del mortero.*

Posteriormente se mezcló y se procedió a colocar en los bloques con los distintos porcentajes.



*Imagen 5: Mezcla del mortero.*

Se recubrió y se midió las caras de la muestra con una capa de mortero de 6mm.



*Imagen 6: Recubrimiento de las caras del bloque.*



*Imagen 7: Medición de la capa de mortero de 6mm.*

Después se procedió a comprobar el paralelismo de las caras recubiertas utilizando el nivel de burbuja.



*Imagen 8: Nivelación de la capa de mortero.*



*Imagen 9: Bloques recubiertos con mortero.*

Se cubrió el bloque con un plástico, se quitó los excesos y se lo mantuvo cubierto por 24 horas.



*Imagen 10: Cubrimiento del bloque con el plástico durante 24h.*

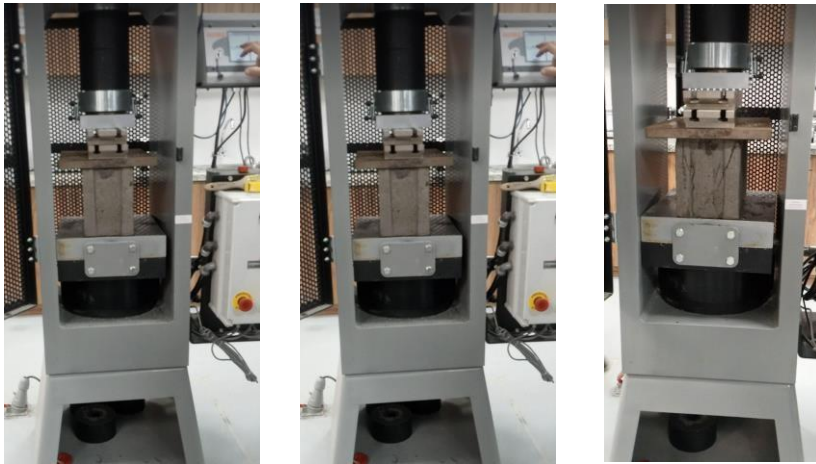
Transcurrido las 24 horas, se sumergió cada bloque en agua por 3 días.



*Imagen 11: Colocación del bloque en la pileta por 3 días.*

A los 3 días se escurrió el bloque y se procedió a la compresión del mismo.

La carga se aplicó gradualmente en un tiempo no menor 1 minuto ni mayor a 2.



*Imagen 12: Ensayo de compresión del bloque con los distintos porcentajes de cáscara de arroz.*

Se comprobó la existencia de fisuras.



*Imagen 13: Resistencia del bloque.*

### 3.3.2 Resistencia ala flexo-tracción

Este ensayo se determinó mediante la norma C-936 (Control de calidad de adoquines de hormigón)

Como primer paso se señaló la luz del bloque.



*Imagen 14: Señalar 2.5cm de luz.*

Posteriormente se procedió a aplicar una carga puntual con una velocidad de 3mm/min



*Imagen 15: Aplicación de la carga.*

Se observó la tracción y flexión.



*Imagen 16: Observación de la tracción y flexión del bloque.*

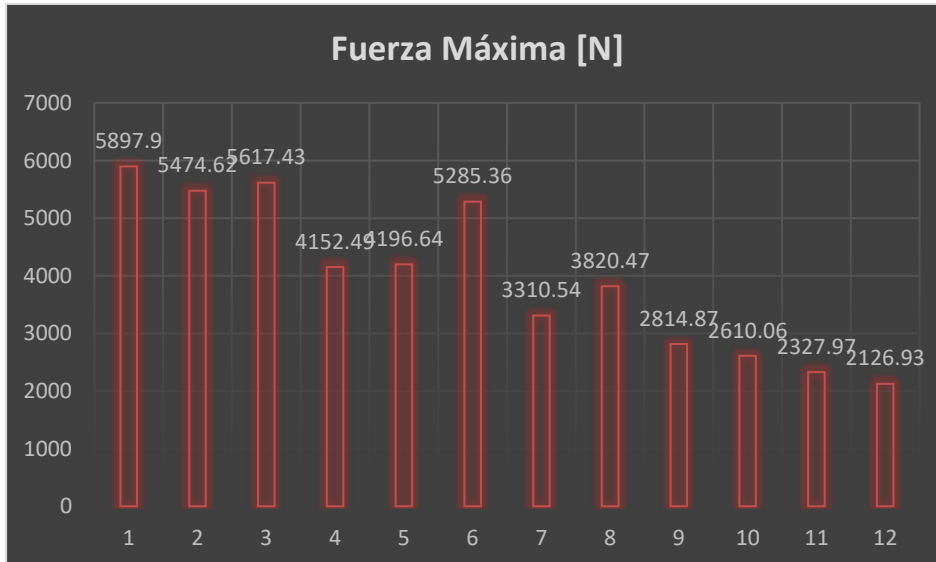


## CAPITULO 4

### 4.1 RESULTADOS

Porcentaje de cáscara de arroz	Compresión (KN)			Tracción (N/mm <sup>2</sup> )			Flexión (%)		
Bloque convencional normal.	65.3	63.4	64.2	1.54820	1.43709	1.47458	2.302298	1.98920	4.11460
Bloque convencional con el 25% de cáscara de arroz.	74.6	76.6	75.3	1.09003	1.10162	1.38741	2.35264	2.63541	2.79801
Bloque convencional con el 50% de cáscara de arroz.	58.3	56.8	57.9	0.86902	1.00287	0.73890	3.06316	3.82692	3.09941
Bloque convencional con el 100% de cáscara de arroz.	34.9	35.4	35.7	0.68514	0.61109	0.55832	5.45663	3.681160	3.39035

## 4.2 Gráfica de Fuerzas máximas



Grafica 1: Fuerza máximas

## 4.3 Gráfica de Desplazamiento máximo.



Grafica 2: Desplazamiento máximo.

#### **4.4 Ventajas del bloque con cáscara de arroz**

- Reducción de CO2
- Material liviano.
- Económico
- Disponibilidad durante todo el año.
- Resistencia.
- Sostenibilidad.

#### **4.5 Desventajas del bloque con cáscara de arroz.**

- Los bloques de cáscara de arroz son más porosos que los bloques tradicionales.
- Tiene poca durabilidad debido a la descomposición de la cáscara de arroz.
- Tienen mayor capacidad de absorción de agua.
- Disponibilidad limitada debido a las épocas excesivas de lluvia lo cual puede dificultar el acceso a la cáscara de arroz.
- La fabricación de bloques con cáscara de arroz necesita tener una mezcla específica de los materiales para lograr una buena resistencia.

## **CAPITULO 5**

### **CONCLUSIONES**

- En base a los resultados obtenidos de los ensayos podemos concluir que el bloque con el 25% de cáscara de arroz es muy efectivo debido a que este es más económico y nos da una mejor resistencia que el bloque tradicional, además este es muy liviano lo cual se puede utilizar para las losas debido a que facilita la manipulación del mismo.
- El bloque convencional es más resistente a la tracción en comparación con el bloque con el 25%, el del 50% y 100% de cáscara de arroz.
- Podemos concluir que el bloque con el 100% de cáscara tiene un peso más liviano y tuvo una mejor flexión que el bloque tradicional, el del 25% y 50% de cáscara de arroz.
- La fabricación de bloques con cáscara de arroz tiene un impacto ambiental alto debido a la reutilización del mismo ayudando al medio ambiente en la reducción de CO2.
- Los bloques hechos con cáscara de arroz tienen una mayor porosidad lo que hacen que estos tengan una mayor absorción de humedad, por lo tanto, puede afectar a la durabilidad del mismo.

## **CAPITULO 6**

### **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda utilizar otros tipos de residuos como inorgánicos, orgánicos, agroindustriales, que pueden ser una buena alternativa para la construcción.
- Se recomienda siempre realizar un análisis en el impacto ambiental, debido a que en la actualidad existe mucha contaminación sobre todo en el mundo de la construcción.
- A partir de esta investigación se recomienda continuar analizando en lo que respecta del uso del bloque con cáscara de arroz por ejemplo su resistencia al fuego.

## CAPITULO 7

### 7.1 CRONOGRAMA

Actividad	Tiempo	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
		<i>S1</i>	<i>S2</i>	<i>S3</i>	<i>S4</i>	<i>S1</i>	<i>S2</i>	<i>S3</i>	<i>S4</i>	<i>S1</i>	<i>S2</i>	<i>S3</i>	<i>S4</i>
Determinar y analizar la implementación de la cascara de arroz para la elaboración de bloque utilizado para la construcción de edificaciones.		x	x										
Obtener información relevante sobre el uso de la cascara de arroz.				x	x								
Determinar la resistencia del bloque al ser sometido a compresión.						x	x						
Comparar las ventajas y desventajas entre los bloques a base de la cascara de arroz y los bloques convencionales.								x	x				
Revisión y correcciones informe de investigación										x	x		
Adaptación formato artículo científico /												x	
Informe final													x
<b>Total</b>		<b>240horas</b>											

## CAPITULO 8

### 8.1 PRESUPUESTO

#### 8.1.1 Talento Humano

**Tabla 12**

*Presupuesto de talento humano*

<b>Cargo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Hora al mes</b>	<b>T. de horas</b>	<b>Costo total</b>
<b>Tutor</b>	Ing.	\$8	10	30	240\$
<b>Autor</b>	Kelly Robles	\$3	-	240	720\$
<b>Ayudante</b>	-	4 días	20/día	-	80\$

#### 8.1.2 Recursos materiales

**Tabla 13**

*Recursos y materiales*

<b>Denominación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo total</b>
Laboratorio	7 días	30\$	210\$
Material de impresión	5 días	15\$	75\$
Material Bibliográfico	8 días	5\$	40\$
Transporte	2 días	15\$	30\$

## CAPITULO 9

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calero, F. y Vásconez, L. (2012). Desarrollo experimental de un aislante térmico utilizando la cascarilla de arroz y aglutinantes naturales en planchas rígidas. [Tesis de Ingeniería, Escuela Politécnica del Ejército].  
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5500/1/T-ESPE-033587.pdf>
- Arcos, C. A., Macías Pinto, D., & Rodríguez Páez, J. E. (2007). La cascarilla de arroz como fuente de SiO<sub>2</sub>. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, (41),7-20. [fecha de Consulta 7 de junio de 2023]. ISSN: 0120-6230.  
Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43004102>
- Pineda, O. (2020). *Criterios técnicos que limitan el uso de la cascarilla de arroz en la alimentación animal*. Ergomix. <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/criterios-tecnicos-limitan-uso-t45974.htm>
- Cotrina, H. y Reyes, J. (2022). *Elaboración de bloques de concreto con ceniza de Cascara de arroz para mejorar la resistencia a la compresión y reducir costos de producción, Piura*. [Tesis de ingeniería, Universidad privada Antenor Orrego].  
<https://orcid.org/0000-0001-9008-4583>
- Huaraz, C. (2013). *Diseño de un gasificador de 25 kW para aplicaciones domésticas usando como combustible cascarilla de arroz*. [Tesis Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú]  
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/4497>



Bebhe, K., y Daton, R. (2021). The effect of adding rice husk ash and coconut fiber on the compressive strength of white bricks. *ARTEKS: Jurnal Teknik Arsitektur*, 6(1), 119–128. <https://doi.org/10.30822/ARTEKS.V6I1.641>

Tamguila, E. (2018). *Aprovechamiento de la cascarilla de arroz en elaboración de bloques de alivianamiento, cantón joya de los sachas, Orellana*. [Tesis ingeniería, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo].

Castrillón, J., & Castrillón, S. (7 de junio de 2011). *Diseño del prototipo de hueso yunque y pruebas mecánicas a partir de cascarilla del arroz. Grupo de biomateriales e ingeniería de 74 tejidos - Universidad Manuela Beltrán*: <http://biocell-umb.blogspot.com/2011/06/disenodel-prototipo-de-hueso-yunque-y.html>

Kosmatka, S., Kerkohff, B., Panarese, W. y Tanesi, J. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto*. Boletín De Ingeniería EB201  
<https://ingenierosciviles.com.mx/Biblioteca/files/original/4e03b9ddedc81f98353a2e65478f0c50.pdf>

Quilumba, M. (2013). *Procedimiento de secado de los bloques*. Perú. Roxana Ccopa

INEN. (2014). *Bloques Huecos de Hormigón. Clasificación y Condiciones Generales*.  
[https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_638.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_638.pdf)

Echeverría, A. y López, O. (2010). *Caracterización energética de la cascarilla de arroz para su aplicación en la generación de energía termoeléctrica*. Quito: EPN.

Kurtis, F. y Rodrigues, A. (2003). Early age hydration of rice hull ash cement examined by transmission soft X – ray microscopy. *Cement and Concrete* (33) pp. 509-515.

Aguilar, C, y Cañizares, Y. (2016). *Modelo de Gestión para Piladora Comunitaria*. [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica Del Litoral].

<https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/97364/D-12908.pdf>

Molina, E. (2010). *Evaluación del uso de la cascarilla de arroz en la fabricación de bloques de concreto* [Tesis de grado, Instituto Tecnológico De Costa Rica].

<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6262/evaluaciondelusodela-cascarilladearroz-en-la-fabricacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Moreno, B., y Salvador, S. (2014). *Rendimientos del arroz en el ecuador segundo cuatrimestre del 2014 (Julio - octubre)*.

Mafla B., A. (2009). Uso de la cascarilla de arroz como material alternativo en la construcción. *I*, 4(6), 74–78.

<https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.4.6.2009.74-78>

Castillo, W., y Lindao, R. (2018). *Proyecto de investigación de implementación de la cáscara de arroz triturada aplicada en bloques y mortero para viviendas populares*. [Tesis de grado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]

<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/2073>

## CAPITULO 10

### ANEXOS

Elaboración del Bloque implementando el 25% de la cáscara de arroz.

#### Anexo 1

*Recolección del Chasqui.*



#### Anexo 2

*Recolección de la cáscara de arroz.*



### **Anexo 3**

*Muestra 1: Ubicación del polvo en el tambor.*



### **Anexo 4**

*Muestra 2: Ubicación de cemento en la mezcla.*



## **Anexo 5**

*Muestra 3: Colocación de la cáscara de arroz en la mezcla.*



## **Anexo 6**

*Muestra 4: Adición de chasqui.*



## **Anexo 7**

*Muestra 4: Adición de agua a la mezcla.*



## **Anexo 8**

*Muestra 5: Se procedió a sacar la muestra para poner en la compactadora.*



## **Anexo 9**

*Muestra 6: Obtención de bloques.*



**Elaboración del Bloque implementando el 50% de la cáscara de arroz**

## **Anexo 10**

*Muestra 1: Primero se puso el polvo en el tambor.*



## Anexo 11

*Muestra 2: Se puso el cemento a la mezcla.*



## Anexo 12

*Muestra 3: Colocación de la cáscara de arroz en la mezcla.*





### Anexo 13

*Muestra 4: Adición de chasqui.*



### Anexo 14

*Muestra 4: Adición de agua a la mezcla.*



## **Anexo 15**

*Muestra 5: Se procedió a sacar la muestra para poner en la compactadora.*



## **Anexo 16**

*Muestra 6: Obtención de bloques.*



**Elaboración del Bloque implementando el 100% de la cáscara de arroz.**

**Anexo 17**

*Muestra 1: Se puso el polvo en el tambor.*



**Anexo 18**

*Muestra 2: Posteriormente se puso el cemento en la mezcla.*



## **Anexo 19**

*Muestra 3: Colocación de la cáscara de arroz.*



## **Anexo 20**

*Muestra 4: Colocación del Chasqui en la mezcla.*



## **Anexo 21**

*Muestra 5: Adición del agua a la mezcla.*



## **Anexo 22**

*Muestra 6: Se saca la muestra para poner en la compactadora.*



## **Anexo 23**

*Muestra 7: Obtención de bloques.*



## **Anexo 24**

**Ensayo a compresión del bloque tradicional.**

*Muestra 1: Primero se pesó el bloque tradicional.*



*Muestras 2: Luego se aplicó una carga*



*Muestra 3: Obtención de resultado del ensayo a compresión.*



## Anexo 21

**Ensayo a compresión del bloque con el 25% de cáscara de arroz.**

*Muestra 1: Primero se pesó el bloque con 25% de cáscara de arroz.*



*Muestra 2: Se aplicó la carga.*





*Muestra 3: Obtención de resultado del ensayo a compresión.*



## **Anexo 22**

**Ensayo a compresión del bloque con el 50% de cáscara de arroz.**

*Muestra 1: Primero se pesó el bloque con el 50% de cáscara de arroz.*



*Muestra 2: Posteriormente se aplicó la carga*



*Muestra 3: Obtención de resultados del ensayo a compresión.*



## **Anexo 23**

**Ensayo a compresión del bloque con el 100% de cáscara de arroz.**

*Muestra 1: Se pesó el bloque con el 100% de cáscara de arroz.*



*Muestra 2: Se aplicó la carga.*



*Muestra 3: Obtención de resultados del ensayo a compresión.*



## Anexo 24

### Ensayo de flexo-tracción del bloque tradicional.

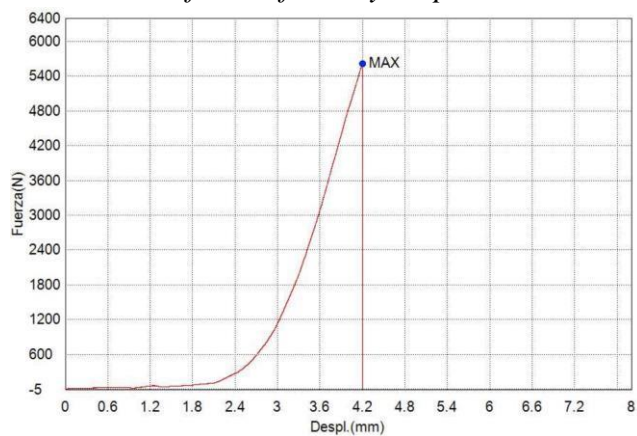
*Muestra 1: Se aplicó la carga.*



*Muestra 2: Se observó la flexión y tracción del bloque tradicional.*



*Muestra 3: Grafico de fuerza y desplazamiento del bloque tradicional.*



## Anexo 25

### Ensayo de flexo-tracción del bloque con el 25% de cáscara de arroz.

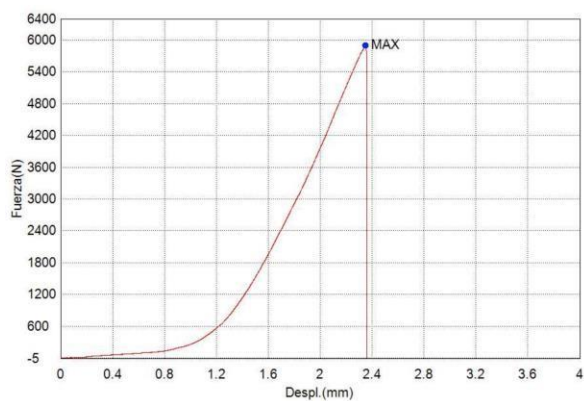
*Muestra 1: Primero se aplicó la carga.*



*Muestra 2: Se observó la flexión y tracción del bloque con el 25% de cáscara de arroz.*



*Muestra 3: Grafico de fuerza y desplazamiento del bloque con el 25% de cáscara de arroz.*



**Ensayo de flexo-tracción del bloque con el 50% de cáscara de arroz.**

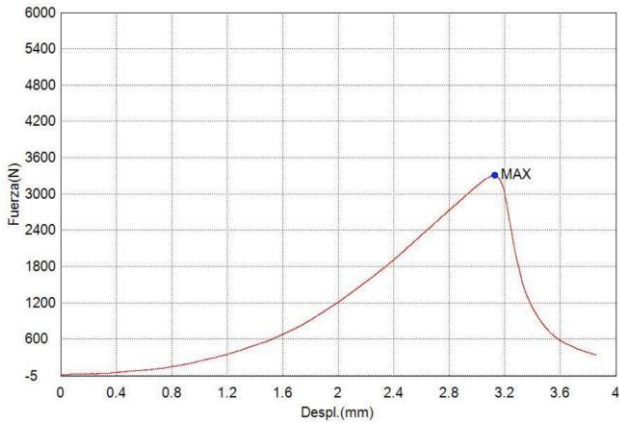
*Muestra 1: Se aplicó la carga.*



*Muestra 2: Observamos la flexión y tracción del bloque con el 50% de cáscara de arroz.*



*Muestra 3: Grafico de fuerza y desplazamiento del bloque con el 50% de cáscara de arroz.*



**Ensayo de flexo-tracción del bloque con el 100% de cáscara de arroz.**

*Muestra 1: Primero se aplicó una carga.*



*Muestra 2: Se observó la flexión y tracción del bloque con el 100% de cáscara de arroz.*



*Muestra 3: Grafico de fuerza y desplazamiento del bloque con el 100% de cáscara de arroz.*

