

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

---

**“ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO CON CENIZA DE  
CASCARA DE ARROZ PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN Y REDUCIR COSTOS DE PRODUCCIÓN, PIURA”.**

---

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**  
**“DISEÑO Y FABRICACIÓN DE PRODUCTOS”**

**AUTOR(ES):**

Bach. Cotrina Mijahuanca, Henry Miller.  
Bach. Reyes De La Cruz, José Gabriel Martin.

**JURADO EVALUADOR:**

**Presidente:** Dra. Ing. Landeras Pilco, María Isabel.

**Secretario:** Dr. Ing. Urcia Cruz, Manuel.

**Vocal:** Ms. Ing. Rodríguez Salvatierra, Daniel.

**ASESOR:**

Mg. Ing. Espinoza Raymundo, Marco Antonio.

**CÓDIGO ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9008-4583>

**PIURA – PERÚ**  
**2022**

**Fecha de sustentación: 17/11/2022**



# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

---

**“ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO CON CENIZA DE  
CASCARA DE ARROZ PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN Y REDUCIR COSTOS DE PRODUCCIÓN, PIURA”.**

---

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**  
**“DISEÑO Y FABRICACIÓN DE PRODUCTOS”**

**AUTOR(ES):**

Bach. Cotrina Mijahuanca, Henry Miller.  
Bach. Reyes De La Cruz, José Gabriel Martin.

**JURADO EVALUADOR:**

**Presidente:** Dra. Ing. Landeras Pilco, María Isabel.

**Secretario:** Dr. Ing. Urcia Cruz, Manuel.

**Vocal:** Ms. Ing. Rodríguez Salvatierra, Daniel.

**ASESOR:**

Mgtr . Ing. Espinoza Raymundo, Marco Antonio.

**CÓDIGO ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9008-4583>

**PIURA – PERÚ**  
**2022**

**Fecha de sustentación: 17/11/2022**

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

## FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



### TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

---

“ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO CON CENIZA DE  
CASCARA DE ARROZ PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN Y REDUCIR COSTOS DE PRODUCCIÓN, PIURA”.

---

#### APROBADA EN CONTENIDO Y ESTILO POR:

-----  
**PRESIDENTE:**

Dra. Ing. Landeras Pilco, María Isabel.

CIP: 44282

-----  
**SECRETARIO:**

Dr. Ing. Urcia Cruz, Manuel.

CIP: 27703

-----  
**VOCAL:**

Ms. Ing. Rodríguez Salvatierra, Daniel.

CIP: 24470

-----  
**ASESOR:**

Mgr. Ing. Espinoza Raymundo, Marco Antonio.

CIP: 97122

## **Dedicatoria**

Este logro se lo dedicamos con amor y gratitud a nuestras hermosas familias, también a los que no están físicamente, pero viven en nuestros corazones.

Principalmente se lo dedicamos a la persona que nos motivó, guio y educó en cada aspecto, ha sido nuestro ejemplo de vida, la que contribuye en la formación, el crecimiento personal y profesional antes, durante y siempre en nuestras vidas, nuestras MADRES.

Bach. Cotrina Mijahuanca, Henry Miller.  
Bach. Reyes De La Cruz, José Gabriel  
Martin.

## Agradecimiento

En primer lugar, darle gracias a Dios por protegernos a diario, por permitirnos culminar esta etapa de nuestras vidas profesionales.

Asimismo, también agradecemos la confianza y total apoyo de nuestros padres y familiares que sin duda alguna en el trayecto de nuestras vidas nos han demostrado su comprensión.

A nuestro asesor, Mgtr. Ing. Espinoza Raymundo, Marco Antonio por su apoyo incondicional durante el desarrollo de nuestra tesis y por las enseñanzas inculcadas durante nuestra etapa universitaria; Quien nos motivó a realizar un proyecto que ayudará a la sociedad.

A todos nuestros maestros, porque son nuestros modelos a seguir profesionalmente, por habernos convertido en profesionales cultos, responsables, estrategias y prácticos en nuestro desarrollo profesional y poder contribuir a nuestra sociedad.

Finalmente agradecerle al Ing. Cesar Augusto León García, quien estuvo apoyándonos con la información de las Normativas Técnicas de Albañilería del Perú, con la dosificación y en el Proceso de Producción.

Bach. Cotrina Mijahuanca, Henry Miller.  
Bach. Reyes De La Cruz, José Gabriel  
Martin.

## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo la elaboración de bloques de concreto con ceniza de cascara de arroz como reemplazo de cemento, mejorando su resistencia a la compresión y reduciendo su costo de producción cumpliendo con las normas técnicas del albañilería del Perú que permitirá generar economía circular abarcando 3 grandes problemáticas del país, los altos costos de materiales de construcción, el rápido crecimiento y expansión poblacional y bajo aprovechamiento de los subproductos del arroz.

Se realizaron muestras de bloques de concreto con 5%, 8%, 10%, 12%, 15% de ceniza de cascara de arroz como reemplazo de cemento a las cuales se les realizo las pruebas de resistencia a la compresión con resultados promedios de 29.01 kg/cm<sup>2</sup>, 75.28 kg/cm<sup>2</sup>, 91.81 kg/cm<sup>2</sup>, 79.24 kg/cm<sup>2</sup>, 81.36 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Concluyendo que los porcentajes óptimos para mejorar la resistencia a la compresión son del 10% y 15%. Con base en estos resultados se determinó que el 15% es la cantidad a seleccionar para reducir los costos de producción de bloques de concreto con ceniza de cascara de arroz.

Se estimó el costo del nuevo bloque en S/ 2.035 por unidad considerando costos de insumos, rendimiento de unidades por minuto y costos indirectos.

Finalmente se contrastó la hipótesis con respecto a las características de un bloque de concreto estándar, resultando con una mejora del 62.72% en resistencia a la compresión y una reducción del 6.22% en los costos de producción.

**Palabras claves:** ceniza de cascara de arroz, resistencia, compresión, costos.

## **Abstract**

The objective of this research is to prepare concrete blocks with rice husk ash as a replacement for cement, improving its compressive strength and reducing its production cost, complying with the technical standards of masonry in Peru, which will allow the generation of a circular economy encompassing 3 great problems of the country, the high costs of construction materials, the rapid population growth and expansion and low use of rice by-products.

Concrete block samples were made with 5%, 8%, 10%, 12%, 15% rice husk ash as a replacement for cement, to which compressive strength tests were carried out with average results of 29.01 kg/cm<sup>2</sup>, 75.28 kg/cm<sup>2</sup>, 91.81 kg/cm<sup>2</sup>, 79.24 kg/cm<sup>2</sup>, 81.36 kg/cm<sup>2</sup> respectively.

Concluding that the optimal percentages to improve the compressive strength are 10% and 15%. Based on these results, it was determined that 15% is the amount to be selected to reduce the production costs of concrete blocks with rice husk ash.

The cost of the new block was estimated at S/ 2,035 per unit considering input costs, performance of units per minute and indirect costs.

Finally, the hypothesis was tested with respect to the characteristics of a standard concrete block, resulting in a 62.72% improvement in compressive strength and a 6.22% reduction in production costs.

**Keywords:** rice husk ash, resistance, compression, costs.

## **Presentación**

Señores miembros del Jurado:

De acuerdo a las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial, se pone a vuestra disposición la presente Tesis Titulada: **“Elaboración de bloques de concreto con ceniza de cascara de arroz para mejorar la resistencia a la compresión y reducir costos de producción, Piura”**. Con la finalidad de mejorar la calidad de los bloques en un menor costo con añadidos de residuos de otras industrias (ceniza de cascara de arroz) permitiendo una economía circular. La presente tesis cumple con lo dispuesto en el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y tiene como objetivo cumplir con las competencias requeridas para obtener el Título de Ingeniero Industrial.

Agradeciendo de antemano el tiempo y disposición brindada

Piura, \_01 de octubre del 2022  
Bach. Cotrina Mijahuanca, Henry Miller.  
Bach. Reyes De La Cruz, José Gabriel  
Martin.

## ÍNDICE

Dedicatoria.....	5
Agradecimiento .....	6
Resumen .....	7
Abstract.....	8
Presentación.....	9
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. Problema de Investigación.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1.1. Descripción de la Realidad problemática .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1.2. Formulación del problema.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2. Objetivos de la investigación:.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.1. Objetivo general.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.2. Objetivos específicos.....</b>	<b>18</b>
<b>1.3. Justificación del estudio .....</b>	<b>18</b>
<b>II. MARCO DE REFERENCIA:.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1. Antecedentes.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.1. Antecedente Internacional:.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.2. Antecedente Nacional:.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1.3. Antecedente Local.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2. Marco Teórico.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.1. El Cemento .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.2. Cáscara de arroz:.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.3. La Ceniza de la cascara de Arroz.....</b>	<b>27</b>
<b>2.3. Marco Conceptual.....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.1. Bloque de Concreto: .....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.2. Composición del Bloque:.....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.3. Clasificación de las Unidades de Albañilería:.....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.4. Propiedades .....</b>	<b>31</b>
<b>2.3.5. Resistencia a la Compresión .....</b>	<b>31</b>
<b>2.3.6. Aceptación De La Unidad (NTP-E070. 2006) .....</b>	<b>32</b>
<b>2.3.7. Diferencia de bloque de concreto y ladrillo.....</b>	<b>32</b>
<b>2.3.7.1. Fabricación del Bloque de Concreto:.....</b>	<b>33</b>

2.3.8. Cemento:.....	33
2.3.9. Cascara de arroz:.....	35
2.3.9.1. Características Físicas:.....	36
2.3.9.2. Composición Orgánica:.....	37
2.3.9.3. Composición Inorgánica:.....	37
2.3.10. Aplicaciones de la cascara de arroz:.....	39
2.3.11. Arquitectura sustentable:.....	40
2.3.12. Eco - bloques:.....	41
2.3.12.1.Elaboración de Bloques de concreto con ceniza de cascara de Arroz:..	41
2.3.12.2.Beneficios de un Bloque Ecológico:.....	41
2.3.12.3.Ventaja del Uso de cascara de Arroz en la Fabricación de Bloques: ....	42
2.3.12.4.Desventajas del Uso de cascara de Arroz en la Fabricación de Bloques:	42
2.3.13. Eliminación de Materia Orgánica:.....	43
2.4. Hipótesis:.....	44
2.4.1. Hipótesis alternativa:.....	44
2.4.2. Hipótesis nula:.....	44
2.5. Variables e Indicadores.....	44
2.5.1. Variable independiente:.....	44
2.5.2. Variable dependiente:.....	45
<b>III. METODOLOGÍA EMPLEADA.....</b>	<b>48</b>
3.1. Tipo y nivel de Investigaciones:.....	48
3.2. Población y Muestra de Estudios:.....	48
3.2.1. Población.....	48
3.2.2. Unidad de Análisis:.....	48
3.2.3. Muestra.....	48
3.3. Diseñó de Investigación.....	49
3.4. Técnica e instrumentos de Investigación.....	49
3.4.1. Técnicas:.....	49
3.4.2. Instrumentos:.....	50
3.4.3. Validez y Confiabilidad:.....	50
A) <i>Tasa de Proporción en peso.</i> ....	51
B) <i>Resistencia de compresión –ASTM C109.</i> ....	52
3.4.4. Recursos Utilizados:.....	52
3.4.5. Herramientas de análisis de datos.....	53

3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	54
<b>IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>54</b>
4.1. Análisis e interpretación de resultados.....	54
4.1.1.Objetivo específico 01: Determinar las propiedades de la ceniza de cascara de arroz. 54	
4.1.2.Objetivo específico 02: Realizar el ensayo con cada bloque según las proporciones de adición de ceniza de cascara de arroz y determinar la resistencia de compresión. ....	56
4.1.3.Objetivo específico 03: Determinar las propiedades del nuevo bloque con las pruebas de resistencia, densidad y absorción. ....	61
4.1.4.Objetivo específico 04: Estimar el Costo de producción del nuevo bloque de concreto con ceniza de cascara de arroz.....	64
4.1.5.Objetivo específico 05: Evaluar resultados del nuevo bloque con ceniza de cascara de arroz respecto al bloque de concreto estándar.....	67
4.2. Prueba de hipótesis.....	68
<b>V. Discusión de los resultados .....</b>	<b>69</b>
5.1. Interpretación y Discusión de Resultados.....	69
<b>Conclusiones .....</b>	<b>70</b>
<b>Recomendación.....</b>	<b>71</b>
<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>82</b>
<b>Anexo N° 01: .....</b>	<b>82</b>
<b>Anexo N° 02: .....</b>	<b>95</b>
<b>Anexo N° 03 .....</b>	<b>96</b>
<b>Anexo N° 04: .....</b>	<b>98</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Valores de los compuestos físicos de la cascara de arroz en el Perú.....	25
<b>Tabla 2:</b> Composición Química de la Cascara de Arroz.....	26
<b>Tabla 3:</b> Composición Química de la Ceniza de Cascara de Arroz.....	28
<b>Tabla 4:</b> Composición de Cáscara de Arroz a Nivel Mundial. ....	38
<b>Tabla 5:</b> Composición Química de la Ceniza de Cáscara de Arroz.....	56
<b>Tabla 6:</b> Porcentaje de Ceniza de Cáscara de Arroz de (5%, 8%, 10%, 12%, 15%).	57
<b>Tabla 7:</b> Dosificación por Bloque de Concreto. ....	57
<b>Tabla 8:</b> Ensayo de cada Bloque de Concreto con Ceniza de Cáscara de Arroz. ....	59
<b>Tabla 9:</b> Promedio de la Resistencia a la Compresión de cada Muestra de Bloque. .	60
<b>Tabla 10:</b> Porcentaje de Mejora Respecto al Bloque Estándar. ....	60
<b>Tabla 11:</b> Ensayo de Absorción del Nuevo Bloque de Concreto con el 15%. ....	62
<b>Tabla 12:</b> Propiedades del Nuevo Bloque de Concreto con el 15%. ....	63
<b>Tabla 13:</b> Costos de los Insumos para la Fabricación del Nuevo Bloque con Ceniza de Cascara de Arroz (15%). ....	64
<b>Tabla 14:</b> Costos de los Insumos en Kilogramos para la Fabricación del Nuevo Bloque con Ceniza de Cascara de Arroz (15%). ....	64
<b>Tabla 15:</b> Costo Unitario de los Insumos para Proyectar un Millar de Unidades. ....	65
<b>Tabla 16:</b> El Tiempo de Producción con Base en la Dosificación para las Muestras	65
<b>Tabla 17:</b> Costo de Mano de Obra Directa para la Producción de 1,000 Unidades. .	66
<b>Tabla 18:</b> Determinar son los Costos Indirectos. ....	66
<b>Tabla 19:</b> Resistencia a la Compresión de un Bloqué Estándar Vs un Bloque con Ceniza de Cascara de Arroz. ....	67
<b>Tabla 20:</b> Costos de Producción de un Bloque de Concreto con Ceniza de Cascara de Arroz. ....	68

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1:</b> Uso de la Cascara de Arroz. ....	27
<b>Cuadro 2:</b> Composición Física de la Ceniza de Cascara de Arroz.....	28
<b>Cuadro 3:</b> Diferencias Bloques de Concreto VS. Ladrillos Arcilla. ....	32
<b>Cuadro 4:</b> Operacionalización de Variables.....	47
<b>Cuadro 5:</b> Matriz de Muestra.....	49
<b>Cuadro 6:</b> Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	50
<b>Cuadro 7:</b> Recurso Utilizados.....	52
<b>Cuadro 8:</b> Matriz de Consistencia. ....	98

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1:</b> Perspectivas de los diferentes tipos de construcción en el 2017. ....	19
<b>Gráfica 2:</b> Partes de un Bloque de Concreto.....	30
<b>Gráfica 3:</b> Características de los Bloques de Concreto.....	33
<b>Gráfica 4:</b> Composición del Cemento EXTRAFORTE – Tipo ICo.....	34
<b>Gráfica 7:</b> Diagrama de Flujo del Proceso de Bloques de Concreto. ....	53
<b>Gráfica 8:</b> Curva Granulométrica del Cemento y Ceniza de Cáscara de Arroz. ....	55
<b>Gráfica 9:</b> Composición Química de la Ceniza de la Cascara de Arroz.....	82
<b>Gráfica 10:</b> Composición Química de la Cascara de Arroz y La Ceniza de la Cascara de Arroz.....	82
<b>Gráfica 11:</b> Producción de Arroz Cascara Por Regiones 2011 - 2020 - TONELADAS.....	83
<b>Gráfica 12:</b> Recolección y Comparación de la Ceniza de la Cascara de Arroz.....	83
<b>Gráfica 13:</b> Molde para Elaborar el Bloque según la Normativa de Albañilería del Perú. ....	84
<b>Gráfica 14:</b> Quema de la Cascara de Arroz en un Horno Artesanal para Convertirla en Ceniza.....	84
<b>Gráfica 15:</b> Pesado de la Ceniza de Cascara de Arroz, se Embolso y se Etiqueto los Diferentes Porcentajes 5%,8%,10%,12%,15%.....	85
<b>Gráfica 16:</b> Mezcla con los Agregados y la Ceniza de Cascara de Arroz. ....	85
<b>Gráfica 17:</b> Elaboración y Moldeado de los Bloques de Concreto con Ceniza de Cascara de Arroz. ....	86
<b>Gráfica 18:</b> Calibración de la Prensa para los Ensayos de Compresión de la Resistencia.....	86
<b>Gráfica 19:</b> <i>Tomando las Medición de los Bloques con el Vernier para su Posterior Recolección de Datos.</i> ....	87
<b>Gráfica 20:</b> Ensayos de Compresión con 5% de Ceniza de Cascara de Arroz.....	87
<b>Gráfica 21:</b> Ensayos de Compresión con 8% de Ceniza de Cascara de Arroz. ....	88
<b>Gráfica 22:</b> Ensayos de Compresión con 10% de Ceniza de Cascara de Arroz.....	88
<b>Gráfica 23:</b> Ensayos de Compresión con 12% de Ceniza de Cascara de Arroz.....	89
<b>Gráfica 24:</b> Ensayos de Compresión con 15% de Ceniza de Cascara de Arroz.....	89
<b>Gráfica 25:</b> Laboratorio para las Pruebas de Densidad y Absorción.....	90
<b>Gráfica 26:</b> Trituración de los Remanentes de los Bloques para la Prueba de Densidad.....	90
<b>Gráfica 27:</b> Recolección de los Bloques Triturados y para la realización del Ensayo de Densidad.....	91
<b>Gráfica 28:</b> Realizamos la Ensayo de la Probeta para Hallar la Densidad. ....	91
<b>Gráfica 29:</b> Realización del Ensayo de la Absorción de los Bloques.....	92
<b>Gráfica 30:</b> Aprobación y Construcción de una casa con Bloques de Ceniza de Cascara de Arroz.....	92
<b>Gráfica 31:</b> Reglamento Nacional de Edificaciones E.070: Albañilería. ....	93
<b>Gráfica 32:</b> ASTM C 618: Especificaciones Estándar para Puzolanas en Concreto. ....	94

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Problema de Investigación**

#### **1.1.1. Descripción de la Realidad problemática**

Actualmente, las sociedades industriales, es decir, sociedades con desarrollo y estructuras modernas, son aquellas que establecen las normas y estándares en las diversas actividades y rubros económicos. Ejemplo de ello, son las certificaciones globales (ISO 14001, HACCP, Global GAP, Ect.), que entre sus normativas exigen el correcto tratamiento de residuos y debidos procedimientos que se deben seguir para lograr la competitividad internacional.

Las principales sociedades industriales son países como Estados Unidos, China y Japón que se caracterizan por indicadores económicos como el PBI de 22.68 billones, 16.64 billones y 5.38 billones de dólares estadounidenses respectivamente en el año 2021, Indicadores socio – demográficos como la Tasa poblacional y el número de habitantes; En el año 2020, China fue el país más poblado con un estimado de 1,439 millones de habitantes (Fernández, 2022).

Es importante mencionar el crecimiento poblacional, pues, ha tenido niveles elevados en los últimos años, debido a diversos factores como la migración internacional, mejores condiciones en los servicios de salud y mayor esperanza de vida; Pero esto ha generado mayores consecuencias en las industrias, aumentando la demanda de los bienes y servicios (Equipo editorial, Etecé, 2021).

El aumento masivo de la demanda de bienes y servicios generada por el incremento de la población y la necesidad de satisfacerla, origina grandes volúmenes de producción en las diversas actividades y rubros económicos; Que en sociedades o países no industrializados generan mayor producción sin un debido control de normativas, estándares y tratamientos de

residuos; Esto es usual en países latinoamericanos, debido a las características de sus principales actividades económicas y a una tasa de informalidad elevada.

En Perú, tras la reactivación de las diversas actividades económicas post COVID-19, se obtuvo un crecimiento de 13.31% en el año 2021. Siendo las principales actividades económicas las mencionadas a continuación: Alojamiento y Restaurantes (43.33%), construcción (34.66%) (INEI, 2022).

Estas actividades están relacionadas, pues, la población estimada del Perú de 33,397,000 de habitantes con una tasa de crecimiento de 1.10% en el 2022 necesita satisfacer sus necesidades básicas de alimentación y vivienda (alojamiento y construcción).

Analizando estas actividades económicas hemos identificado al arroz como el principal componente de la alimentación peruana.

Perú es el mayor consumidor de arroz de Latinoamérica; El consumo per cápita anual es de 54 Kg, además, El bajo precio del arroz y el aumento de la población ha generado el incremento de su consumo en los últimos años, desplazando a cultivos como la papa (Midagri, s.f).

En el primer semestre del año 2020 las exportaciones de arroz alcanzaron un valor de 28 millones de dólares un crecimiento de 200% respecto al mismo periodo del año 2019 (Midagri, 2020); De esta actividad se genera la cascara de arroz usada principalmente como cama de pollo bebe o en mayor cantidad es quemada en los hornos de las fábricas de ladrillo.

Respecto al análisis de la construcción como una de las principales actividades del Perú, hemos identificado el aumento constante de costos y precios de los materiales necesarios.

Tras la reactivación economía post COVID-19 el alza de precios de diversos insumos o materiales descendieron gradualmente; Caso contrario se dio en los elementos o materia

prima de la construcción, pues, en noviembre de 2021, el acero, cemento, pvc, bloques de concreto y ladrillos continuaban con su alza en los precios con una variación anual del 15.46% hasta el mes de abril del 2022 (INEI, 2022).

El aumento de los costos y precios de la materia prima de construcción como el ladrillo y los bloques de concreto genera que la población acuda a productores locales no regularizados o informales en busca de mejores precios. Esto ocasiona un impacto negativo directamente en la población y el medio ambiente, ya que estos productores queman aceites, cauchos y otras sustancias en los hornos como parte de su proceso de fabricación, generando gases contaminantes para el medio ambiente y para las personas aledañas a las zonas de fabricación informal.

Además, los gases no son el único daño generado, pues, exponen a la población al peligro de muerte por derrumbes de las estructuras, ya que, estos bloques no están regulados bajo las normas técnicas peruanas, generando estructuras y edificaciones no seguras en una zona sísmica como en la que se encuentra el Perú.

Es por ello que la presente investigación busca elaborar bloques de concreto con ceniza de cáscara de arroz que cumplan con las normativas técnicas del Perú, aprovechando los residuos generados por el componente de mayor consumo per cápita en el Perú, generando seguridad en la población, disminuyendo la contaminación ambiental y generando economía circular en nuestra sociedad.

### **1.1.2. Formulación del problema**

¿En qué medida la elaboración de bloques de concreto con ceniza de cascará de arroz mejorará la resistencia a la compresión y reducirá costos de producción?

## **1.2. Objetivos de la investigación:**

### **1.2.1. Objetivo general**

Elaborar bloques de concreto con ceniza de cascara de arroz para mejorar la resistencia a la compresión y reducir costos de producción.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- A. Determinar las propiedades de la ceniza de cascara de arroz.
- B. Realizar el ensayo con cada bloque según las proporciones de adición de ceniza de cascara de arroz y determinar la resistencia de compresión.
- C. Determinar las propiedades del nuevo bloque con las pruebas de resistencia, densidad y absorción.
- D. Estimar el Costo de producción del nuevo bloque de concreto con ceniza de cascara de arroz.
- E. Evaluar resultados del nuevo bloque con ceniza de cascara de arroz respecto al bloque de concreto estándar.

## **1.3. Justificación del estudio**

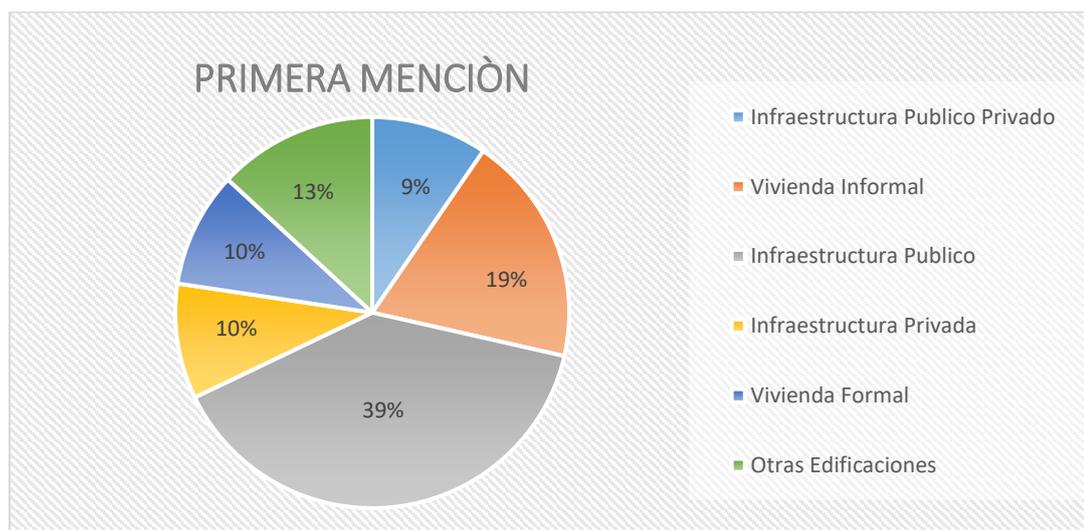
La construcción es una de las principales actividades económicas en el Perú que impactan en todos los niveles socio-económicos y en diversas instituciones públicas y privadas.

Además, interviene en ámbitos tan diversos como los proyectos de viviendas sociales como apoyo a personas que los necesitan, grandes proyectos de hospitales en licitaciones públicas, proyectos de instituciones privadas, campamentos mineros, etc.

En el Perú la construcción se enfoca en dos grupos, infraestructura pública (licitaciones de proyectos públicos) con un 39% y viviendas informales con 19% como observamos en la Grafica 1.

### Gráfica 1:

*Perspectivas de los diferentes tipos de construcción en el 2017.*



Nota: En la gráfica hemos desglosado los diferentes porcentajes que han desempeñado en el Perú los tipos de construcciones que se han realizado en los años del 2017. Elaboración propia.

Lo mencionado en el párrafo anterior, junto al alto costo de los principales materiales de construcción (cemento, acero, bloques de concreto, pvc) supone una gran inversión pública para el estado y carestía para los ciudadanos.

Es por ello que buscamos una alternativa para aprovechar la ceniza de cascara de arroz, que está relacionada a los 2 grandes aspectos mencionados en la realidad problemática para generar un buen y barato producto; Proponemos en esta investigación reducir el porcentaje de cantidad cemento en la mezcla de elaboración de bloques de concreto reemplazándola por la ceniza de cascara de arroz para mejorar la resistencia a la compresión, cumpliendo con las normativas técnicas; Reducir costos de la producción que beneficiara a las diversas empresas y personas de los diferentes niveles socio-económicos; Reduciendo daños y contaminación al

medio ambiente, aprovechando residuos del principal insumo de la alimentación peruana; Generando economía circular, es decir, producción y consumo a partir de residuos de otros productos.

Por consiguiente, hicimos una encuesta detallada en el Anexo n°04, para saber si los bloques de concreto elaborados con ceniza de arroz serian aceptados, obteniendo gran aceptación favorable por parte de los ciudadanos Anexo n°05, ya que les brindan seguridad al consumidor y cumplen con las normas técnicas del Perú Anexo n° 02 y Anexo n°03. Seguido Por el bajo costo de producción.

## **II. MARCO DE REFERENCIA:**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. Antecedente Internacional:**

(Montero Trujillo, 2017), en su tesis “Uso de la ceniza de cascarilla de arroz como reemplazo parcial del cemento en la fabricación de hormigones convencionales en el Ecuador”; Determinó porcentajes de ceniza de cascarilla de arroz al 10%, 15%, 20% y 25% como reemplazo de cemento en el proceso de fabricación de hormigones, con resultados de 41.2 Mpa, 28.7 Mpa, 26.3 Mpa y 22.8 Mpa respectivamente; Siendo la dosificación de 10% la más óptima en el aumento a la resistencia con un 16% respecto a la resistencia requerida de 35.6 Mpa.

- El antecedente mencionado líneas arriba, nos corrobora que el agregado o reemplazo del cemento por ceniza de cáscara de arroz genera un impacto positivo en las fuerzas de resistencia en las superficies; Además nos establece una jerarquía para la dosificación de las mezclas para los bloques de concreto con ceniza de cascara de arroz, en la cual los menores porcentajes (10% y 15%) obtuvieron los mejores resultados.

(Salas, 2017) En su investigación titulada “Aplicación de cenizas del derivado de arroz como adición en diseño de mezcla de albañilería” (Artículo científico). Concluyó que: La determinación de las características de la C.C.A, derivada de operaciones en el horno, han permanecido fijas en los siguientes aspectos: análisis químico, tiempo requerido para alcanzar una finura determinada, análisis granulométrico, peso específico y contenido de sílice reactiva.

- El aporte de la investigación de Salas, nos ha brindado un amplio conocimiento de las características, propiedades físicas y químicas de la ceniza de cáscara de arroz que permiten su uso como aditivo o reemplazo del cemento en las mezclas de hormigón.

(Castillo & Lindao, 2018). En su investigación “Proyecto de investigación de implementación de la cascara de arroz triturada en bloques de concreto para viviendas populares” (tesis de pregrado) universidad Laica Vicente Rocafuerte. Guayaquil-Ecuador. Perfecciono que: Los bloques fabricados con los insumos estándar presentan un bajo nivel de aislante térmico, por lo cual propone el uso de la cascara de arroz como parte de los insumos de fabricación para mejorar el aislamiento térmico.

- Esta investigación nos demuestra los diversos estudios para la aplicación de los subproductos del arroz en busca de soluciones y aportes en problemáticas relacionadas al rubro de la construcción.

### **2.1.2. Antecedente Nacional:**

(Huaroc Palacios, 2017), en su tesis “Influencia del porcentaje de micro sílice a partir de la ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión, asentamiento, absorción y peso unitario de un concreto mejorado”, Buscó el porcentaje óptimo de adición de micro sílice obtenidas de las cenizas de la cascara de arroz entre el 1% al 10%; Siendo el 6% el porcentaje optimo con una fuerza de compresión de 376 Kg/cm<sup>2</sup>, esto representó un 27% mayor a sus muestras, 115 pp.

- Gracias a las características e influencia de la micro sílice que proviene de la ceniza de cascara de arroz nos brinda aportes en la fuerza de resistencia y absorción; Además acorde a anteriores antecedentes nos evidencia que la jerarquía en porcentajes de ceniza de cascara de arroz se debe encontrar entre el 6% y 10%.

(Jaime & Portocarrero, 2018) en su investigación sobre el comportamiento de la cascarilla de arroz y la ceniza de la cascarilla de arroz en la mejora de la resistencia a la compresión de concretos no estructurales. Concluyó que 8% es el porcentaje óptimo a suplir, resultando una mejora con 231 kg/cm<sup>2</sup> en un tiempo de 28 días de curado.

- El presente antecedente nos corrobora la mejora en la resistencia a la compresión al suplir cemento por ceniza de cascara de arroz, además la jerarquía de porcentaje coincide entre el 6% y 10% anteriormente mencionado. Asimismo, establece los tiempos estándar de curado (28 días).

Según (Núñez, 2018) su trabajo de investigación “Mejoramiento de la resistencia a la compresión del bloque de concreto incorporando ceniza de arroz, Chiclayo 2019” (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Chiclayo, Perú. Concluyó la firmeza de compresión adquirida en las pruebas realizadas a las unidades de concreto patrón. Consiguieron una firmeza promedio de 120.20 kg/cm<sup>2</sup>. Se pudo observar firmezas ascendentes con cualquier unidad que sujete una suma de 5% de ceniza consiguiendo lograr una resistencia a 139 kg/cm<sup>2</sup>.

- El estudio de Núñez evidenció que el uso de ceniza de arroz genera una mejora en la resistencia o firmeza, pero, en comparación a al uso de cenizas de cascara de arroz la mejora es porcentualmente menor.

Según (Aliaga & Badajos, 2018) en su trabajo de indagación “Adición de ceniza de cascarilla de arroz para el diseño de un bloque de concreto, Atalaya, Ucayali, 2018” (Tesis de pregrado) Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú. Menciona que: Las industrias agrícolas

(arroceras) con mayor producción, se encuentran con grandes volúmenes y acumulación de mermas; Por esa razón promovió su investigación en sacar provecho de una materia orgánica que se desecha constantemente, no tiene reaprovechamiento y solo se basa en más contaminación perjudicando al planeta.

- Aliaga y Badajos mencionan las problemáticas que conllevan la producción de arroz en las molineras, detallando la contaminación generada por la cascarilla, su difícil manejo por el volumen que ocupan y su no reaprovechamiento.

Según (Akarley & Florian, 2019) en su tesis “Caracterización de las propiedades de albañilería y muretes conformados por bloques de concreto en adición de conchas de abanico”, Determinó el 16% como porcentaje óptimo a suplir; Se realizaron pruebas en bloques de concreto, prismas y muretes supliendo agregado fino por conchas de abanico con resultados de 26.47 Kg/cm<sup>2</sup>; 15% mayor al requerido (22.89/cm<sup>2</sup>).

- El presente antecedente muestra el interés en la mejora de los insumos de construcción con estudios que engloben agregados en las mezclas de hormigón.

### **2.1.3. Antecedente Local**

(Cordova & Valverde, 2019) en la tesis “Uso de la ceniza de cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) en el diseño de la losa del pavimento rígido de la Av. Chulucanas (Km. 1+800 a 2+800) – Piura – 2019”, Diseñaron mezclas con 5% y 10% con curado a 28 días, obteniendo una resistencia a la compresión de 418 kg/cm<sup>2</sup> y 457 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

- La investigación de Córdoba y Valverde son concordantes con los anteriores antecedentes, es decir, el porcentaje de adición debe ser entre el 5% y 10%, además los resultados en Kg/cm<sup>2</sup> no varían sustancialmente.

Según (Wuelmer, 2020) en su tesis “Efectos de la incorporación de las cenizas de cascara de arroz en subrasantes arenosas”, sugiere un máximo del 15% de adición de ceniza de cáscara de arroz, sin tratamiento previo en subrasantes arenosas.

- Los resultados de Wuelmer concluyeron una adición máxima del 15%, que es contrario a los distintos antecedentes mencionados; por lo cual será necesario e importante caracterizar las propiedades de la ceniza de arroz que utilizaremos en nuestra investigación.

## **2.2. Marco Teórico**

### **2.2.1. El Cemento**

Es un artículo sintetizado, que se elabora a partir de la transformación de materias primas, como calizas, arcillas y otros minerales. La materia prima previamente es molida y homogenizada, luego conducida a altas temperaturas mediante hornos rotativos o verticales, de donde se logra un producto medio llamado Clinker, del cual, al molerse finamente con alrededor de 5 % en peso de yeso dihidratado, se da como resultado el cemento.

Los componentes minerales primordiales que deben estar presente en la materia prima son: El Óxido de Calcio (CaO), el Bióxido de Silicio (SiO<sub>2</sub>), el Óxido de Aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), y el Óxido de Fierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), los cuales deben estar entrelazados entre sí en simetrías preestablecidas.

### **2.2.2. Cáscara de arroz:**

La cáscara de arroz es una fibra que protege al grano de arroz de diversos agentes en o del ambiente, su longitud oscila entre 5 mm y 11 mm. Se caracteriza por su dureza, alcanzando un valor de 6 en la escala de dureza Mohs (Castrillón & Castrillón, 2011).

La transformación de las propiedades físico - mecánicas de la cascara de arroz se da en niveles de temperaturas cercanas a los 750 °C; logrando estas elevadas temperaturas gracias a su característica térmica (Castrillón & Castrillón, 2011).

- Composición Física de la cáscara del arroz:

La composición se refiere al contenido de cenizas, contenido de humedad, material volátil, y otros, las cuales se detallan en la Tabla 1. Esto se logra a través del uso de hornos, incrementando las temperaturas permitiendo verificar el peso perdido por la cascara de arroz. Otro componente físico de la cáscara del arroz es el poder calorífico que es la cantidad de energía que el material libera al momento de una reacción química.

**Tabla 1:**

*Valores de los compuestos físicos de la cascara de arroz en el Perú.*

<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>	<b>12,9245.38 kJ/kg.</b>

Nota: Nos detallan los datos de la composición física de la cascara de arroz, que nos brindara un conocimiento sobre características cruciales para el desarrollo de nuestra investigación. Fuente: (Huaraz, 2013).

- Composición Química de la cáscara del arroz:

Mediante un análisis elemental, se obtiene la composición química de la cascara de arroz la cual se caracteriza por contener componentes como el carbono con 39.1%, oxígeno 37.2% y cenizas 17.8% detallados en la Tabla 2 (Huaraz, 2013).

**Tabla 2:**  
*Composición Química de la Cascara de Arroz.*

<b>CASCARA 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: Nos detallan los datos de la composición Química de la cascara de arroz, que nos brindara un conocimiento sobre características cruciales para el desarrollo de nuestra investigación. Fuente: (Huaraz, 2013)

- Principales características:

La cáscara del arroz tiene una estructura muy quebradiza, su color varía dependiendo del tipo de semilla que se siembra. El peso específico ( $\gamma$ ) es aproximadamente 125 kg/ m<sup>3</sup> (PRADA, 2010). Se caracteriza por tener baja densidad, por su fácil trabajabilidad, ser altamente resonante (acústico) y ser aportante de fibra. No es inflamable y no produce gases en estado de combustión. Entre las ventajas que tiene como material de construcción se encuentra el porcentaje de sílice de las cenizas (90%), alto contenido de cenizas ( $\pm 20\%$ ), estructura física de la sílice, disponible todo el año, retiene la humedad, con poco peso (liviano) y abrasivo (CHUR, 2013).

- Usos:

Los usos que se le da a la cáscara del arroz debido a sus componentes y las grandes cantidades que se genera en todas las ciudades arroceras del país. Se utilizan en muchas áreas de la ciencia, la ingeniería, ganado, etc. En el Cuadro 1 identificamos algunos usos de la cáscara del arroz, según (PRADA, 2010).

### **Cuadro 1:**

*Uso de la Cascara de Arroz.*

1. Para obtener etanol por vía fermentativa.
2. Cultivo de flores (sustrato)
3. Generación de energía (ladrilleras; secado de arroz y cereales).
4. Obtención de concreto, cemento y cerámicas.
5. En compostaje y lecho filtrante para aguas residuales.
6. Para obtener materiales absorbentes.
7. Fuente de sustancias químicas
8. Producción de tableros.
9. Material aislante en construcción.
10. Para Cama avicultura, porcicultura y en transporte de ganado

Nota: Podemos observar en el cuadro las diversas alternativas que se pueden realizar con la cascara de arroz, ya sea por sus propiedades o su fácil obtención. Fuente: (PRADA, 2010).

Existe una gran oportunidad de aprovechamiento a este subproducto, pues, el 5% es aprovechado aproximadamente; Es de mucha importancia utilizar este material para evitar la contaminación, se puede utilizar como:

- *Combustible:* por su poder calorífico.
- *Abono o compost:* Debido a su composición física – química.
- *Adición mineral en concreto:* contribuye a fortalecer la estructura del concreto, disminuye su permeabilidad y aumenta sus propiedades mecánicas. (CHUR, 2013).

#### **2.2.3. La Ceniza de la cascara de Arroz**

La ceniza de la cáscara del arroz o Rice Husk Ash (RHA), es producto de quemar la cáscara de arroz. Esta se coloca en calderas para ser calcinadas a aproximadamente 1000 °C y así obtener la ceniza que se vende y utiliza de muchas maneras. La ceniza es un residuo que se genera a nivel mundial, cada año la producción de ceniza exige un problema de almacenamiento, ya que tiene un grado alto de impacto ambiental negativo.

- Composición:

La ceniza de la cáscara de arroz tiene componentes físicos – químicos, al igual que la cáscara de arroz son aprovechados, uno por ser material puzolánico y el otro por alto contenido de fibra. En el Tabla 3 presentamos la “Composición Química de la Ceniza de Cascarilla de Arroz”, según (Varón Camargo, 2005) y en el Cuadro 2 presentamos la “Composición Física de la Ceniza de Cascarilla de Arroz” (ÁGUILA & SOSA, 2008).

**Tabla 3:**

*Composición Química de la Ceniza de Cascara de Arroz.*

<b>CENIZA DE CASCARA DE ARROZ</b>	
<i>Componentes</i>	<i>%</i>
Ceniza de Sílice	94.5
Oxido de Calcio	0.25
Oxido de magnesio	0.23
Oxido de Potasio	1.10
Oxido de Sodio	0.78
Sulfato	0.56
Otros Componentes	2.58
<b>TOTAL</b>	<b>100.0</b>

Nota: Podemos observar en la tabla la composición química de la ceniza de cascará de arroz, donde nos centraremos en la ceniza de Sílice que será de gran importancia para nuestra investigación. Fuente: (Varón Camargo, 2005).

Presentamos la Composición Física de la Ceniza de Cascara de Arroz.

**Cuadro 2:**

*Composición Física de la Ceniza de Cascara de Arroz.*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CENIZAS</b>		
	<b>CASCARA DE ARROZ</b>	<b>HOJA DE MAÍZ</b>	<b>BAGAZO DE CAÑA</b>
<i>Propiedades Físicas</i>			
Gravedad Específica	1.80	1.91	1.45
Superficies Específica (cm <sup>2</sup> /g)	9.40	6.33	2.69
Finura (% pasa 325)	86.74	87.29	77.24
Otros	2.06	4.47	18.62

Nota: Podemos observar en el cuadro la composición física de las cenizas de cascara de arroz, la hoja de maíz y el bagazo de caña. Fuente: (ÁGUILA & SOSA, 2008).

- Principales características:

Una de las características de este material es la impermeabilidad ya que reduce la absorción de agua aproximadamente 60% según el sitio web Rice Husk Ash; Otra de sus características es la alta resistencia al calor.

- Usos:
  - *Fertilizante*: fertilizantes de cultivos logran cosechas de alto rendimiento.
  - *Aditivo puzolánico*: contribuye en propiedades físicas y mecánicas del concreto.

## **2.3. Marco Conceptual**

### **2.3.1. Bloque de Concreto:**

Se describe como un paralelepípedo rectangular preelaborado, es manufacturado con concreto finos o morteros de cemento y es principalmente empleados en construcciones (muros y paredes).

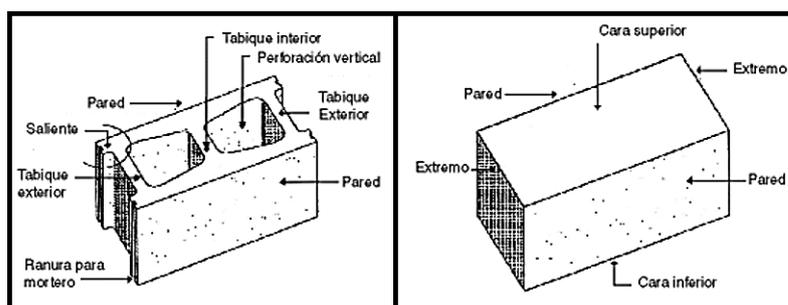
Los bloques tienen que ser curtidos al tercer día luego de la producción, de esta manera lograr definir las reacciones físico-químicas de los elementos y así definir el nivel de presión y las características específicas, no obstante, se destaca que estos deben de ser puestos en una zona extensa para que así haya un secado uniforme.

### **2.3.2. Composición del Bloque:**

El diseño de la estructura del bloque cambia respecto a los objetivos de construcción y a los detalles estéticos que se quieren lograr, siendo el de mayor popularidad los fabricados con concreto, se elabora con agua, cemento y agregados finos o gruesos.

Los nombres estandarizados de las partes del bloque se detallan en la Grafica 2. (Echeverría Cruz & López Mena, 2010).

**Gráfica 2:**  
*Partes de un Bloque de Concreto.*



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

La estructura del bloque de la figura 2 es crucial para la mampostería estructural, pues, permite el refuerzo bilateral, permite colocar barras horizontales y asentar refuerzos verticales simulando vigas o columnas.

“En cuanto al proceso de elaboración, lo primero que debe considerarse es el equipo para la producción, curado y almacenamiento. Estos equipos y medios deben ajustarse a las necesidades, costos y requerimiento de estándares tecnológicos y legales para la consecución de un proyecto determinado” (Echeverría Cruz & López Mena, 2010).

### 2.3.3. Clasificación de las Unidades de Albañilería:

- A) **Alveolar:** Unidad sólida o hueca con celdas que permiten alojar refuerzos verticales, empleadas en muros armados (PERÚ, 2006).
- B) **Apilable:** Unidad alveolar que permiten asentarse sin mortero (PERÚ, 2006).
- C) **Hueca:** la sección transversal de los planos paralelos a la cara del asentado presenta un área menor que el 70% del área bruta en el mismo plano (PERÚ, 2006).
- D) **Maciza:** la sección transversal de los planos paralelos a la cara de asentado presenta un área de mayor o igual que el 70% del área bruta en el mismo plano (PERÚ, 2006).
- E) **Pandereta:** presenta huecos paralelos a la cara de asentado (PERÚ, 2006).

#### **2.3.4. Propiedades**

Según (SENCICO & San Bartolomé, 2005), es necesario conocer sobre la resistencia y durabilidad ante la intemperie de las unidades mencionadas. Las propiedades asociadas a la resistencia son la compresión y Tracción, variabilidad dimensional y alabeo.

#### **2.3.5. Resistencia a la Compresión**

Es la relación entre carga de rotura y la sección bruta (NTP - 399.601, 2006).

La resistencia del concreto se define como el máximo esfuerzo que puede soportar sin romperse. El índice de calidad del concreto es la resistencia a los esfuerzos de compresión, pues es su principal función (Rivva Lopez, 2000).

Para determinar la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se deben realizar ensayos de laboratorio, cumpliendo con lo establecido en las Normas NTP- 339.604 (PERÚ, 2006).

(SENCICO & San Bartolomé, 2005) señala la que prueba de resistencia a la Compresión se realiza aplicando carga vertical a una velocidad de 1.25 mm/min o controlando la velocidad de carga procurando que llegue a la rotura en unos 3 a 5 minutos. La resistencia se expresa como el valor de la carga de rotura entre el área bruta o neta según el tipo de unidad de albañilería.

La resistencia a la compresión caracteriza únicamente al tipo de unidad a la que se le aplico el ensayo bajo las mismas condiciones.

### 2.3.6. Aceptación De La Unidad (NTP-E070. 2006)

- a) Resultados mayores al 20% de dispersión en las muestras de unidades producidas industrialmente, o de 40% de las artesanales, se ensayará otra muestra. De persistir estos resultados, se rechazará el lote.
- b) La absorción es menor o igual al 15%.
- c) La unidad de albañilería no presentará materias extrañas en sus superficies o en su interior; tampoco presentarán manchas de origen salitroso.
- d) La unidad de albañilería no presentará defectos (fracturas, hendiduras, grietas, etc.) que influyan en el ensayo de resistencia.

### 2.3.7. Diferencia de bloque de concreto y ladrillo.

A continuación, en el cuadro 3 detallamos las diferencias entre un Ladrillo de arcilla y un Bloque de concreto; mediante la Grafica 3 permitimos visualizar el modelo del bloque de concreto.

#### **Cuadro 3:**

*Diferencias Bloques de Concreto VS. Ladrillos Arcilla.*

	<b>BLOQUES DE CONCRETO</b>	<b>LADRILLOS DE ARCILLA</b>
Avances por día	12.5 m <sup>2</sup>	6.8 m <sup>2</sup>
Rendimiento x m <sup>2</sup>	12.5 unid.	41 unid.
Asiento (mortero)	junta de 1 cm.	junta de 2.5 cm.
Resistencia	50kg/cm <sup>2</sup>	25 a 35 kg/cm.
Tarrajeo	Opcional	Obligatorio

#### **Para asentar una pared de 25 m**

313 bloques de concreto.	1000 ladrillos de arcilla.
2.5 bolsas de cemento.	7.5 bolsas de cemento

Nota: Especificamos las diferencias características cruciales de un bloque de concreto con un ladrillo de arcilla y cuanto de material se necesitaría para asentar una pared de 25 metros. Fuentes: (NTP - 399.601, 2006).

### Gráfica 3:

*Características de los Bloques de Concreto.*



Nota: Las características cruciales de un bloque de concreto, tanto por sus celdas y el tamaño. Fuentes: (NTP - 399.601, 2006).

#### 2.3.7.1. Fabricación del Bloque de Concreto:

La elaboración de un bloque de concreto es sencilla ya sea artesanal o industrialmente; el proceso se basa en periodos: en el primer periodo se realiza el combinado o mezcla del cemento, agua y agregados; luego la mezcla se coloca en los moldes para la elaboración de los bloques. El segundo procedimiento es trasladar los bloques a la zona de almacenamiento para que comience con la correspondiente elaboración del fraguado.

#### 2.3.8. Cemento:

El cemento es un conglomerante que se forma con el quemado y Molienda de piedra caliza y arcilla. Además, se agrega yeso para darle un nivel de fraguado al unirse con el agua; una de sus propiedades es endurecerse al contacto con agua (después de un tiempo). Existen varios tipos de cementos, pero el que usamos en esta investigación es el Cemento EXTRAFORTE – Tipo ICo.

- Composición:

El Cemento EXTRAFORTE – Tipo ICo es de uso general en obras que no requieren propiedades especiales. Este es elaborado en la molienda de Clinker y aditivos, que brindan mayor resistencia a compresión, maleabilidad y moderado calor de hidratación. (PACASMAYO, 2018); Además la Grafica 4 nos permite identificar los componentes cruciales del cemento.

**Gráfica 4:**  
*Composición del Cemento EXTRAFORTE – Tipo ICo.*

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.090
MgO	%	2.3	Mínimo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.4	Mínimo 4.0

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.090
Contenido de Aire	%	5	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.26	Máximo 0.30
Superficie Específica	cm <sup>2</sup> /g	8440	NO ESPECÍFICA
Heterogeneidad	%	3.8	NO ESPECÍFICA
Densidad	g/mL	2.96	NO ESPECÍFICA
<b>Resistencia Compresión :</b>			
Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	26.2 (266)	Mínimo 13.0 (Mínimo 133)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	23.9 (244)	Mínimo 20.0 (Mínimo 204)
Resistencia Compresión a 28días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	32.9 (329)	Mínimo 25.0 (Mínimo 255)
<b>Tiempo de Fragado Vicat :</b>			
Fragado Inicial	min	124	Mínimo 45
Fragado Final	min	254	Máximo 420

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despatchado durante el periodo del 01-08-2017 al 31-08-2017.  
 La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.

  
**Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas**  
 Superintendente de Control de Calidad

Nota: La ficha técnica de Cementos Pacasmayo S.A.A. permitió identificar a la sílice como principal componente. Fuente: (PACASMAYO, 2018).

- Principales características:

Las características del Cemento EXTRAFORTE – Tipo ICo son la excelente resistencia en el tiempo, trabajabilidad, buen acabado y el uso general en la construcción (PACASMAYO, 2018).

- Usos:

Los usos que se le da al Cemento EXTRAFORTE – Tipo ICo son para columnas, vigas, losas, cimentaciones y otras obras (Obras de concreto y concreto armado en general) que no se encuentren en ambientes húmedos-salinosos, morteros en general, pavimentos y estructuras de concreto masivo. (PACASMAYO, 2018).

### **2.3.9. Cascara de arroz:**

“El arroz es sin duda el principal producto alimenticio del mundo para más de 1000 millones de personas, éste se cultiva en terrenos pantanosos, montañas y tierras bajas. En las regiones tropicales el arroz se planta y cosecha prácticamente todo el año (período de crecimiento entre 100-180 días), es por esta razón que la producción mundial ha alcanzado niveles récord desde el año 2007”. (Chur Pérez, 2010).

“El silicio es benéfico para el crecimiento normal del arroz. El contenido de sílice presente en diferentes partes de la planta (raíz, tallo, hojas, cáscara o vaina) varía entre 2,63 y 13,3%, presentándose en mayor cantidad con respecto a la parte orgánica en la cáscara del grano de arroz. La cascara de arroz al ser sometida a altas temperaturas, va a variar entre 13 y 29% del peso inicial, la cual está compuesta principalmente por sílice, 87-97%, y pequeñas cantidades de sales inorgánicas”. (MAFLA, 2009).

“El dióxido de silicio,  $\text{SiO}_2$ , obtenido de la cascara de arroz se debe considerar como buen candidato a utilizar para la elaboración del material de construcción ya que la alta reactividad del dióxido de silicio, va a favorecer su reacción con el calcio libre o  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , existente en el cemento a temperatura ambiente y en presencia de agua, ocasionando un incremento de la densificación del concreto en esta zona y por lo tanto un aumento de la resistencia y compresión del mismo”. (Méndez Mutschle, 2009).

### 2.3.9.1. Características Físicas:

Sus cualidades físicas más importantes son: peso determinado 0,78 g/cm<sup>3</sup>; densidad simulada sin comprimir 0,108 g/cm<sup>3</sup>; densidad simulada comprimida 0,143 g/cm<sup>3</sup>.

“La cascara de arroz representa un desecho ya que no presenta propiedades nutritivas. Este contiene un alto contenido de Dióxido de Silicio (SiO<sub>2</sub>), lo cual lo hace imposible de ingerir como alimento, además de contener un bajo contenido de celulosa (40% aproximadamente), presenta un valor nulo por ser desecho y no se le ha dado un uso adecuado para conferirle un valor agregado. El peso y volumen de la cáscara de arroz como lo refiere”. (Chur Pérez, 2010).

“Ocasionalmente elevados costos de almacenamiento y transporte para la industria, además por ser poco digestible su uso en la elaboración de alimentos concentrados para animales es restringido. Donde este a su vez agrega que el contenido de humedad de la cáscara de arroz cuando sale del descascarado tiende a variar entre el 5% al 40% después de haber estado a la intemperie (en época no lluviosa por sus características químicas presenta un 10% de humedad).” (PAYÀ BERNABEU & SERRANO, 2012).

“Según el poder calorífico de la cascara es de 3.281,6 Kcal/kg debido a la estructura cerrada y a su alto contenido de sílice (el 20 %), siendo este de muy baja biodegradabilidad en condiciones del ambiente natural.” (Cortés & Prada, 2010).

“La temperatura máxima que se obtiene al ser quemada varía de acuerdo con su condición: 970°C (seca), 650°C (con algún grado de humedad) y hasta los 1000°C (mezclada con combustible), por tal razón se ha estimado que es un material que presenta una elevada resistencia al fuego. La cascara de arroz al quemarse, genera 17.8 % de ceniza rica en Sílice (94.5 %).” (Varón Camargo, 2005), (Valverde G, 2007).

“La densidad de la cascara de arroz es baja, por lo cual al apilarse ocupa grandes espacios. El peso específico es de 125 kg/m<sup>3</sup>, es decir, 1 tonelada ocupa un espacio de 8 m<sup>3</sup> a granel”. (Varón Camargo, 2005).

“Para lograr una completa descripción de la cascara de arroz, es necesario determinar su peso. La medición del peso de las muestras se realiza con la cascara, unida por su extremo, en una balanza analítica. El rango de peso de una muestra fue de 2.944 - 3.564 mg, en base seca”. (Echeverría Cruz & López Mena, 2010).

#### **2.3.9.2. Composición Orgánica:**

“La composición orgánica de la cáscara de arroz es similar a la de la mayoría de las fibras orgánicas, conteniendo hemicelulosa, lignina, compuestos nitrogenados, celulosa, ácidos orgánicos y lípidos”. (Fuentes Molina, Fragozo Tarifa, & Vizcaino Mendoza, 2015).

“La celulosa y la hemicelulosa constituyen la mayor parte de los carbohidratos presentes en la cascara de arroz. El contenido de celulosa en la cascara de arroz oscila entre el 28% y el 49%, y la de hemicelulosa entre el 16% y el 22%. Además de celulosa, se puede encontrar en la cascara de arroz más polisacáridos como: galactosa, arabinosa y xilosa. La lignina le da rigidez a la estructura de la cáscara y se concentra en sus paredes celulares. Su proporción varía entre el 19% y el 25%”. (Valverde G, 2007).

#### **2.3.9.3. Composición Inorgánica:**

“Los componentes inorgánicos habitualmente son determinados en la ceniza de cascara de arroz. La composición inorgánica de la ceniza es diferente de las 17 cenizas de otras fibras orgánicas, ya que posee un contenido elevado en sílice, pudiéndose encontrar en la ceniza resultante, un porcentaje superior al 90%, lo que la convierte en una fuente potencial de sílice.” (Ospina, y otros, 2009).

Las importantes impurezas que tiene la sílice son: calcio, potasio, magnesio y manganeso y como secundarias aluminio, hierro (10-20 ppm), boro y fósforo (1-40 ppm), regularmente con óxidos. Este aumento de contenido de sílice amorfa que tiene la ceniza de cáscara de arroz, hace que la solución sea sugestivamente para su utilización como aumento puzolánico en el concreto justificado en cemento Pórtland, accediendo un cambio para la mitad del cemento y disminuyendo la absorción de los concreto a tiempos medios y largos de curtido.

“Habitualmente la cascara de arroz es un producto agroindustrial que se utiliza como combustible por su valor calorífico (16.720 kJ/kg), y de esta manera puede producir energía eléctrica o simplemente calor. En el proceso de incineración, se generan a su vez humos contaminantes que contienen partículas peligrosas en suspensión para las personas. También es posible reutilizar esta cascara como fuente de generación de hidrógeno y metanol por gasificación”. (MUÑOZ & POSADA, 2011).

**Tabla 4:**  
*Composición de Cáscara de Arroz a Nivel Mundial.*

Parámetros (%)	COMPOSICIÓN CÁSCARA DE ARROZ		
	Canadá	California, USA	China
Material volátil	66.4	63.5	52.9
Carbono fijo	13.2	16.2	25.1
Ceniza	20.4	20.3	22.0
<b>Total</b>	<b>100.0.</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

Nota: En la tabla 4 se detalla la composición de la cascara de arroz de diversos países internacionales, donde es destaca un incremento importante en los elementos volátil y el porcentaje de cenizas que oscila entre el 20%, llegando a concluir que tienen esas actitudes por las cualidades propias dentro del procedimiento de los cultivos de la materia prima. Fuentes:(Demera, 2015.p.17).

“La cascara de arroz como indica se encuentra compuesta por un tejido vegetal constituido por celulosa ( $\pm 40\%$ ) y sílice; éste presenta un alto contenido de dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), al fundirse con otros óxidos metálicos genera diferentes variedades de vidrio y se utiliza en la fabricación de cementos y materiales cerámicos”. (Chur Pérez, 2010).

### **2.3.10. Aplicaciones de la cascara de arroz:**

“El arroz es uno de los alimentos más habituales y primordiales en el mundo, éste ocasiona un restante llamado cascara el cual es solamente utilizado en un 5% dentro de la limpieza de los campos, combustión, disposición general de rellenos, etc. La mayor parte de este es quemada, lo cual encausa a un problema de carácter ambiental, debido a que la cascara de arroz genera una gran dimensión de cenizas, RHA, del inglés Rice Husk Ash, que tiene una elevada proporción de sílice. Se estima que por cada tonelada de arroz se originan 200 kg de cascara y de ésta se pueden producir 40 kg de cenizas con un contenido del orden del 90% en sílice”. (Chur Pérez, 2010).

La cascara de arroz son elevados volúmenes de desperdicios agro-industrial que se producen en las zonas de siembra y en las plantas de procesamiento de arroz; este desperdicio se puede usar como fuente de silicio para la obtención de silicatos de calcio (Álvarez, 2014). Esto se debe a que regularmente, la cascara se incinera para minorar su volumen ocasionando humos contaminantes.

“Como combustible genera calor, con un poder calorífico de aproximadamente 16,720 kJ/kg, y la ceniza obtenida contiene un porcentaje de sílice superior al 90%, lo cual la hace una potencial fuente de sílice”. (SIERRA AGUILAR, 2009).

No obstante, esta sílice contiene múltiples impurezas, siendo las comunes: calcio, potasio, magnesio y manganeso y otras como: aluminio, hierro, boro y fósforo, por lo cual es necesario erradicar estos componentes.

“Esta sílice a su vez puede emplearse mediante el método de precipitación controlada para sintetizar silicatos de calcio. Los silicatos de calcio, se emplean en la elaboración de ladrillos de cal y arena, en la industria del cemento, como material de relleno en las industrias de pinturas y plásticos y en la fabricación de porcelanas dieléctricas entre otros. Últimamente

se han comenzado a utilizar en la fabricación de vidrios bio activos”. (Arcos, Macíaz Pinto, & Rodríguez Páez, 2007).

“Una diferente aplicación relevante sería la obtención de concreto de alta resistencia mediante adición del diseño de un súper plastificante y ceniza de cascara de arroz. Este concreto surgió de un experimento en el cual se implementaron mejoras a un concreto convencional disminuyendo la relación agua/cemento con la adición de ceniza de cascara de arroz, la que trabaja llenando los capilares existentes y fortaleciendo los enlaces químicos de las partículas que participan en el diseño del concreto”. (Krishnarao, 2001).

### **2.3.11. Arquitectura sustentable:**

La construcción sostenible es el desarrollo de materiales usando recursos naturales que permitan reducir el impacto ambiental en las estructuras y su población, esto abarca la apariencia, diseño, rendimiento de materiales y la administración de edificaciones con el objetivo de desarrollar urbanismo sostenible.

La construcción de edificaciones o estructuras implican impactos ambientales a lo largo de sus procesos constructivos, desde la obtención de recursos naturales, consumo de energía, contaminación sonora, polución, vertederos, etc.

La construcción sostenible impulsa y establece nuevos principios de diseño en cada etapa del proceso constructivo.

“Estos principios se fundamentan en sistemas y ciclos naturales, alta dependencia en recursos locales, específicamente para la generación, distribución y uso de energía y agua, con dimensión social y planeación a futuro. Por esto, aparece la arquitectura sustentable (conocida también como eco-arquitectura, arquitectura verde, arquitectura sostenible y arquitectura ambientalmente consciente) como una diferente forma de construcción para evitar que el deterioro del medio ambiente siga avanzando”. (Rodríguez Vida, 2014).

### **2.3.12. Eco - bloques:**

“Los eco bloques son bloques comunes en los cuales se ha reemplazado uno de los componentes por algún material reciclado; “Esto implica que se puede hacer eco bloques reemplazando cantidades de cemento por ceniza de cascara de arroz”. (Zhi-haiHe, Shi-guiDua, & Long-yuanLib, 2017).

#### **2.3.12.1. Elaboración de Bloques de concreto con ceniza de cascara de Arroz:**

La fabricación de bloques de concreto con ceniza de cascara de arroz implica beneficios pues, reducen con costos, economizan presupuestos de inversión pública, reduce desechos o residuos contaminantes para el medio ambiente y genera economía circular mejorando las condiciones de la sociedad.

Para obtener, un bloque de concreto con cenizas de arroz, inicialmente se debe incinerar la cascara de arroz, posteriormente molerlo. Obtenida la ceniza de cascara de arroz es mezclada en seco con cemento, arena gruesa, confitillo y agua; La masa resultante se vierte en moldes para su secado y lograr el producto terminado.

#### **2.3.12.2. Beneficios de un Bloque Ecológico:**

El bloque ecológico es aquel cuyo proceso y materias primas para su elaboración son amigables con el medio ambiente (PERALTA GONZÁLEZ, 2017). Este tipo de bloques es usado actualmente en México y Venezuela (Acero & Rodriguez, 2011). Según emprendedores mexicanos, el atributo distinguido es que estos bloques “eliminan el desperdicio de materiales –cemento, arena o cal– y reducen hasta 30% los costos de construcción”. El poco conocimiento de sus beneficios y características ha dificultado el desarrollo como producto viable en los mercados.

Los bloques ecológicos, por sus mismas características, pasan por mayores pruebas de calidad y rendimiento que los bloques estándar; Comprobando mejoras en costo, seguridad, estética y calidad (Echeverría Cruz & López Mena, 2010).

Además, el rápido y fácil asentado reduce horas hombre necesarias y el costo monetario a invertir lo cual influye positivamente en la gestión de presupuestos.

### **2.3.12.3. Ventaja del Uso de cascara de Arroz en la Fabricación de Bloques:**

“Las principales características de este material es que lo hace interesante desde visión constructivo debido a su baja densidad, aplicaciones para aislamiento acústico, abundancia y aminorar costo”. (Serrano, Borrachero, Monzó, & Payá, 2012).

Entre sus atributos como material de construcción se pueden mencionar:

- Mayor contenido de cenizas  $\pm$  20%.
- cuantioso contenido de sílice de las cenizas (90%).
- recursos durante todo el año.
- contención de humedad.
- Material ligero.

### **2.3.12.4. Desventajas del Uso de cascara de Arroz en la Fabricación de Bloques:**

“Las primordiales desventajas que presenta al emplear la cáscara de arroz como material de construcción son su porosidad, su higroscopia, y sus componentes orgánicos” (Serrano, Borrachero, Monzó, & Payá, 2012).

“Al combinar la cascara de arroz con el concreto, modifica de forma negativa las características de fraguado. La anormalidad se incrementa cuando la cáscara no se ha lavado y contiene polvo con materia orgánica”. (Chur Pérez, 2010).

Los impedimentos encontrados en cada grupo de experiencias, están claramente vinculadas con las características de la cascara de arroz, por tanto, tienen correlación con los siguientes aspectos:

- “Los ensayos de desintegrar la cascara de arroz, por medios biológicos, se complican dado el gran contenido de silicio (cerca del 17 %, Tabla 1), elemento que la convierte en un material de muy baja degradabilidad. En trabajos realizados se ha demostrado que muy pocos organismos vivos se nutren de ella”. (Cortés & Prada, 2010) .
- “Algo parecido sucede en el caso de emplear la cascara como relleno en camas para la producción porcícola o avícola. Aunque, en el caso uno (la producción porcícola), el uso de la cascara, disminuye de manera sensible el consumo de agua, puesto que la cama no es exigente en el uso del recurso hídrico en la limpieza, no se conocen datos sobre el uso posterior del residuo, después del contacto físico con los animales, su orina y excretas. Algo parecido se da con las camas de la producción avícola. Sin duda este podría ser un campo a estudiar con el propósito de encontrar un uso importante para la cascara” (Cortés & Prada, 2010).

### **2.3.13. Eliminación de Materia Orgánica:**

“Para minimizar la materia orgánica en la cascara de arroz, se puede hacer un proceso de reflujo que consiste en dejar reposando la cascara de arroz en un medio ácido (HCL) o básico (NaOH) por un lapso de 24 horas y luego a esto un lavado con agua destilada, finalmente secar en estufa”. (MAFLA, 2009).

“El proceso de reflujo debe hacerse de la siguiente manera: primero lavar la cascara de arroz, después ponerla a secar al ambiente. Con la cascara seca, se procede al tratamiento

químico con ácido clorhídrico HCl por un lapso 5 horas”. (Serrano, Borrachero, Monzó, & Payá, 2012).

“Por último, la cascara de arroz se deja secar de nuevo al ambiente. Usaron el ácido clorhídrico en un tiempo 2, 4, 6 y 12 horas. A pesar de esto, la cascara sigue siendo un producto poco aprovechado en la mayoría de los sectores donde se genera. Existe una crítica mediática sobre el desperdicio de todo este potencial agregado por parte de la industria agrícola”. (Arcos, Macías Pinto, & Rodríguez Páez, 2007).

“Como se conoce, se usa como combustible en muchas fábricas y se reutiliza para ablandar camillas y otras soluciones cotidianas, pero, aunque se ha investigado mucho sobre sus propiedades y posibles aportes, no se ha hecho mucho para realmente probar su eficacia en un propósito más relevante, al menos en el campo de la arquitectura”. (Echeverría Cruz & López Mena, 2010).

## **2.4. Hipótesis:**

### **2.4.1. Hipótesis alternativa:**

La elaboración de los bloques de concreto con ceniza de cascará de arroz mejorará su resistencia a la compresión y reducirá costo de producción.

### **2.4.2. Hipótesis nula:**

La elaboración de los bloques de concreto con ceniza de cascará de arroz no mejorará su resistencia a la compresión y no reducirá costo de producción.

## **2.5. Variables e Indicadores**

### **2.5.1. Variable independiente:**

- Proceso de producción del bloque de concreto con ceniza de la cascara de arroz.

El proceso de producción se basa en la transformación de diversos recursos en nuevos productos con el fin de satisfacer ciertas necesidades.

## **Dimensiones**

- ✓ Insumos y Materiales de Fabricación
- ✓ Costo de Insumos
- ✓ Etapas de Proceso.

## **Indicadores**

- ✓ Productividad Total.
- ✓ Costo de Producción.
- ✓ Ciclo del Proceso.

### **2.5.2. Variable dependiente:**

- La Reducción de Costos.
- La Resistencia de los Bloques a la Compresión.

“La resistencia a la compresión se entiende como la capacidad de soportar un área de contacto al recibir cargas de compresión, se representa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm<sup>2</sup>), Mega pascuales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg<sup>2</sup> o psi)”. (NTP - 399.601, 2006).

## **Dimensiones**

- ✓ Resistencia de Compresión.
- ✓ Sorptividad o Absorción Capilar.
- ✓ Densidad.
- ✓ Comparación de costos entre la muestra convencional y las muestras con adición de ceniza de cascara de arroz.

## **Indicadores**

- ✓ Resistencia de compresión (kg /cm<sup>2</sup>).
- ✓ Sorptividad o Absorción Capilar
- ✓ Densidad.
- ✓ Costo Unitario y Costo por Millar.

**Cuadro 4:**  
*Operacionalización de Variables.*

<b>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b>				
<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>Independiente</b>				
Proceso de Producción del bloque con Ceniza de la Cascara de Arroz.	El proceso de producción se basa en la transformación de diversos recursos en nuevos productos con el fin de satisfacer ciertas necesidades.	Insumos y Materiales de Fabricación. Costo de Insumos. Etapas de Proceso.	Productividad Total Salida /Entrada. Costo de Producción. Ciclo del Proceso.	Unid. / S/. S/. Días.
<b>Dependiente</b>				
La Resistencia de los Bloques a la Compresión.	“La resistencia a la compresión se entiende como la capacidad de soportar un área de contacto al recibir cargas de compresión. Regularmente se representa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm <sup>2</sup> ), megapascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg <sup>2</sup> o psi)”. (NTP - 399.601, 2006)	Resistencia de compresión. Sorptividad o Absorción Capilar.	Resistencia Mecánica. Absorción Capilar.	Kg/cm <sup>2</sup> I: Absorción.
La Reducción de Costos		Densidad. Comparación de Costos entre el Convencional y con Adición de Ceniza de Cascara de Arroz.	Densidad. Costo Unitario. Costo por Millar.	Densidad Global o Bulk (gr/cm <sup>3</sup> ). S/. S/.

Nota: Detallamos y especificamos en el cuadro de Operacionalización de variables, la definición conceptual, dimensiones, indicadores y las unidades de medida. Elaboración Propia.

### III. *METODOLOGÍA EMPLEADA*

#### **3.1. Tipo y nivel de Investigaciones:**

- a) **Nivel de Investigación:** Descriptiva, se detalló las características más importantes de la adición de cenizas de cascara de arroz, tanto en su origen y desarrollo describiendo una circunstancia tempero-espacial, es decir, detallando cómo se manifestó el comportamiento del bloque de concreto en las pruebas de compresión.
  
- b) **Método Inductivo:** el análisis permitió ver si los bloques hechos con ceniza de cascara de arroz cumplieron con la resistencia requerida y con la densidad apropiada para la construcción.

#### **3.2. Población y Muestra de Estudios:**

##### **3.2.1. Población**

Son todos los bloques a diseñar con proporciones de 5%, 8%, 10%, 12% y 15% con ceniza de cascara de arroz.

##### **3.2.2. Unidad de Análisis:**

Bloques de concreto con suplencia del cemento por ceniza de cascara de arroz.

##### **3.2.3. Muestra**

Las muestras de la presente investigación fueron un total de 15 bloques de concreto con ceniza de cascara de arroz, resultantes de 03 ensayos por proporción de mezclas (población) detallado en el Cuadro 5. El tamaño de muestra mencionado permitió evaluar la resistencia a la compresión, absorción y densidad por cada proporción de mezcla. Obteniendo resultados representativos.

Cada probeta de bloque de concreto estuvo conformada por los siguientes materiales: Cemento Tipo I de la empresa Pacasmayo, Agregado fino, garbancillo fino y garbancillo grueso, procedente de la ferretería “Dino”, ubicada en el distrito Castilla. Cascara de arroz comprada en “Agricultores de la Unión Piura”, ubicada en Unión - Piura, agua potable de la Empresa EPS Grau - Piura, utilizada en la mezcla y curado.

**Cuadro 5:**  
*Matriz de Muestra.*

<b>MATRIZ DE MUESTRA</b>		<b>CONTROL</b>
5%	Porcentaje de ceniza de cascara de arroz como agregado para la mezcla de concreto	3
8%		3
10%		3
12%		3
15%		3
<b>TOTAL</b>		<b>15</b>

Nota: Realizamos la Matriz de muestra donde dividimos los porcentajes de la ceniza de cascara de arroz como agregado para la mezcla del concreto y la cantidad total de bloques que realizamos. Elaboración Propia.

### **3.3. Diseño de Investigación**

Se empleó una investigación cuasi experimental. Esto fue conveniente ya que se ejecutaron las pruebas en grupos ya establecidos conforme al porcentaje de utilización de la ceniza de cascara de arroz, separándolos en grupos conforme al tipo de muestra.

### **3.4. Técnica e instrumentos de Investigación**

Para el trabajo de investigación se utilizaron las técnicas siguientes:

#### **3.4.1. Técnicas:**

La técnica que se utilizó en el proyecto fue: Observación Experimental.

La observación experimental: fue el procedimiento principal que permitió recopilar información de las variables en condiciones controladas; seleccionando la información necesaria con las técnicas detalladas en Cuadro 6.

**Cuadro 6:**  
*Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.*

<b>TÉCNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS / EQUIPOS</b>	<b>FUENTES</b>
Ensayo de las propiedades físicas (CCA)	Ficha de registro	NTP 339.185 ASTM C566
Diseño de mezcla (arena fino y grueso)	Ficha de registro	ACI 211
Ensayo de resistencia a compresión (bloques de concreto)	Ficha de registro	NTP 339.034 ASTM C39

Nota: Realizamos diferentes técnicas e Instrumentos de recolección de datos para poder desarrollar nuestra investigación. Elaboración Propia.

### **3.4.2. Instrumentos:**

- Instrumentos Documentales: El instrumento documental que se utilizó en este proyecto se encuentran en la Ficha Técnica: Ladrillos de Concreto.
- Instrumentos Electrónicos: La prensa para bloque, balanzas y vernier.
- Fichas técnicas utilizadas en laboratorio

### **3.4.3. Validez y Confiabilidad:**

Los instrumentos que se utilizaron en la investigación se validan por las normas y reglamento:

Se usaron registros con las Normas Técnicas Peruanas NTP 339.613 y NTP 331.604, validando elementos y procesos respectivamente a cada una de las pruebas que se realizaron conforme a lo establecido. Fue de suma importancia continuar con las pautas de cada norma, esto redujo inesperados resultados durante las pruebas.

Validamos las pruebas contemplando los protocolos de Sencico - Piura – Facultad de Estructuras – Laboratorio de suelos – Piura, INGELABC. por su experiencia y especialización con respecto a los modelos estándares de los bloques de concreto por las Normas Técnicas Peruanas, de modo que, cumplimos con los correctos logros para obtener óptimos resultados.

**A) Tasa de Proporción en peso.**

En línea con la norma ASTM C109, se elaborarán las probetas de mortero en moldes de acero inoxidable con medidas de 39cm (largo) x 14cm (ancho) x 19cm (altura).

La composición de la mezcla fue en relación 3:2:1, es decir, por 2 unidades de garbancillo se empleó 3 unidades de cemento y 01 unidad de agua, que se amasó con una espátula en una bandeja hasta lograr una masa uniforme. La mezcla se realizó volumétricamente, a la cual se le agregó ceniza, restando la misma proporción de cemento; La unidad utilizada fue de 500 gr.

Por cada compartimiento cúbico del molde, se compactó con un apisonador de madera.

Esta acción de compactar o compresión se realizó en 2 ciclos, 8 impactos en una zona del molde y 8 golpes perpendiculares a los primeros. Esta operación se realizó para cada capa en los compartimientos. Realizada la compactación, se colocó un sobrante del mortero en la superficie para enraizar los cubos.

Los morteros se protegieron con bolsas de polietileno para eludir la vaporización del agua, y facilitar su humectación. La curación fue de un día en el molde, con agua excedente y 28 días de curado sumergido en agua, evitando golpes.

### **B) Resistencia de compresión –ASTM C109.**

La medida se tomó mediante una prensa mecánica, con ayuda de placas de acero que permitieron distribuir las cargas uniformemente y evitando mayor carga en puntos específicos.

“El ensayo se realiza en la prensa mecánica ELE International con capacidad de 2000 KN, la cual permite digitalizar la velocidad a 0.90 kN/seg; La máquina registrara la carga aplicada al contacto con la probeta hasta el fallo de la probeta. Se tomará la carga aplicada (P) y la resistencia a compresión (Rc) que nos proporciona la máquina. Cabe recalcar que la máquina nos proporciona la resistencia en KN y para convertirlo al sistema internacional Kg se deberá multiplicar por 101.98”. (Aliaga A. , 2017).

La formulación que utilizaremos para hallar la resistencia a compresión (Rc) será:

$$Rc \left( \frac{kg}{cm^2} \right) = \frac{P * 101.98}{L * W \text{ cm}^2}$$

#### **3.4.4. Recursos Utilizados:**

##### **Cuadro 7:**

*Recurso Utilizados.*

<b>HUMANOS</b>	<b>MATERIALES</b>
	Folleto
	Periódicos
	Computadora
	Internet y Copias
Asesores	Guías de Observación
Investigadores	técnicas e instrumentos
	Hojas y materiales de escritorio
	Libros referentes al tema investigado
	Alimentación
	Transporte.
	Materiales para la elaboración de bloques

Nota: Podemos Observar en el cuadro los recursos utilizados para desarrollar nuestra investigación. Elaboración Propia.



### **3.5. Procesamiento y análisis de datos**

Los métodos explicados paso a paso fueron desarrollados a partir de los objetivos específicos planteados:

- Recopilación los datos e información relacionada con las proporciones para la adición de ceniza de cascara de arroz en la mezcla del concreto y algunos agregados.
- Preparamos la mezcla.
- Determinamos las pruebas que afectan el comportamiento a los bloques de concreto con ceniza de cascara de arroz.
- Estimamos los costos de producción de los bloques.
- Verificamos el bloque optimo con el agregado de la ceniza de cascara de arroz.

## **IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1. Análisis e interpretación de resultados**

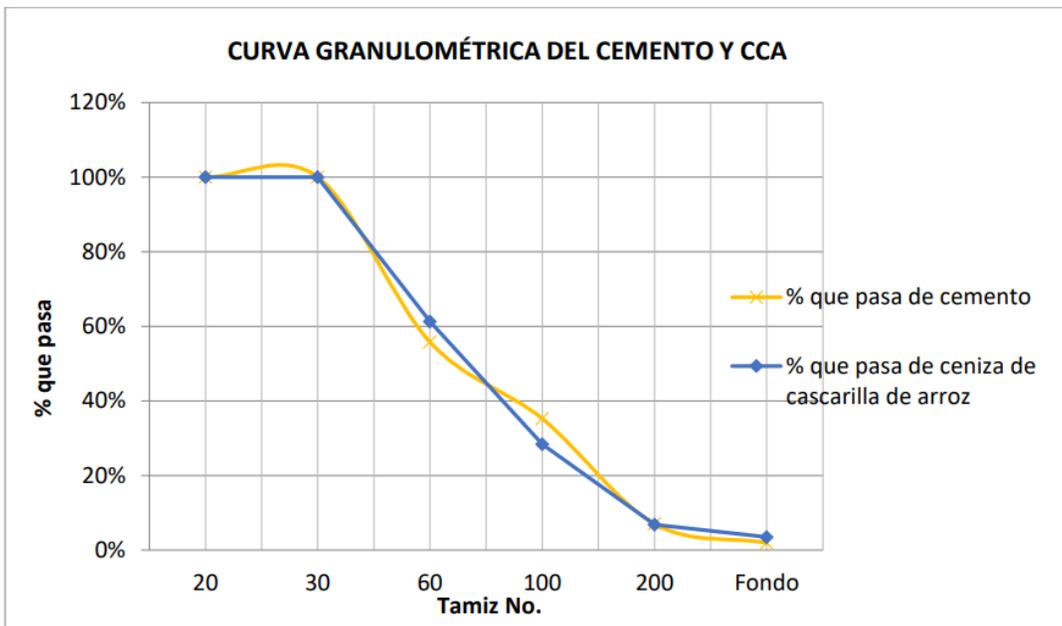
A continuación, se mostrarán los siguientes resultados obtenidos de esta presente investigación:

#### **4.1.1. Objetivo específico 01: Determinar las propiedades de la ceniza de cascara de arroz.**

Se determinaron las propiedades físicas y químicas de la ceniza de cáscara de arroz de carácter primordial para la presente investigación (Curvas granulométricas y contenido de sílice) detallándose en la Grafica 8 y Tabla 5.

### Gráfica 6:

Curva Granulométrica del Cemento y Ceniza de Cáscara de Arroz.



Nota: Podemos observar en la gráfica, una curva granulométrica del cemento y la ceniza de cascara de arroz. Mientras que el número del tamiz sea mayor, obtendremos mayor porcentaje de ceniza de cascara de arroz y cemento. Elaboración Propia.

La distribución granulométrica es de relevancia directa en la operación de mezclado, por lo cual se ajustó la granulometría de la ceniza de cascara de arroz mediante su molienda.

En la Grafica 8, se observa la corrección granulométrica y su comportamiento respecto al cemento con resultados similares.

En la Tabla 5 se detallaron las propiedades químicas de mayor porcentaje de la ceniza de cascara de arroz. Cabe detallar que las siguientes propiedades han sido determinadas por investigaciones realizadas por diversos autores, obteniendo resultados confiables con una variación de 3%.

**Tabla 5:***Composición Química de la Ceniza de Cáscara de Arroz..*

<b>COMPONENTE</b>	<b>PORCENTAJE EN MASA (%)</b>
Sílice (SiO <sub>2</sub> )	94
Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,75
Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,02
Calcio (CaO)	0,71
Otros	4.52

Nota: Podemos observar en la tabla la composición química de las cenizas de cascara de arroz. Elaboración Propia.

Se determinó que la muestra de ceniza proveniente del molino Cereales del Llano contiene alto porcentaje de Sílice, lo cual permitió continuar con la investigación para la mejora de la resistencia del concreto.

**4.1.2. Objetivo específico 02: Realizar el ensayo con cada bloque según las proporciones de adición de ceniza de cascara de arroz y determinar la resistencia de compresión.**

El presente objetivo abarcó la elaboración y caracterización de las muestras y sus componentes.

Se determinó la muestra en 03 unidades de bloques por cada porcentaje de ceniza de cascara de arroz a suplir (5%, 8%, 10%, 12%, 15%), Resultando 15 muestras:

**Tabla 6:***Porcentaje de Ceniza de Cáscara de Arroz de (5%, 8%, 10%, 12%, 15%).*

Casos	Muestras	Ceniza de cascara de arroz (g)	Cemento (g)	Garbancillo (g)	Agua (ml)
1	Ceniza al 5%	75	1,425	1,000	500
2	Ceniza al 5%	75	1,425	1,000	500
3	Ceniza al 5%	75	1,425	1,000	500
4	Ceniza al 8%	120	1,380	1,000	500
5	Ceniza al 8%	120	1,380	1,000	500
6	Ceniza al 8%	120	1,380	1,000	500
7	Ceniza al 10%	150	1,350	1,000	500
8	Ceniza al 10%	150	1,350	1,000	500
9	Ceniza al 10%	150	1,350	1,000	500
10	Ceniza al 12%	180	1,320	1,000	500
11	Ceniza al 12%	180	1,320	1,000	500
12	Ceniza al 12%	180	1,320	1,000	500
13	Ceniza al 15%	225	1,275	1,000	500
14	Ceniza al 15%	225	1,275	1,000	500
15	Ceniza al 15%	225	1,275	1,000	500
<b>TOTAL</b>		<b>2,250</b>	<b>20,250</b>	<b>15,000</b>	<b>7,500</b>

Nota: Podemos observar en tabla el porcentaje de las cenizas de cascara de arroz que utilizaremos para elaborar nuestros bloques de concreto, supliendo así al cemento. Elaboración Propia.

La distribución de los insumos se realizó con la siguiente Dosificación por bloque de concreto:

**Tabla 7:***Dosificación por Bloque de Concreto.*

UND	Cemento (g)	Garbancillo (g)	Agua (g)
Jarra (500 g)	3	2	1
<b>TOTAL</b>	<b>1,500</b>	<b>1,000</b>	<b>500</b>

Nota: Observamos en la tabla la dosificación por bloque de concreto que realizaremos para los ensayos. Elaboración Propia.

Cabe detallar que la elaboración de las muestras se realizó en un molde de acero inoxidable con las medidas respectivas según las normas técnicas de albañilería del Perú: 39 cm (L) x 14 cm (W) x 19 cm (H) teniendo en cuenta las siguientes observaciones durante el proceso:

- El molde contiene 2 celdas o perforaciones verticales y está compuesto por 3 secciones que permiten extraer las muestras elaboradas.
- La dosificación de la mezcla al molde fue acompañada por 8 movimientos de compactación (vibrado) por cada cara del bloque realizado en 2 ciclos.
- El tiempo de curado para las muestras fueron de 28 días.

Realizadas las muestras y pasado el tiempo de curado se realizó las pruebas de resistencia en el laboratorio de suelos INGELABC SAC, cumpliendo con los protocolos definidos por las normas técnicas de albañilería del Perú.

Las pruebas se realizaron con una prensa mecánica junto con placas de acero que permitieron distribuir las cargas uniformemente y evitando mayor carga en puntos específicos.

Se llevó registro de las medidas externas e internas (cm), registro de las cargas de resistencia (KN) por cada muestra detallándose en la Tabla 8.

**Tabla 8:***Ensayo de cada Bloque de Concreto con Ceniza de Cáscara de Arroz.*

Nº Orden	Muestra	Tipo	Medidas (cm)	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Aplicada (KN)	Carga Aplicada (Kg)	Esfuerzo Máximo (kg/cm <sup>2</sup> )
1	BLOQUE DE CONCRETO + CENIZA AL 5% / M-1	14	39x14x19	546	153.50	15,653.93	28.67
2	BLOQUE DE CONCRETO + CENIZA AL 5% / M-2	14	39x14x19	546	156.60	15,969.82	29.25
3	BLOQUE DE CONCRETO + CENIZA AL 5% / M-3	14	39x14x19	546	155.80	15,888.48	29.10
4	BLOQUE DE CONCRETO + CENIZA AL 8% / M-4	14	39x14x19	546	402.80	41,077.54	75.23
5	BLOQUE DE CONCRETO + CENIZA AL 8% / M-5	14	39x14x19	546	403.15	41,113.24	75.30
6	BLOQUE DE CONCRETO + CENIZA AL 8% / M-6	14	39x14x19	546	403.20	41,118.34	75.31
7	BLOQUE DE CONCRETO + CENIZA AL 10% / M-7	14	39x14x19	546	491.70	50,143.57	91.84
8	BLOQUE DE CONCRETO + CENIZA AL 10% / M-8	14	39x14x19	546	491.71	50,144.59	91.84
9	BLOQUE DE CONCRETO + CENIZA AL 10% / M-9	14	39x14x19	546	491.20	50,092.58	91.74
10	BLOQUE DE CONCRETO + CENIZA AL 12% / M-10	14	39x14x19	546	428.00	43,647.44	79.94
11	BLOQUE DE CONCRETO + CENIZA AL 12% / M-11	14	39x14x19	546	424.53	43,293.57	79.29
12	BLOQUE DE CONCRETO + CENIZA AL 12% / M-12	14	39x14x19	546	420.30	42,862.19	78.50
13	BLOQUE DE CONCRETO + CENIZA AL 15% / M-13	14	39x14x19	546	436.00	44,463.28	81.43
14	BLOQUE DE CONCRETO + CENIZA AL 15% / M-14	14	39x14x19	546	436.13	44,476.54	81.46
15	BLOQUE DE CONCRETO + CENIZA AL 15% / M-15	14	39x14x19	546	434.70	44,330.71	81.19

Nota: Los resultados obtenidos por la prensa mecánica fueron convertidos a Kg/cm<sup>2</sup> lo cual permitió analizar y comparar la resistencia de cada muestra respecto la resistencia de la muestra placebo u estándar (50 Kg/cm<sup>2</sup>). Tras el análisis de los resultados obtenidos de las 15 pruebas de compresión se concluyó que las proporciones de adición de ceniza de cascara de arroz del 8%, 10%, 12% y 15% mejora la resistencia a la compresión de los bloques de concreto. Caso contrario con la del 5% que redujo drásticamente la resistencia en las muestras. Elaboración Propia.

Se determinó que la resistencia para cada proporción de adición de ceniza de cascara de arroz para cada muestra fue de:

**Tabla 9:**

*Promedio de la Resistencia a la Compresión de cada Muestra de Bloque.*

<b>Muestra</b>	<b>Esfuerzo Máximo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Resistencia promedio a la compresión con ceniza al 5%	29.01
Resistencia promedio a la compresión con ceniza al 8%	75.28
Resistencia promedio a la compresión con ceniza al 10%	91.81
Resistencia promedio a la compresión con ceniza al 12%	79.24
Resistencia promedio a la compresión con ceniza al 15%	81.36
<b>RESISTENCIA PONDERADA</b>	<b>71.34</b>

Nota: Observamos el Promedio de la resistencia a la compresión de cada muestra de los bloques. Elaboración Propia.

Para establecer el nuevo bloque fue necesario determinar el porcentaje de mejora respecto al bloque placebo o estándar. Los porcentajes de mejora se detallan en la tabla 10.

**Tabla 10:**

*Porcentaje de Mejora Respecto al Bloque Estándar.*

<b>Muestra</b>	<b>Esfuerzo Máximo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Mejora (%)</b>
Resistencia promedio a la compresión con ceniza al 5%	29.01	-41.99
Resistencia promedio a la compresión con ceniza al 8%	75.28	50.56
Resistencia promedio a la compresión con ceniza al 10%	91.81	83.62
Resistencia promedio a la compresión con ceniza al 12%	79.24	58.49
Resistencia promedio a la compresión con ceniza al 15%	81.36	62.72
<b>RESISTENCIA PONDERADA</b>	<b>71.34</b>	<b>42.68</b>

Nota: Observamos el Promedio de la resistencia a la compresión de cada muestra de los bloques, comparándolo con un bloque estándar. Elaboración Propia.

Para determinar la mejora se empleó la siguiente formula:

$$\% \text{ Mejora} = \frac{Rc_1 - Rc_0}{Rc_0} * 100$$

Donde:

- $Rc_1 = \text{Resistencia a la compresión con ceniza al } x\% \left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$
- $Rc_0 = \text{Resistencia a la compresión del bloque estandar} \left(\frac{Kg}{cm^2}\right) = 50 \frac{Kg}{cm^2}$

Muestra al 15%:

$$\% \text{ Mejora} = \frac{Rc_1 - Rc_0}{Rc_0} * 100 = \frac{81.36 - 50}{50} * 100 = \frac{31.36}{50} * 100 = 0.6272 * 100$$

$$\% \text{ Mejora} = 62.72\%$$

Por lo tanto, las proporciones de adicción de ceniza aceptadas para la mejora de la resistencia a la compresión son las de 8%, 10%, 12% y 15%; Determinando la proporción de la muestra de 15% como el nuevo bloque a elaborar o producir con base en el objetivo de la reducción de costos.

#### **4.1.3. Objetivo específico 03: Determinar las propiedades del nuevo bloque con las pruebas de resistencia, densidad y absorción.**

##### **Resistencia:**

La determinación del nuevo bloque de concreto con ceniza de cascara de arroz (15%) a elaborar implicó determinar su resistencia, la cual fue de 81.36 kg/cm<sup>2</sup>, detallada en la tabla 9.

##### **Absorción:**

La determinación de la absorción del nuevo bloque de concreto con ceniza de cascara de arroz (15%) se detalla en la Tabla 11 donde se empleó la siguiente formula:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{Peso de Muestra Humeda} - \text{Peso de Muestra Seca}}{\text{Peso de Muestra Seca}} * 100$$

**Tabla 11:**

*Ensayo de Absorción del Nuevo Bloque de Concreto con el 15%.*

<b>Muestra</b>	<b>Peso Muestra Seca (g)</b>	<b>Peso Muestra Húmeda (g)</b>	<b>Absorción (%)</b>
BLOQUE DE CONCRETO + CENIZA AL 15% / M-1	871.45	924.63	6.10
BLOQUE DE CONCRETO + CENIZA AL 15% / M-2	934.85	991.93	6.11
BLOQUE DE CONCRETO + CENIZA AL 15% / M-3	936.50	992.10	5.94
<b>ABSORCIÓN PROMEDIO ( %)</b>			<b>6.05</b>

Nota: Las normas técnicas de albañilería del Perú indican que el porcentaje promedio máximo de absorción de 3 bloques de concreto tipo 14 no debe ser mayor al 12% del peso seco, por lo tanto, el porcentaje de absorción promedio de nuestro nuevo bloque con un 6.05% es aceptado.

**Densidad:**

La determinación de la densidad o peso específico del nuevo bloque de concreto con ceniza de cascara de arroz (15%) se detalla en la Tabla 11 donde se empleó la siguiente formula bajo el método de la Fiola:

$$\text{Peso Especifico} = \frac{W_2}{V_D} \left( \frac{g}{cm^3} \right)$$

Donde:

- $W_1 = \text{Peso fiola con H}_2\text{O}$
- $W_2 = \text{Peso muestra}$
- $V_1 = W_1 + W_2$
- $V_2 = \text{Peso fiola con muestra y con H}_2\text{O}$
- $V_D = V_1 - V_2$

Muestra al 15%:

- $W_1 = 704.33$
- $W_2 = 190.2$
- $V_1 = 704.33 + 190.2 = 894.53$
- $V_2 = 816.65$
- $V_D = 894.53 - 816.65 = 77.88$
- $Peso\ Especifico = \frac{190.2}{77.88} = 2.44 \left(\frac{g}{cm^3}\right)$

Las normas técnicas de albañilería del Perú indican que el peso específico o densidad de los bloques de concreto tipo 14 no debe ser mayor 2.6 g/cm<sup>3</sup>, por lo tanto, la densidad de nuestro nuevo bloque con un 2.44 (g/cm<sup>3</sup>) es aceptado.

En resumen, la tabla 12 detalla las propiedades de resistencia, densidad y absorción del nuevo bloque:

**Tabla 12:**

*Propiedades del Nuevo Bloque de Concreto con el 15%.*

<b>Propiedades del Bloque de concreto con 15% de ceniza de cascara de Arroz</b>	
Resistencia	81.36 kg/cm <sup>2</sup>
Densidad	2.44 g/cm <sup>3</sup>
Absorción	6.05 %

Nota: En conclusión, el nuevo bloque con proporción de ceniza de cascara de arroz al 15% es altamente aceptado por las normas técnicas de albañilería del Perú.

#### 4.1.4. Objetivo específico 04: Estimar el Costo de producción del nuevo bloque de concreto con ceniza de cascara de arroz.

La estimación de los costos de insumos para la elaboración del nuevo bloque de concreto con ceniza de cascara de arroz (15%) se determinó con base en los precios y cantidades adquiridas. En la tabla 13 se detalla los kilogramos adquiridos y su respectivo costo total.

**Tabla 13:**

*Costos de los Insumos para la Fabricación del Nuevo Bloque con Ceniza de Cascara de Arroz (15%).*

<b>Insumos</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo (S/.)</b>
Cenizas de Cascara de Arroz	Kg	45	10
Cemento tipo 1	Kg	42.5	35
Garbancillo	Kg	40	5
Agua	l	1000	6.513
<b>TOTAL</b>			<b>56.513</b>

Nota: Observamos el Costo de los Insumos, para la elaboración de los nuevos bloques de concreto agregando la ceniza de cascara de arroz con el 15%. Elaboración Propia.

El análisis de la tabla 13 permitió determinar el costo por kilogramo de los insumos, detallado en la tabla 14.

**Tabla 14:**

*Costos de los Insumos en Kilogramos para la Fabricación del Nuevo Bloque con Ceniza de Cascara de Arroz (15%).*

<b>Insumos</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo (S/.)</b>
Cenizas de Cascara de Arroz	Kg	1	0.22
Cemento tipo 1	Kg	1	0.82
Garbancillo	Kg	1	0.13
Agua	l	1	0.0065
<b>TOTAL</b>			<b>1.18</b>

Nota: Obtenido el costo por kilogramo, se define la cantidad requerida de insumos por unidad de bloque mediante la dosificación empleada (3:2:1) con unidad de 500 g ó 0.5 Kg. Mediante estas cantidades se estimó el costo unitario en insumos, permitiendo proyectar el costo de insumos por millar de unidades. Elaboración Propia.

**Tabla 15:**  
*Costo Unitario de los Insumos para Proyectar un Millar de Unidades.*

<b>Insumos</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Cantidad / Unidad</b>	<b>Costo / Unidad (S/.)</b>	<b>Costo / Millar</b>
Cenizas de Cascara de Arroz	Kg	0.225	0.05	50.00
Cemento tipo 1	Kg	1.275	1.05	1,050.00
Garbancillo	Kg	1	0.13	125.00
Agua	l	0.5	0.003	3.26
<b>TOTAL</b>			<b>1.228</b>	<b>1,228.257</b>

Nota: Concluyendo el costo de insumo por millar en S/. 1,228.3.

El siguiente punto que se determinó fue el costo de la mano de obra directa, por lo cual, la estimación se hizo con base en los tiempos reales de producción de las muestras.

El tiempo de producción detallado en la tabla 16 se realizó con base en la dosificación para 03 muestras, por lo tanto, los tiempos mostrados están condicionados a lo mencionado.

**Tabla 16:**  
*El Tiempo de Producción con Base en la Dosificación para las Muestras.*

<b>Descripción</b>	<b>Tiempo (min.)</b>	<b>Tiempo (H)</b>
Dosificación y Mezcla	4	0.067
Elaboración del bloque (llenado, compactación y desmoldado)	4.5	0.075
<b>TOTAL</b>	<b>8.5</b>	<b>0.142</b>

Nota: Observamos el Tiempo de producción en base de la dosificación para las muestras. Elaboración Propia.

Por lo tanto, se proyectó que son necesarias 47.22 horas de mano de obra directa para la producción de 1,000 unidades; Además se puede determinar el costo de la M.O.D mediante el sueldo mínimo vital del Perú (S/1,025 mensuales o S/ 4.928 por hora) obteniendo los siguientes resultados detallados en la Tabla 17.

**Tabla 17:**

*Costo de Mano de Obra Directa para la Producción de 1,000 Unidades.*

<b>UND</b>	<b>Tiempo (H)</b>	<b>Costo M.O.D (S/. / HH)</b>
3	0.142	0.698
1,000	47.222	232.711

Nota: Concluyendo el costo de mano de obra directa (M.O.D) por millar en S/. 232.71.

El ultimo valor a determinar son los costos indirectos, los cuales se detallan en la Tabla 18.

**Tabla 18:**

*Determinar son los Costos Indirectos.*

<b>Costos Indirectos</b>	<b>S/</b>
Desmoldante	474
Otros	100
<b>TOTAL</b>	<b>574</b>

Nota: Concluyendo los Costos indirectos en S/.574.

Determinado los costos de insumos, mano de obra directa y costos indirectos se pudo estimar el costo de producción (CDP) por millar del nuevo bloque con ceniza de cascara de arroz con la siguiente formula:

$$CDP = Costos de Insumos + Costos de M. O. D + Costos Indirectos$$

$$CDP = 1,228.3 + 232.71 + 574$$

$$CDP = 1,228.3 + 232.71 + 574$$

$$CDP = S/ 2,035.01$$

Se obtuvo como resultado de la estimación el costo de S/ 2,035.01 soles por millar o S/ 2.035 por unidad del nuevo bloque de concreto con ceniza de cascara de arroz.

#### 4.1.5. Objetivo específico 05: Evaluar resultados del nuevo bloque con ceniza de cascara de arroz respecto al bloque de concreto estándar.

La evaluación del nuevo bloque de concreto con ceniza de cascara de arroz (15%) respecto a un bloque de concreto estándar se realizó en 2 puntos:

- Resistencia a la compresión: Tras evaluar los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se concluyó que el bloque de concreto con ceniza de cascara de arroz al 15% mejora la resistencia de compresión en un 62.66% con 81.33 Kg/cm<sup>2</sup> respecto a 50 kg/cm<sup>2</sup> del bloque de concreto estándar como se detalla en la Tabla 19.

##### **Tabla 19:**

*Resistencia a la Compresión de un Bloqué Estándar Vs un Bloque con Ceniza de Cascara de Arroz.*

<b>Resistencia a la compresión</b>	<b>Bloque de concreto estándar</b>	<b>Bloque de concreto + Ceniza al 15%</b>	<b>Mejora (%)</b>
Kg / cm <sup>2</sup>	50	81.33	62.66%

Nota: Observamos que nuestro nuevo bloque de concreto con ceniza de cascara tiene una resistencia a la compresión de un 81.33 Kg/cm<sup>2</sup>, mejor que un bloque estándar. Elaboración Propia.

- Costos de Producción: Tras evaluar los resultados de la estimación del costo de producción del bloque de concreto con ceniza de cascara de arroz al 15% se concluyó la reducción del costo de producción por unidad en un 6.22% con S/ 2.035 respecto a S/ 2.17 del bloque estándar como se detalla en la Tabla 20.

**Tabla 20:***Costos de Producción de un Bloque de Concreto con Ceniza de Cascara de Arroz.*

<b>Resistencia a la compresión</b>	<b>Bloque de concreto estándar</b>	<b>Bloque de concreto + Ceniza al 15%</b>	<b>Reducción (%)</b>
S/. / Und	2.17	2.035	6.22%

Nota: Es crucial mencionar que se realizaron los mismos procedimientos y condiciones para la determinación del costo de producción del bloque estándar, con excepción del porcentaje de ceniza.

#### **4.2. Prueba de hipótesis**

Se acepta la hipótesis alternativa que establece que la elaboración de bloques de concreto con ceniza de arroz mejora su resistencia a la compresión y reduce sus costos de producción con base en 2 variables evaluadas:

- Resistencia a la compresión, donde se establece la mejora en un 62.72% pues el bloque de concreto con ceniza de cascara de arroz al 15% obtuvo una resistencia del 81.36 kg/cm<sup>2</sup> respecto al bloque de concreto estándar con 50 kg/cm<sup>2</sup>.

$$\% \text{ Mejora} = \frac{81.36 - 50}{50} = \frac{31.26}{50} = 62.72\%$$

- Costos de producción, donde se establece una mejora en un 6.22% pues el bloque de concreto con ceniza de cascara de arroz al 15% obtuvo un costo de S/ 2.035 por unidad respecto al bloque estándar con S/ 2.17 por unidad.

$$\% \text{ Reducción de costos} = \left| \frac{2.17 - 2.035}{2.035} \right| = 6.22\%$$

## **V. Discusión de los resultados**

### **5.1. Interpretación y Discusión de Resultados**

Tras los resultados obtenidos aceptamos la hipótesis alternativa que establece que la elaboración de bloques de concreto con ceniza de arroz mejora su resistencia a la compresión y reduce sus costos de producción.

Los resultados obtenidos concuerdan y guardan relación con lo sustentado por (Montero Trujillo, 2017), en su tesis “Uso de la ceniza de cascarilla de arroz como reemplazo parcial del cemento en la fabricación de hormigones convencionales en el Ecuador”, quien determinó el 10% de ceniza de cascara de arroz como porcentaje optimo o con mayor efecto en la mejora de la resistencia a la compresión. Esto es acorde con lo hallado en esta investigación

Además (Montero Trujillo, 2017), establece que la mejora en la resistencia a la compresión se reduce gradualmente en porcentajes mayores al 15% de ceniza de cascara de arroz como reemplazo del cemento; pudiendo observar la misma tendencia en los resultados de la muestra de esta investigación.

Por ello y por parte de nuestros objetivos, es decir, la reducción de costos es que nuestra investigación determina el 15% de ceniza de cascara de arroz como reemplazo de cemento, permitiéndonos reducir los kilogramos de cemento en mayor cantidad y por ende en mayor reducción de costos. Cabe resaltar que en nuestra investigación el 15% de ceniza de cascara de arroz mejoró la resistencia a la compresión en un 62.72% respecto a un bloque estándar.

Respecto a la reducción de costos de producción, los autores y tesis mencionadas en los antecedentes no establecen una relación entre los costos de producción y el porcentaje de ceniza de cascara de arroz como reemplazo del cemento.

Siendo nuestros resultados determinados con base en los precios de compra de insumos y los tiempos de elaboración de las muestras, con la restricción de 01 unidad de bloque de concreto por molde.

Los criterios mencionados fueron aplicados para determinar los costos de producción de un bloque de concreto con ceniza de cascara de arroz y un bloque de concreto estándar, obteniendo costos por unidad de S/ 2.035 y S/ 2.17 respectivamente, Reduciendo el costo en 6.22% o S/ 0.135.

### **Conclusiones**

1. Se concluye que la ceniza de la cascara de arroz en porcentajes mayores al 5% mejoran la resistencia a la compresión del concreto.
2. Se pudo observar que el comportamiento de la resistencia a la compresión tuvo una distribución normal es decir con valores mayores al 5% mejoraba la resistencia, con pico en el 10% y una reducción gradual hasta valores del 15% de ceniza de cascara de arroz.
3. Tras el análisis de los resultados, se obtuvo que el 10% de ceniza de cascara de arroz como reemplazo por cemento es la cantidad con mayor resultado en la mejora a la compresión con 91.81 kg/cm<sup>2</sup> como promedio.
4. Basado en la Normatividad, Norma E.070, NTP 399.613, NTP 399.605; el nuevo bloque con ceniza de cascara de arroz es apto para las construcciones de albañilería pues se clasifican en el Tipo bloque 14 y cumple con la resistencia a la compresión mayor a 50Kg/cm<sup>2</sup>,
5. Establecimos el 15% de ceniza de cascara de arroz como la cantidad a reemplazar por el cemento en la elaboración de bloques de concreto con ceniza de arroz ya que además de mejorar la resistencia en un 62.72% permite reducir costos de producción en un 6.22%.

## **Recomendación**

1. Impulsar estudios que permitan aprovechar residuos o subproducto de las empresas agrícolas (cáscara de arroz, trigo, café, bagazo y la paja de la caña de azúcar).
2. Fomentar la cultura de la seguridad, exigiendo que los materiales para construcción cumplan con las normas vigentes en nuestro país.
3. Implementarse un proceso de molienda que permita la reducción del tamaño de la ceniza de cascara de arroz, para poder obtener partículas más finas, muy similares a la del cemento.
4. La ceniza de cascara de arroz debería estar libre de impurezas y haber estado expuesto a temperaturas entre 400 °C y 800 °C, para evitar así que la ceniza se pueda cristalizar y no llegue a reaccionar durante su empleo.
5. No exponer a la cascara de arroz en ambientes húmedos para que no se altere su composición de sílice.
6. Fijar un precio estándar del costo por kilo o saco de cascara de arroz
7. Evaluar el uso de la cáscara de arroz en otros elementos prefabricados (paneles y otros).
8. Comparar en duración con productos clásicos usados en las construcciones, evaluar el comportamiento de los bloques con aditamento de ceniza de cascara de arroz.
9. Concientizar a los diferentes productores de arroz del bajo Piura el enorme potencial y el diferente uso que se le puede dar a la cascara de arroz, como una alternativa extra de ingresos.

## Referencias Bibliográficas

- Acero, H., & Rodriguez, J. (08 de agosto de 2011). *Reemplazar el uso del diesel por cascarilla de arroz empleado para generación de vapor, aspecto técnico y económico*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19195/1/resumen%20cascarilla%20de%20arroz.pdf>
- ÁGUILA, I., & SOSA, M. (23 de julio de 2008). *EVALUACIÓN FÍSICO QUÍMICA DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ, BAGAZO DE CAÑA Y HOJA DE MAÍZ Y SU INFLUENCIA EN MEZCLAS DE MORTERO, COMO MATERIALES PUZOLÁNICOS*. Revista de La Facultad de Ingeniería UCV. 23(4): 43- 53 : <http://revistadelafacultaddeingenieria.com/index.php/ingenieria/article/view/415/415>
- Akarley, D., & Florian, C. (25 de Octubre de 2019). *Caracterización de las propiedades de unidades de albañilería y muretes conformados por bloques de concreto en adición de conchas de abanico*. UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4763>
- Aliaga, A. (09 de Junio de 2017). *EVALUACIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y TIPOS DE AGREGADOS FINOS SOBRE LA COMPRESIÓN, SORPTIVIDAD Y DENSIDAD DE MORTEROS DE CEMENTO PORTLAND TIPO I*. UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13124/Aliaga%20Angulo%2C%20Agut%20C3%ADn%20Junior.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aliaga, J., & Badajos, B. (24 de Agosto de 2018). *Adición de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup>*. Universidad Cesar Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34374>
- Álvarez, M. (15 de noviembre de 2014). *ELABORACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN A BASE DE LA CASCARILLA DE ARROZ Y SU INCIDENCIA EN EL FORTALECIMIENTO DE LA PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil:

- <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7969/1/BCIEQ-%20T-%200002%20Alvarez%20Marcillo%20Kerly%20Geraldine.pdf>
- Arcos, C., Macías Pinto, D., & Rodríguez Páez, J. (26 de septiembre de 2007). *La cascarilla de arroz como fuente de SiO<sub>2</sub>*. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia(41), 7-20: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n41/n41a01.pdf>
- Barriga Rivera, A., & Díaz Chang, X. (07 de diciembre de 2017). *Modelo predictivo del proceso de combustión de la cascarilla de arroz*. Guayaquil: ESPOL: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/41779>
- Barrios Mogollón, L. (14 de Enero de 2016). *APLICACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS DE CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIAL ALTERNATIVO EN ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS*. UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR DE VENEZUELA: <https://docplayer.es/63265893-Universidad-simon-bolivar-decanato-de-estudios-profesionales-coordinacion-de-arquitectura.html>
- Cabello Flores, D., & Martínez Corales, W. (18 de Enero de 2014). *RESISTENCIA DEL CONCRETO CON CEMENTO SUSTITUIDO AL 10 Y 15% POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ, EN LA PROVINCIA DE SANTA*. UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CHIMBOTE: <https://es.slideshare.net/luisalbertoportocarr2/328332828-tesisdecascaradearroz-86320314>
- Cabo Laguna, M. (08 de junio de 2011). *LADRILLO ECOLÓGICO COMO MATERIAL SOSTENIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN*. Universidad Pública de Navarra: <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/4504/577656.pdf>
- Castillo, W., & Lindao, R. (11 de Enero de 2018). *“PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA CÁSCARA DE ARROZ TRITURADA APLICADA EN BLOQUES Y MORTERO PARA VIVIENDAS POPULARES”*. UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/2073/1/T-ULVR-1874.pdf>
- 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

- tejidos - Universidad Manuela Beltran: <http://biocell-umb.blogspot.com/2011/06/disenodel-prototipo-de-hueso-yunque-y.html>
- Chur Pérez, G. (25 de abril de 2010). *EVALUACIÓN DEL USO DE LA CASCARILLA DE ARROZ COMO AGREGADO ORGÁNICO EN MORTEROS DE MAMPOSTERÍA*. Guatemala: Universidad de San Carlos: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3173\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3173_C.pdf)
- CHUR, G. (19 de mayo de 2013). *Evaluación del uso de la cascarilla de arroz como agregado orgánico en morteros de mampostería. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil)*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Evaluación del uso de la cascarilla de arroz como agregado orgánico en morteros de mampostería. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3173\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3173_C.pdf)
- Cordova, J., & Valverde, J. (25 de Setiembre de 2019). “*Uso de la ceniza de cascarilla de arroz (Oryza sativa) en el diseño de la losa del pavimento rígido de la Av. Chulucanas (Km. 1+800 a 2+800) – Piura – 2019*”. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41222/Cordova\\_CJH-Valverde\\_SJA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41222/Cordova_CJH-Valverde_SJA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cortés, C., & Prada, A. (16 de julio de 2010). *LA DESCOMPOSICIÓN TÉRMICA DE LA CASCARILLA DE ARROZ: UNA ALTERNATIVA DE APROVECHAMIENTO INTEGRAL*. Orinoquia, 14(1), 155-170.: <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v14s1/v14s1a13.pdf>
- Costa Aponte, F. (6 de Junio de 2018). *INEI - Ministerio de Agricultura y Riego. Producción de Arroz Cáscara y Variación porcentual*: <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/06-informe-tecnico-n06-panorama-economico-departamental-abr2018.pdf>
- Duran Herrera, N., & Velazquez Amado, N. (10 de Abril de 2016). *EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE CONCRETOS, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO PORTLAND POR CENIZAS VOLANTES Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR*. UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA DE COLOMBIA:

- <http://repositorio.ufpso.edu.co/xmlui/bitstream/handle/123456789/963/28818.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Echeverría Cruz, M., & López Mena, O. (03 de mayo de 2010). *Caracterización energética de la cascarilla de arroz para su aplicación en la generación de energía termoeléctrica*. DSpace JSPUI: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2058/1/CD-2863.pdf>
- Equipo editorial, Etecé. (05 de Agosto de 2021). *Crecimiento poblacional*. Concepto: <https://concepto.de/crecimiento-poblacional/>
- FERNÁNDEZ, N. E. (20 de agosto de 2012). *Adsorción de cromo hexavalente en la cáscara de arroz modificada químicamente*. *Avances en Ciencias e Ingeniería*. Adsorción de cromo hexavalente en la cáscara de arroz modificada químicamente. *Avances en Ciencias e Ingeniería*.: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323627687014>
- Fernández, R. (17 de Febrero de 2022). *Ranking de países con mayor producto interior bruto (PIB) estimado de 2020 a 2026*. Statista: <https://es.statista.com/estadisticas/600234/ranking-de-paises-con-el-producto-interior-bruto-pib-mas-alto-en/>
- Fuentes Molina, N., Fragozo Tarifa, O., & Vizcaino Mendoza, L. (4 de septiembre de 2015). *RESIDUOS AGROINDUSTRIALES COMO ADICIONES EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO NO ESTRUCTURAL*. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina* 25(2), 99-116: <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/1434/1153>
- García Pérez, V. (25 de octubre de 2014). *Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta para obtener bioetanol a partir de residuos lignocelulósicos-cáscaras de arroz (Oriza sativa) en la Región Loreto*. Perú: UNAP: [http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3671/Ricardo\\_Tesis\\_Titulo\\_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3671/Ricardo_Tesis_Titulo_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Huaraz Choi, C. (04 de Abril de 2013). *Diseño de un gasificador de 25 kW para aplicaciones domésticas*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ: [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4497/HUARAZ\\_CARLOS\\_GASIFICADOR\\_25KW.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4497/HUARAZ_CARLOS_GASIFICADOR_25KW.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Huaraz, C. (19 de abril de 2013). *Diseño de un gasificador de 25 kW para aplicaciones domésticas usando como combustible cascarilla de arroz*. Tesis (Bachiller en Ingeniería Mecánica) Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. PUCP: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/4497>
- Huaroc Palacios, A. (02 de Febrero de 2017). *INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE MICRO SÍLICE A PARTIR DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, ASENTAMIENTO, ABSORCIÓN Y PESO UNITARIO DE UN CONCRETO MEJORADO*. UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE DE TRUJILLO: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12532/Huaroc%20Palacios%2c%20Anita.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INEI. (12 de Mayo de 2022). *Indicadores de precios de la economía*. Instituto nacional de estadística e informática: <https://www.inei.gob.pe/>
- INEI. (15 de Febrero de 2022). *Informe técnico producción nacional diciembre 2021*. Recuperado el 22 de mayo de 2022, de Instituto nacional de estadística e informática: <https://www.inei.gob.pe/>
- Jaime, M., & Portocarrero, L. (23 de Julio de 2018). *Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural*. UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13593/Jaime%20Huertas%20Miguel%20Angel%20-%20Portocarrero%20Regalado%20Luis%20Alberto.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Juárez Quevedo, B. (12 de Agosto de 2012). *LA UTILIZACIÓN DE CÁSCARA DE ARROZ BAJO EL PROCESO DE CALCINACIÓN CONTROLADA COMO PUZOLANA ARTIFICIAL EN EL DISEÑO DE MORTEROS PARA ACABADOS*. Universidad de San Carlos de Guatemala: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3424\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3424_C.pdf)

- Krishnarao, R. (19 de mayo de 2001). *Studies on the formation of black particles in rice husk silica ash*. The Journal of the European Ceramic Society, 21, 99-104:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0955221900001709>
- Linarez Ocmin, C. (09 de Junio de 2014). *ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE RESIDUOS AGRÍCOLAS (Cáscara y Ceniza de arroz), COMO MATERIAL SOSTENIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN. IQUITOS - LORETO – 2014*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA:  
<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/3253/TESIS%20PARA%20LIBRO%20CLAUDIO%20H.%20LINAREZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Loayza Goicochea, P. (15 de Mayo de 2014). *'EFECTO OLA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO NORMAL*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA :  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/663/T%20693.5%20L795%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MAFLA, A. (4 de mayo de 2009). *Uso de la cascarilla de arroz como material alternativo en la construcción*. Inventum(6), 1909-2520.:  
<http://biblioteca.uniminuto.edu/ojs/index.php/Inventum/article/viewFile/47/46>
- Méndez Mutschle, R. (26 de octubre de 2009). *DISEÑO DE TEJAS PREFABRICADAS DE BAJO COSTE QUE INCORPORAN RESIDUOS INDUSTRIALES DE CARÁCTER PUZOLÁNICO PARA USO EN PAÍSES EN VIAS DE DESARROLLO. APLICACIÓN AL CASO DE CALI (COLOMBIA)*. Colombia: ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS.:  
<http://www.upv.es/upl/U0566484.pdf>
- Midagri. (16 de Agosto de 2020). *Exportaciones de arroz crecieron 200% en el primer semestre de este año*. Gob.pe Plataforma digital única del Estado Peruano: <https://www.gob.pe/>
- MIDAGRI. (15 de Mayo de 2021). *OBSERVATORIO DE COMMODITIES. ARROZ*:  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1912919/Commodities%20arroz%20ene-mar%202021.pdf.pdf>

- Midagri. (s.f). *Consumo*. Ministerio de desarrollo agrario y riego:  
<https://www.midagri.gob.pe/portal/26-sector-agrario/arroz/220-mercado#page>
- Montero Trujillo, D. (18 de Mayo de 2017). *Uso de la ceniza de cascarilla de arroz como reemplazo parcial del cemento en la fabricación de hormigones convencionales en el Ecuador*. UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO:  
<https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/6412>
- MUÑOZ, J., & POSADA, A. (18 de marzo de 2011). *SIMULACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO Y METANOL A PARTIR DE LA GASIFICACIÓN DE CASCARILLA DE ARROZ CON VAPOR*. *Dyna*, 78(165), 122-131:  
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/25646/26102>
- NTP - 399.601. (2006). *Norma técnica Peruana. Unidades de albañilería: Ladrillos de concreto*.
- Núñez, M. (04 de Abril de 2018). *Mejoramiento de la resistencia a la compresión del bloque de concreto incorporando ceniza de arroz y cachaza*. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO:  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27511/Nu%c3%bl ez\\_EMF.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27511/Nu%c3%bl ez_EMF.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Orellana Ríos, N., & Serrano López, M. (24 de noviembre de 2015). *Reutilización de polímetros como alternativa socio ambiental y económica en la elaboración de eco bloques*. Ecuador: Universidad de Cuenca, Ecuador.:  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22243/1/TESIS.pdf>
- Orión Productos Industriales, S. (10 de enero de 2014). *HDSM Hoja de Datos de Seguridad de Materiales*. HDSM Hoja de Datos de Seguridad de Materiales.:  
[http://www.orionproductos.com.mx/orion\\_web/PDF/HDSM%20Hidroxido%20de%20Calcio.pdf](http://www.orionproductos.com.mx/orion_web/PDF/HDSM%20Hidroxido%20de%20Calcio.pdf)
- Ospina, M., Gutierrez, R., Delvasto, S., Monzó, J., Borrachero, M., & Payá, J. (15 de septiembre de 2009). *Modificación de la morfología de la ceniza de cascarilla de arroz por molienda de altas energías y su efecto en las propiedades reológicas de pastas de cemento portland adicionadas*. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 2, 577-584.:  
<file:///C:/Users/PROPIETARIO/Downloads/RLMMArt-09S01N2-p577.pdf>

- PACASMAYO. (22 de abril de 2018). *PRODUCTOS y Servicios especializados*. cementos Pacasmayo: <https://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/cementos/tradicional/tipo-i>
- PAYÀ BERNABEU, J., & SERRANO, T. (14 de mayo de 2012). *MORTEROS ALIGERADOS CON CASCARILLA DE ARROZ: DISEÑO DE MEZCLAS Y EVALUACIÓN DE PROPIEDADES*. DYNA, Volumen 79, Número 175, p. 128-136: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/28275/35528>
- PERALTA GONZÁLEZ, C. M. (11 de septiembre de 2017). *El bloque de una nueva arquitectura*. Guayaquil: UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO: <file:///C:/Users/PROPIETARIO/Downloads/T-UCSG-PRE-ARQ-CA-239.pdf>
- PERÚ. (02 de Septiembre de 2006). *RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 011-2006 - VIVIENDA: NORMA TÉCNICA E.070 ALBAÑILERÍA*. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2008/01/Norma-E-070-MV-2006.pdf>
- PRADA, A. y. (22 de abril de 2010). *La descomposición térmica de la Cascarilla de arroz: una alternativa de aprovechamiento integral*. Orinoquia [En línea]. 2010, Volumen 14, n.º 2. La descomposición térmica de la Cascarilla de arroz: una alternativa de aprovechamiento integral. Orinoquia [En línea]. 2010, Volumen 14, n.º 2.: <http://orinoquia.unillanos.edu.co/index.php/orinoquia/article/view/103/539>
- QuimiNet. (18 de septiembre de 2007). *LA cal hidratada y su uso en diferentes industrias*. LA cal hidratada y su uso en diferentes industrias.: <https://www.quiminet.com/articulos/la-cal-hidratada-y-su-uso-en-diferentes-industrias-17637.htm>
- Rivva Lopez, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. Lima: Primera ed.
- Rodríguez Vida, Í. (20 de octubre de 2014). *Hacia una arquitectura sostenible: El ejemplo de Suiza y Voralberg*. Obtenido de AusArt, 2(2), 25-29.: <http://www.ehu.es/ojs/index.php/ausart/article/viewFile/14009/12403>
- Rosso, A. (02 de octubre de 2015). *MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL*. Instituto colombiano de produccion de cemento: <http://m.exam-10.com/pravo/28353/index.html?page=7>

- Salas, J. (2017). "Empleo de ceniza de la cascara de arroz como adiciones en morteros para albañilería". (*Artículo científico*).
- SENCICO, & San Bartolomé, A. (Mayo de 2005). *Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E 070 Albañilería*. Lima.
- Serrano, T., Borrachero, V., Monzó, J., & Payá, J. (22 de junio de 2012). *MORTEROS ALIGERADOS CON CASCARILLA DE ARROZ: DISEÑO DE MEZCLAS Y EVALUACIÓN DE PROPIEDADES*. Revista DYNA, Facultad de Minas,(175), 128-136: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/28275/43524>
- SIERRA AGUILAR, J. (15 de febrero de 2009). *ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DE ARROZ. EN COLOMBIA:* <http://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/211/2/333.794S571.pdf>
- Valverde G, A. (10 de agosto de 2007). *Análisis comparativo de las características fisicoquímicas de la cascarilla de arroz*. Scientia, 1(37), 14 - 19.: <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/4055/2213>
- Vargas, J., Alvarado, P., Vega-Baudrit, J., & Porras, M. (15 de mayo de 2013). *Caracterización del subproducto cascarillas de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos*. Revista Dialnet, 23(28), 1-16.: <http://www.revistasguatemala.usac.edu.gt/index.php/qyf/article/view/56/37>
- Varón Camargo, J. (16 de diciembre de 2005). *Diseño, construcción y puesta a punto de un prototipo de quemador para la combustión continua y eficiente de la cascarilla de arroz*. Hombre y la Máquina, 25, 18-26.: <http://www.redalyc.org/pdf/478/47802513.pdf>
- Wikipedia, E. I. (28 de mayo de 2018). *La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada – IUPAC, “Propiedades químicas de la cal“*. La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada – IUPAC, “Propiedades químicas de la cal“: [https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93xido\\_de\\_calcio](https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93xido_de_calcio)
- Wuelmer, M. (18 de Abril de 2020). *Efecto de la incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en subrasantes arenosas*. UNIVERSIDAD DE PIURA: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4476/ICI\\_2004.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4476/ICI_2004.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Zhi-haiHe, Shi-guiDua, & Long-yuanLib. (26 de marzo de 2017). *Creep analysis of concrete containing rice husk ash*. *Cement and Concrete Composites*(80), 190-199:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958946517302718>

## ANEXOS

### Anexo N° 01:

#### Gráfica 7:

*Composición Química de la Ceniza de la Cascara de Arroz.*

Característica	Valor
P (ppm)	426.10
Al (meq/100 g suelo)	0.25
Ca (meq/100 g suelo)	17.20
Mg (meq/100 g suelo)	10.80
K (meq/100 g suelo)	4.15
Na (meq/100 g suelo)	0.52
Cu (ppm)	10.00
Fe (ppm)	10.50
Mn (ppm)	537.50
Zn (ppm)	67.50
B (ppm)	2.77
S (ppm)	175.80

Nota: Podemos Observar en la Grafica las características químicas de la ceniza de la cascara de arroz y el valor que tienen. Fuente: (Varón Camargo, 2005).

#### Gráfica 8:

*Composición Química de la Cascara de Arroz y La Ceniza de la Cascara de Arroz.*

CASCARILLA DE ARROZ		CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ	
Componente	%	Componente	%
Carbono	39,1	Ceniza de Sílice( SiO <sub>2</sub> )	94,1
Hidrógeno	5,2	Oxido de Calcio ( CaO)	0,55
Nitrógeno	0,6	Oxido de magnesio ( MgO)	0,95
Oxígeno	37,2	Oxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	2,10
Azufre	0,1	Oxido de Sodio( Na <sub>2</sub> O)	0,11
Cenizas	17,8	Sulfato	0,06
		Cloro	0,05
		Oxido de titanio (TiO <sub>2</sub> )	0,05
		Oxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,12
		Otros componentes (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1,82
Total	100.0	Total	100.0

Nota: Podemos Observar en la Grafica la composición química tanto de la cascara de arroz y la ceniza de la cascara de arroz. Fuente: (Varón Camargo, 2005).

### Gráfica 9:

*Producción de Arroz Cascara Por Regiones 2011 - 2020 - TONELADAS.*

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>TOTAL</b>	<b>2 624 458</b>	<b>3 043 330</b>	<b>3 025 853</b>	<b>2 895 794</b>	<b>3 124 137</b>	<b>3 165 749</b>	<b>3 038 766</b>	<b>3 557 900</b>	<b>3 190 969</b>	<b>3 436 637</b>
<b>Costa Norte</b>	<b>1 165 678</b>	<b>1 529 004</b>	<b>1 507 382</b>	<b>1 247 928</b>	<b>1 467 741</b>	<b>1 513 292</b>	<b>1 174 395</b>	<b>1 595 297</b>	<b>1 243 295</b>	<b>1 419 505</b>
Tumbes	141 607	134 849	103 338	142 954	129 016	124 497	123 537	129 194	122 489	113 030
Piura	383 315	607 847	553 131	356 507	503 241	589 687	378 864	513 515	397 493	420 734
Lambayeque	282 236	421 038	428 425	328 789	441 418	399 038	400 575	481 921	328 520	428 285
La Libertad	322 520	335 560	365 440	362 858	344 536	334 920	206 995	387 546	328 797	384 270
Ancash	36 000	29 710	57 048	56 820	49 530	65 150	64 425	83 120	65 996	73 185
<b>Costa Sur</b>	<b>257 559</b>	<b>241 328</b>	<b>259 574</b>	<b>266 039</b>	<b>263 434</b>	<b>250 051</b>	<b>281 393</b>	<b>276 595</b>	<b>278 894</b>	<b>284 336</b>
Arequipa	257 559	241 328	259 574	266 039	263 434	250 051	281 393	276 595	278 894	284 336
<b>Selva Alta</b>	<b>1 067 802</b>	<b>1 122 773</b>	<b>1 147 534</b>	<b>1 264 040</b>	<b>1 275 960</b>	<b>1 273 090</b>	<b>1 409 977</b>	<b>1 511 684</b>	<b>1 468 719</b>	<b>1 555 085</b>
Cajamarca	216 413	214 768	212 992	207 966	200 309	195 641	186 759	190 269	182 846	170 185
Amazonas	282 120	286 289	329 614	366 648	351 620	307 947	327 568	454 266	468 946	471 254
San Martín	522 621	575 558	562 986	647 449	676 150	710 287	822 885	797 767	764 954	867 364
Huánuco	33 086	32 048	28 744	27 996	34 554	48 301	63 157	62 232	45 827	40 453
Passo	2 994	2 975	4 279	4 602	4 783	3 641	3 169	2 215	1 825	1 566
Junín	6 882	6 515	5 634	5 721	4 575	3 959	4 255	2 207	2 176	1 906
Ayacucho	769	1 015	693	638	345	201	173	120	91	56
Cusco	2 063	2 672	1 856	2 588	3 161	2 598	1 827	2 399	1 847	2 148
Puno	855	933	737	431	463	516	183	209	208	154
<b>Selva Baja</b>	<b>133 418</b>	<b>150 225</b>	<b>138 212</b>	<b>118 605</b>	<b>117 002</b>	<b>129 075</b>	<b>173 001</b>	<b>174 325</b>	<b>200 061</b>	<b>177 712</b>
Loreto	103 403	123 957	112 285	87 293	85 071	96 716	101 205	107 807	103 958	105 065
Ucayali	25 018	21 199	20 124	25 716	26 879	26 934	66 198	59 595	89 454	65 154
Madre de Dios	4 997	5 069	5 804	5 596	5 052	5 425	5 598	6 924	6 649	7 493

Nota: Podemos Observar en la Grafica la Producción de Arroz del Perú del año 2011 al 2020 en toneladas. Fuente: (MIDAGRI, 2021)

### Gráfica 10:

*Recolección y Comparación de la Ceniza de la Cascara de Arroz.*



Nota: Podemos Observar en la Grafica la ceniza de la cascara del arroz y la comparación entre ellas. Elaboración Propia.

**Gráfica 11:**

*Molde para Elaborar el Bloque según la Normativa de Albañilería del Perú.*



Nota: Podemos Observar en la Grafica Molde para el bloque según la Normas de Albañilería del Perú, elaborado con platino para una mayor duración. Elaboración Propia.

**Gráfica 12:**

*Quema de la Cascara de Arroz en un Horno Artesanal para Convertirla en Ceniza.*



Nota: Observamos en la Grafica como quemamos la cascara de arroz en un Horno Artesanal para hacer ladrillos. Elaboración Propia.

**Gráfica 13:**

*Pesado de la Ceniza de Cascara de Arroz, se Embolso y se Etiqueto los Diferentes Porcentajes 5%,8%,10%,12%,15%.*



Nota: Podemos Observar en la Grafica el pesado de la ceniza de cascara del arroz, embolsado y el etiquetado con los diferentes porcentajes para luego agregarlos a la mezcla de los bloques de concreto. Elaboración propia.

**Gráfica 14:**

*Mezcla con los Agregados y la Ceniza de Cascara de Arroz.*



Nota: Podemos Observar en la Grafica la mezcla homogénea con los agregados de cemento, garbancillo, ceniza de cascara de arroz y agua para poderlo introducir al molde. Elaboración Propia.

**Gráfica 15:**

*Elaboración y Moldeado de los Bloques de Concreto con Ceniza de Cascara de Arroz.*



Nota: Podemos Observar en la Grafica los 15 bloques elaborados con la ceniza de cascara de arroz, con los 28 días de curados. Elaboración Propia.

**Gráfica 16:**

*Calibración de la Prensa para los Ensayos de Compresión de la Resistencia.*



Nota: Podemos Observar en la Grafica la prensa que usaremos para los ensayos de compresión de los 15 bloques elaborados con la ceniza de cascara de arroz. Elaboración Propia.

**Gráfica 17:**

*Tomando las Medición de los Bloques con el Vernier para su Posterior Recolección de Datos.*



Nota: Podemos Observar en la Grafica las respectivas mediciones de los nuevos bloques de concreto con el vernier y apuntados en la bitácora para su posterior reporte de las pruebas. Elaboración Propia.

**Gráfica 18:**

*Ensayos de Compresión con 5% de Ceniza de Cascara de Arroz.*



Nota: Observamos en la Grafica los Ensayos de compresión con el primer grupo de los nuevos bloques de concreto con el 5% de ceniza cascara de arroz. Elaboración Propia.

**Gráfica 19:**

*Ensayos de Compresión con 8% de Ceniza de Cascara de Arroz.*



Nota: Observamos en la Grafica los Ensayos de compresión con el segundo grupo los nuevos bloques de concreto con el 8% de ceniza cascara de arroz. Elaboración Propia.

**Gráfica 20:**

*Ensayos de Compresión con 10% de Ceniza de Cascara de Arroz.*



Nota: Observamos en la Grafica los Ensayos de compresión con el tercer grupo de los nuevos bloques de concreto con el 10% de ceniza cascara de arroz. Elaboración Propia.

### Gráfica 21:

Ensayos de Compresión con 12% de Ceniza de Cascara de Arroz.



Nota: Observamos en la Grafica los Ensayos de compresión con el cuarto grupo de los nuevos bloques de concreto con el 12% de ceniza cascara de arroz. Elaboración Propia.

### Gráfica 22:

Ensayos de Compresión con 15% de Ceniza de Cascara de Arroz.



Nota: Observamos en la Grafica los Ensayos de compresión con el quinto grupo de los nuevos bloques de concreto con el 15% de ceniza cascara de arroz. Elaboración Propia.

**Gráfica 23:**

*Laboratorio para las Pruebas de Densidad y Absorción.*



Nota: Podemos Observar en la Grafica el laboratorio donde realizaremos los otros ensayos como el de absorción y densidad. Elaboración Propia.

**Gráfica 24:**

*Trituración de los Remanentes de los Bloques para la Prueba de Densidad.*



Nota: Observamos en la Grafica como el técnico tritura los nuevos boques de concreto con ceniza de cascara de arroz, para luego realizar el ensayo de densidad con los método de la Fiola y el de la Probeta las respectivamente. Elaboración Propia.

**Gráfica 25:**

*Recolección de los Bloques Triturados y para la realización del Ensayo de Densidad.*



Nota: Observamos en la Grafica como el técnico, después de triturar los bloque lo pasan por un tamiz para filtrar los escombros finos y grueso. Para luego realizar el método de la probeta. Elaboración Propia.

**Gráfica 26:**

*Realizamos la Ensayo de la Probeta para Hallar la Densidad.*



Nota: Observamos en la Grafica al Ing. Chunga del Laboratorio de INGELABC realizando el método de la Probeta con el Bach. Cotrina Mijahuanca, Henry Miller. Elaboración Propia

**Gráfica 27:**

*Realización del Ensayo de la Absorción de los Bloques.*



Nota: Podemos Observar en la Grafica el Último ensayo que es el de Absorción, donde sumergiremos en agua. Para luego sacar su Peso Muestra Húmeda menos el Peso Muestra Seca nos darán el resultado de la absorción. Elaboración Propia.

**Gráfica 28:**

*Aprobación y Construcción de una casa con Bloques de Ceniza de Cascara de Arroz.*



Nota: Observamos en la Grafica como podríamos Implementar nuestros bloques para una construcción de un módulo de vivienda en la zona de Piura por su bajo costo y su aumentó de resistencia a la compresión. Elaboración Propia.

**Gráfica 29:**  
Reglamento Nacional de Edificaciones E.070: Albañilería.

298
NORMAS LEGALES
El Peruano  
Lima, 24 de mayo de 2006

**5.3. LIMITACIONES EN SU APLICACION**  
El uso o aplicación de las unidades de albanilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sísmorresistente.

**TABLA 2  
LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBANILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES**

TIPO	ZONA SISMICA 2 Y 3		ZONA SISMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	
Sólido Artesanal *	No	Si, hasta dos pisos	Si
Sólido Industrial	Si	Si	Si
Aviolar	Celdas totalmente rellenas con grout	Celdas parcialmente rellenas con grout	Celdas parcialmente rellenas con grout
Línea	No	No	Si
Tubular	No	No	Si, hasta 2 pisos

\*Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser excepcionadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

**5.4. PRUEBAS**

a) **Muestreo.** - El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 milares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.

b) **Resistencia a la Compresión.** - Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albanilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albanilería ( $f_c$ ) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

c) **Variación Dimensional.** - Para la determinación de la variación dimensional de los bloques de albanilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

d) **Alabeo.** - Para la determinación del alabeo de las unidades de albanilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613.

e) **Absorción.** - Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613.

**5.5. ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD**

a) Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas artesanalmente, o 40 % para unidades producidas industrialmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote.

b) La absorción de las unidades de arcilla y sílice calcáreas no será mayor que 22%. El bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.

c) El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP.

d) La unidad de albanilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.

e) La unidad de albanilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.

f) La unidad de albanilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.

g) La unidad de albanilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

**Artículo 6.- MORTERO**

**6.1. DEFINICIÓN.** El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se

añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albanilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 y 399.610.

**6.2. COMPONENTES**

a) Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:

- Cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009
- Cemento Adicionado IP, NTP 334.830
- Una mezcla de cemento Portland u cemento adicado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002.

b) El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 3. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

**TABLA 3  
GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA**

MALLA ASTM	% QUE PASA
Nº 4 (4,75 mm)	100
Nº 8 (2,36 mm)	96 a 100
Nº 16 (1,18 mm)	70 a 100
Nº 30 (0,80 mm)	40 a 75
Nº 50 (0,30 mm)	10 a 35
Nº 100 (0,15 mm)	2 a 15
Nº 200 (0,075 mm)	Menos de 2

- No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
- El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.
- El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
- No deberá emplearse arena de mar.

c) El agua será potable y libre de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y materia orgánica.

**6.3. CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES.** Los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes; y NP, utilizado en los muros no portantes (ver la Tabla 4).

**6.4. PROPORCIONES.** Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto) indicadas en la Tabla 4

**TABLA 4  
TIPOS DE MORTERO**

TIPO	COMPONENTES			USOS
	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

a) Se podrán emplear otras composiciones de morteros, morteros con cementos de albanilería, o morteros industriales (embolsado o pre-mezclado), siempre y cuando los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias iguales o mayores a las especificadas en los planos y se asegure la durabilidad de la albanilería.

b) De no contar con cal hidratada normalizada, especificada en el Artículo 6 (6.2\*), se podrá utilizar mortero sin cal respetando las proporciones cemento-arena indicadas en la Tabla 4.

**Artículo 7.- CONCRETO LÍQUIDO O GROUT**

**7.1. DEFINICIÓN.** El concreto líquido o Grout es un material de consistencia fluida que resulta de mezclar cemento, agregados y agua, pudiéndose adicionar cal hidratada normalizada en una proporción que no exceda de 7% del volumen de cemento u otros aditivos que no disminuyan la resistencia o que originen corrosión del acero de refuerzo. El concreto líquido o grout se emplea para

Nota: Podemos Observar en la figura el Reglamento Nacional de Edificaciones E.070: Albañilería que será nuestra guía para realizar la investigación. Fuente: (NTP - 399.601, 2006)

# Gráfica 30: ASTM C 618: Especificaciones Estándar para Puzolanas en Concreto.



Designation: C 618 – 05

## Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation C 618; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

*This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.*

### 1. Scope\*

1.1 This specification covers coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete where cementitious or pozzolanic action, or both, is desired, or where other properties normally attributed to fly ash or pozzolans may be desired, or where both objectives are to be achieved.

NOTE 1—Finely divided materials may tend to reduce the entrained air content of concrete. Hence, if a fly ash or natural pozzolan is added to any concrete for which entrainment of air is specified, provision should be made to ensure that the specified air content is maintained by air content tests and by use of additional air-entraining admixture or use of an air-entraining admixture in combination with air-entraining hydraulic cement.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as the standard.

1.3 The text of this standard references notes and footnotes, which provide explanatory information. These notes and footnotes (excluding those in tables and figures) shall not be considered as requirements of the standard.

### 2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards:*<sup>2</sup>

C 125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

C 311 Test Methods for Sampling and Testing Fly Ash or Natural Pozzolans for Use in Portland-Cement Concrete

### 3. Terminology

3.1 *Definitions:*

3.1.1 The terms used in this specification are defined in Terminology C 125.

3.1.2 *fly ash*—the finely divided residue that results from the combustion of ground or powdered coal and that is transported by flue gasses.

NOTE 2—This definition of fly ash does not include, among other things, the residue resulting from: (1) the burning of municipal garbage or any other refuse with coal; (2) the injection of lime directly into the boiler for sulfur removal; or (3) the burning of industrial or municipal garbage in incinerators commonly known as “incinerator ash.”

### 4. Classification

4.1 *Class N*—Raw or calcined natural pozzolans that comply with the applicable requirements for the class as given herein, such as some diatomaceous earths; opaline cherts and shales; tuffs and volcanic ashes or pumicites, calcined or uncalcined; and various materials requiring calcination to induce satisfactory properties, such as some clays and shales.

4.2 *Class F*—Fly ash normally produced from burning anthracite or bituminous coal that meets the applicable requirements for this class as given herein. This class of fly ash has pozzolanic properties.

4.3 *Class C*—Fly ash normally produced from lignite or subbituminous coal that meets the applicable requirements for this class as given herein. This class of fly ash, in addition to having pozzolanic properties, also has some cementitious properties.

NOTE 3—Some Class C fly ashes may contain lime contents higher than 10 %.

### 5. Ordering Information

5.1 The purchaser shall specify any supplementary optional physical requirements.

5.2 The purchaser shall indicate which procedure, A or B, shall be used when specifying requirements for effectiveness in contribution to sulfate resistance under Table 3.

### 6. Chemical Composition

6.1 Fly ash and natural pozzolans shall conform to the requirements as to chemical composition prescribed in Table 1.

NOTE 4—The chemical component determinations and the limits placed on each do not predict the performance of the fly ash or natural pozzolan

\*A Summary of Changes section appears at the end of this standard.

Copyright © ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.

Copyright ASTM International

Provided by IHS under license with ASTM Int'l by ASTM Int'l (all rights reserved);

No reproduction or networking permitted without license from IHS. Licensee=Purdue University/5923082001 Not for Resale, 09/24/2007 13:27:41 MDT. Mon Jul 25 12:29:21 EDT 2005

Nota: Podemos Observar en la figura el ASTM C 618: Especificaciones estándar para puzolanas en concreto que será nuestra guía para realizar la investigación. Fuente: Adaptado de ASTM C618.

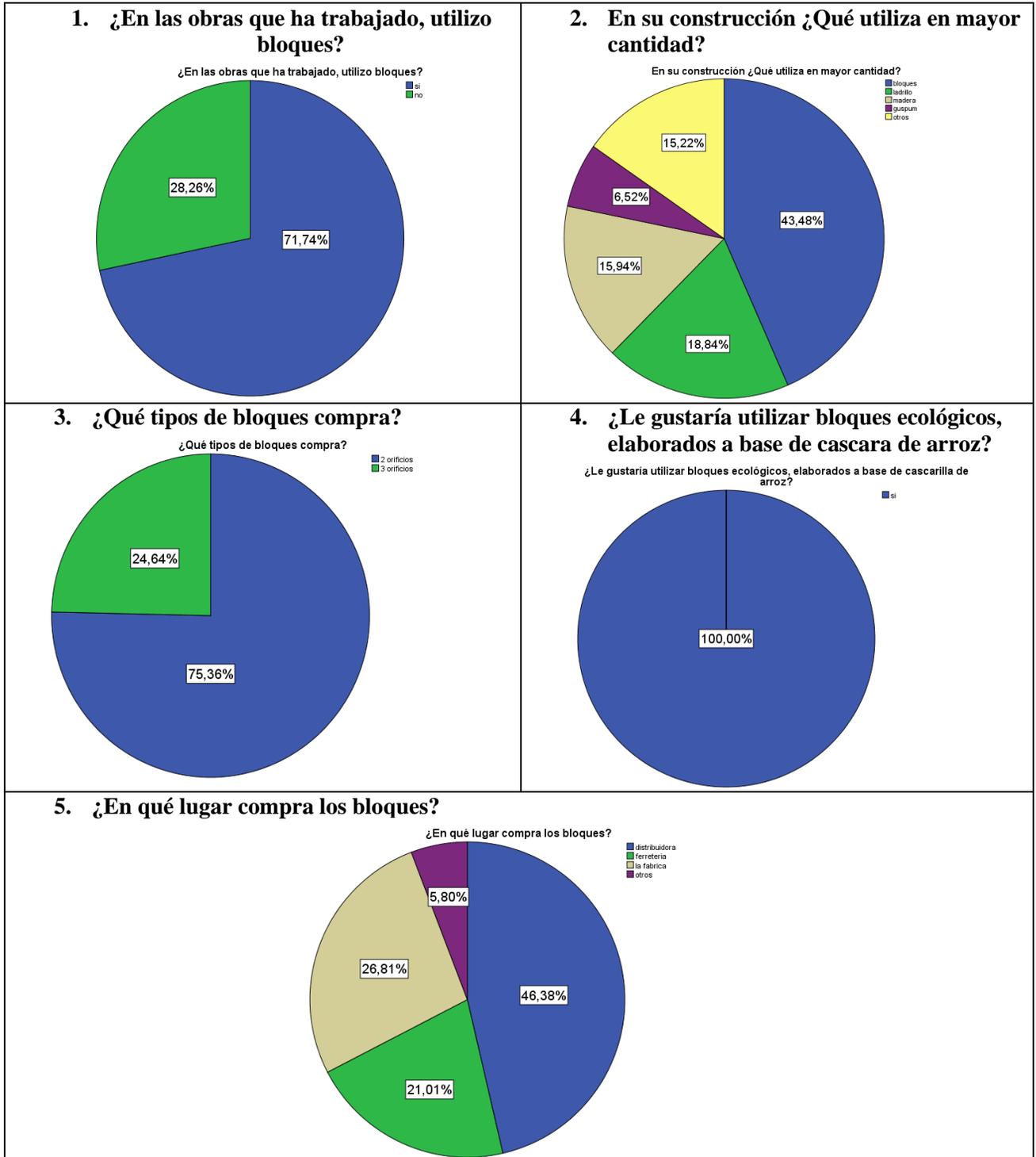
**Anexo N° 02:**

**CUESTIONARIO**

Para responder a cada pregunta coloque en el paréntesis una (x) en la opción que represente con mayor precisión su opinión.

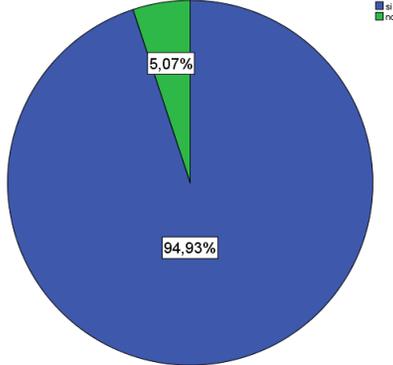
1. **¿En las obras que ha trabajado, utilizo bloques?**  
Si ( ) No ( )
2. **En su construcción ¿Qué utiliza en mayor cantidad?**  
Ladrillo ( ) Bloque ( )  
Triplay ( ) Adobe ( )  
Otros ( )
3. **¿Qué tipos de bloques compra?**  
Con dos orificios ( ) Con tres orificios ( )
4. **¿Le gustaría utilizar bloques ecológicos, elaborados a base de cascara de arroz?**  
Si ( ) No ( )
5. **¿En qué lugar compra los bloques?**  
Distribuidora ( ) Ferretería ( )  
La fábrica ( ) Otros ( )
6. **¿Cuándo realiza un pedido ¿Es entregado en la fecha acordada?**  
Si ( ) No ( )
7. **¿Cómo realiza el pedido?**  
Acude al lugar ( ) Teléfono ( )  
Internet ( ) Otros ( )
8. **¿Cuál de los siguientes beneficios cree que obtiene al comprar bloques ecológicos elaborados a base de cascara de arroz?**  
Mejorar las características estructurales de la obra ( )  
Menor costo de mano de obra ( )  
Mejora estética de lo que se construye ( )  
Aislamiento térmico ( )  
Todos los anteriores ( )
9. **¿Qué tipo de obras construye con mayor frecuencia?**  
Urbanizaciones / Condominios ( ) Edificios ( )  
Casa individuales ( ) Obras públicas ( )
10. **Las formas de pagos de sus pedidos las hace a:**  
Contado ( ) Crédito ( )

CUESTIONARIO DE ACEPTABILIDAD



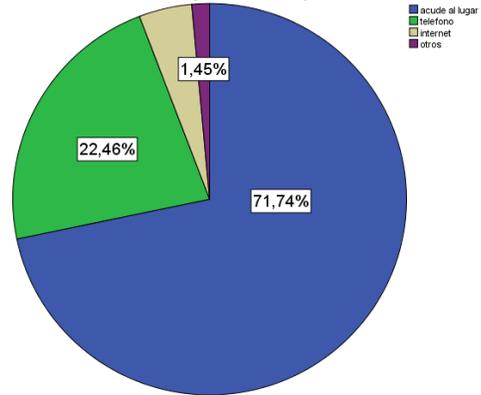
**6. ¿Cuándo realiza un pedido ¿Es entregado en la fecha acordada?**

¿Cuándo realiza un pedido ¿Es entregado en la fecha acordada?



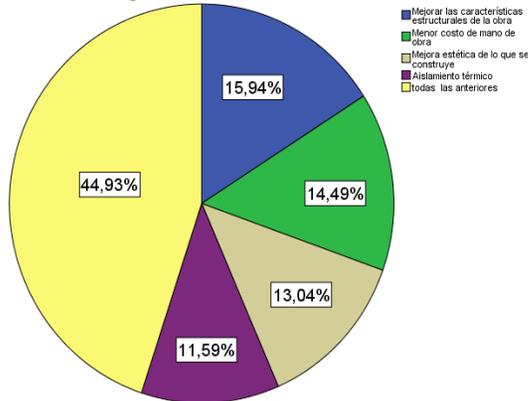
**7. ¿Cómo realiza el pedido?**

¿Cómo realiza el pedido?



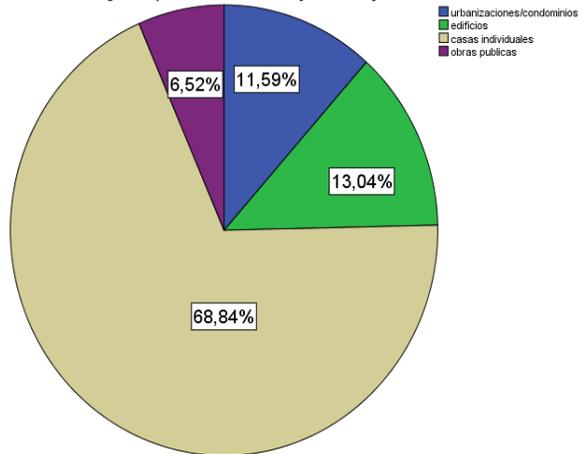
**8. ¿Cuál de los siguientes beneficios cree que obtiene al comprar bloques ecológicos elaborados a base de cascara de arroz?**

¿Cuál de los siguientes beneficios cree que obtiene al comprar bloques ecológicos elaborados a base de cascara de arroz?



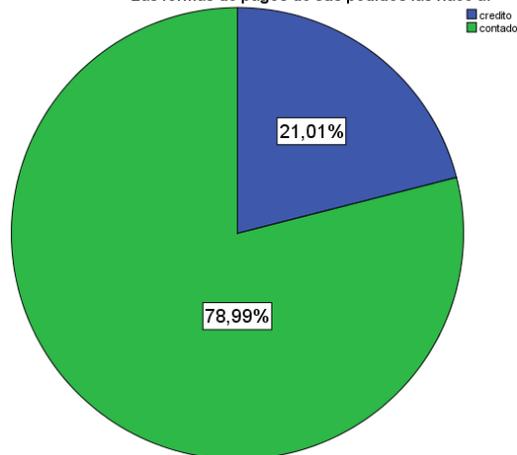
**9. ¿Qué tipo de obras construye con mayor frecuencia?**

¿Qué tipo de obras construye con mayor frecuencia?



**10. Las formas de pagos de sus pedidos las hace a:**

Las formas de pagos de sus pedidos las hace a:



**Anexo N° 04:**

**Cuadro 8:**

*Matriz de Consistencia.*

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
	<p>GENERAL:</p> <p>Elaborar bloques de concreto con ceniza de cascara de arroz para mejorar la resistencia a la compresión y reducir costos de producción.</p>			Insumos y Materiales de Fabricación.	Productividad Total
	<p>ESPECÍFICO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar las propiedades de la ceniza de cascara de arroz.</li> <li>• Realizar el ensayo con cada bloque según las proporciones de adición de ceniza de cascara de arroz y determinar la resistencia de compresión.</li> <li>• Determinar las propiedades del nuevo bloque con las pruebas de resistencia, densidad y absorción.</li> <li>• Estimar el Costo de producción del nuevo bloque de concreto con ceniza de cascara de arroz.</li> <li>• Evaluar resultados del nuevo bloque con ceniza de cascara de arroz respecto al bloque de concreto estándar</li> </ul>	<p><b>HIPÓTESIS ALTERNATIVA:</b></p> <p>La elaboración de los bloques de concreto con ceniza de cascara de arroz mejorará su resistencia a la compresión y reducirá costo de producción.</p>	<p><b>Independiente</b></p> <p>Proceso de Producción del bloque con ceniza de la cascara de Arroz.</p>	Costo de Insumos.	Costo de Producción
¿En qué medida la elaboración de bloques de concreto con ceniza de cascara de arroz mejorará la resistencia a la compresión y reducirá costos de producción?		<p><b>HIPÓTESIS NULA:</b></p> <p>La elaboración de los bloques de concreto con ceniza de cascara de arroz no mejorará su resistencia a la compresión y no reducirá costo de producción.</p>	<p><b>Dependiente</b></p> <p>La Resistencia de los Bloques a la Compresión.</p> <p>La Reducción de Costos.</p>	<p>Etapas de Proceso.</p> <p>Resistencia de Compresión.</p> <p>Sorptividad o Absorción Capilar.</p> <p>Densidad.</p> <p>Comparación de Costos entre el Convencional y con Adición de Ceniza de Cascara de Arroz.</p>	<p>Ciclo del Proceso</p> <p>Resistencia Mecánica</p> <p>Absorción Capilar</p> <p>Densidad</p> <p>Costo Unitario</p> <p>Costo por Millar</p>