



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Cenizas de cola de caballo y cáscara de arroz como  
aditivo para mejorar la resistencia a la compresión del  
concreto  $f'c$  280kg/cm<sup>2</sup>, 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Capcha Mallma, Erardo Yogues (orcid.org/0000-0002-0208-7539)

**ASESOR:**

Mgtr. Quesada Llanto, Julio Christian (orcid.org/0000-0003-4366-4926)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Enfoque de género, inclusión social y diversidad cultural

LIMA — PERÚ

2022

## DEDICATORIA

Esta investigación está dedicada a Dios por permitirme disfrutar de lo hermosa que es esta vida, a mi Madre y su apoyo incondicional que siempre me a brindado, a mi familia que son el motivo y la razón para mi superación y a todas las personas que apoyaron en las buenas decisiones para lograr mi objetivo trazado.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme existencia para disfrutar de lo bello que es la naturaleza a diario, y seguir trazándome metas y cumplir mis objetivos. A mi Madre linda quien siempre se esforzó y sacrifico para darme la mejor herencia que es la Educación, a mi familia quienes con su motivación incondicional apoyaron este objetivo.

A mi asesor Mg. Quesada Llanto Julio Christian quien su sabiduría, ahínco y exigencia impulso el desarrollo de esta investigación, logrando plasmar en mi ese espíritu de superación constante, y así cumplir con mi objetivo trazado.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA</b>	<b>17</b>
3.1. Método de Investigación	17
3.2. Variables y Operacionalización	18
3.2.1. Variable Independiente: Cenizas Orgánicas	18
3.2.2. Variable Dependiente: Resistencia a la compresión del concreto	18
3.3. Población y muestra	19
3.3.1. Población	19
3.3.2. Muestra	20
3.3.3. Unidad de análisis	21
3.3.4. Muestreo	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	21
3.4.1. Técnicas	21
3.4.2. Instrumentos	32
3.4.3. Validez y Confiabilidad	32
3.5. Procedimiento	32
3.6. Aspectos éticos	34
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>36</b>
4.1. Evaluación física del material conglomerante: Cemento y Cenizas de cola de caballo y cáscara de arroz.	36
4.1.1. Evaluación física del Cemento:	36
4.1.2. Evaluación física de las cenizas de cola de caballo:	37
4.1.3. Evaluación física de las cenizas de cáscara de arroz:	39



4.2.	<i>Evaluación física del agregado: Agregados finos y agregados gruesos</i>	40
4.2.1.	<i>Resultados del ensayo de análisis granulométrico</i>	41
4.2.2.	<i>Resultados del ensayo de contenido de Humedad</i>	42
4.2.3.	<i>Resultados del ensayo de Equivalente de arena</i>	43
4.2.4.	<i>Resultados para el ensayo de gravedad Específica y Absorción</i>	44
4.2.5.	<i>Resultados del ensayo de partículas Chatas y alargadas</i>	45
4.3.	<i>Características de los agregados para el diseño de concreto</i>	45
4.3.1.	<i>Granulometría para el diseño de concreto</i>	46
4.3.2.	<i>Módulo de fineza para el diseño de concreto</i>	47
4.3.3.	<i>Humedad natural para el diseño de concreto</i>	47
4.3.4.	<i>Pesos Unitarios para el diseño de concreto</i>	48
4.3.5.	<i>Resumen de características de los áridos para el diseño de concreto</i>	48
4.3.6.	<i>Tipo de cemento</i>	49
4.3.7.	<i>Características de la mezcla</i>	49
4.4.	<i>Cálculos de dosificación para el diseño de concreto</i>	49
4.4.1.	<i>Corrección por humedad y Absorción – Concreto Patrón</i>	50
4.4.2.	<i>Concreto con adición del 15% de cenizas orgánicas</i>	50
4.4.3.	<i>Concreto con adición del 20% de cenizas orgánicas (50% cola de caballo + 50% cascara de arroz)</i>	50
4.4.4.	<i>Concreto con adición del 25% de cenizas orgánicas (50% cola de caballo + 50% cascara de arroz)</i>	51
4.4.5.	<i>Procedimiento de moldeo del concreto</i>	51
4.5.	<i>Ensayos de resistencia a la compresión al 0%, 15%, 20% y 25% de aditivo de cenizas orgánicas.</i>	52
4.5.1.	<i>Ensayos de resistencia a la compresión del concreto patrón</i>	53
4.5.2.	<i>Ensayos de resistencia a la compresión al 20%</i>	59
4.5.3.	<i>Ensayos de resistencia a la compresión al 25%</i>	62
4.6.	<i>Resultados Finales</i>	66
4.7.	<i>Prueba de Hipótesis</i>	68
<b>V.</b>	<b>DISCUSIONES</b>	<b>72</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>76</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>77</b>
	<b>REFERENCIAS</b>	<b>78</b>

<b>ANEXOS</b> .....	<b>84</b>
<i>Anexo A. Análisis granulométrico por tamizado.</i> .....	84
<i>Anexo B. Ensayo de peso específico de agregados.</i> .....	85
<i>Anexo C. Ensayo de equivalente de arena.</i> .....	86
<i>Anexo D. Ensayo de resistencia a la compresión.</i> .....	87
<i>Anexo E. Recolección de hierbas de cola de caballo y cáscara de arroz.</i> .....	89
<i>Anexo F. Resultado de las pruebas realizadas en laboratorio.</i> .....	90
<b>Anexo G. Cuadro operacional de la variable independiente</b> .....	105
<b>Anexo H. Cuadro operacional de la variable dependiente</b> .....	106
<b>Anexo I. Matriz de consistencia de la presente investigación</b> .....	108

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Ensayos para determinar las características físico mecánicas de los agregados fino y de los agregados gruesos.....	14
<b>Tabla 2</b> Número de muestras por fecha de moldeo y tipo de concreto .....	20
<b>Tabla 3</b> Peso mínimo aproximado de la porción (gr), y el diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg).....	23
<b>Tabla 4</b> Composición química del cemento.....	37
<b>Tabla 5</b> Composición química de la ceniza de la Cola de Caballo obtenida por fluorescencia de rayos X.....	38
<b>Tabla 6</b> Composición química de la ceniza cascara de arroz obtenida por fluorescencia de rayos X.....	39
<b>Tabla 7</b> Contenido de Humedad muestra Integral .....	42
<b>Tabla 8</b> Equivalente de arena .....	43
<b>Tabla 9</b> Peso Unitario Suelto .....	44
<b>Tabla 10</b> Peso Unitario compactado.....	44
<b>Tabla 11</b> Materiales para muestra de concreto .....	46
<b>Tabla 12</b> Módulo de fineza para el diseño de concreto .....	47
<b>Tabla 13</b> Humedad natural para el diseño de concreto.....	47
<b>Tabla 14</b> Pesos Unitarios para el diseño de concreto .....	48
<b>Tabla 15</b> Características de los áridos para el diseño de concreto .....	48
<b>Tabla 16</b> Cálculos de dosificación para el diseño de concreto .....	49
<b>Tabla 17</b> Corrección por humedad y Absorción – Concreto Patrón.....	50
<b>Tabla 18</b> Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7 días .....	53
<b>Tabla 19</b> Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 14 días .....	54

<b>Tabla 20</b> Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días .....	55
<b>Tabla 21</b> Resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 15% a los 7 días .....	56
<b>Tabla 22</b> Resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 15% a los 14 días .....	57
<b>Tabla 23</b> Resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 15% a los 28 días .....	58
<b>Tabla 24</b> <i>Resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 20% a los 7 días</i> .....	59
<b>Tabla 25</b> <i>Resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 20% a los 14 días</i> .....	60
<b>Tabla 26</b> <i>Resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 20% a los 28 días</i> .....	61
<b>Tabla 27</b> <i>Resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 25% a los 7 días</i> .....	62
<b>Tabla 28</b> <i>Resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 25% a los 14 días</i> .....	63
<b>Tabla 29</b> <i>Resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 25% a los 28 días</i> .....	64
<b>Tabla 30</b> Resultado del ensayo de resistencia a compresión con aditivos orgánicos .....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Pirámides de valorización para residuos agrícolas y agropecuarios.....	11
<b>Figura 2</b> Estudios para definir las proporciones del material utilizado para concretos .....	15
<b>Figura 3</b> Instrumentos a utilizar para el ensayo de Granulometría .....	22
<b>Figura 4</b> Instrumentos para el ensayo de Material fino que pasa el tamiz (N° 200) .....	24
<b>Figura 5</b> Instrumentos utilizados para el ensayo de contenido de humedad .....	25
<b>Figura 6</b> Instrumentos utilizados en el ensayo de Equivalente de arena .....	26
<b>Figura 7</b> Instrumentos utilizados en el ensayo de Peso específico y absorción de agregados finos .....	27
<b>Figura 8</b> Instrumentos utilizados en el ensayo de Peso específico y absorción de agregados gruesos .....	28
<b>Figura 9</b> Instrumentos a utilizar en el ensayo de Peso unitario y vacíos de los agregados .....	29
<b>Figura 10</b> Instrumentos a utilizar en el ensayo de Abrasión los Ángeles .....	30
<b>Figura 11</b> Instrumentos a utilizar en el ensayo de Caras Fracturadas .....	31
<b>Figura 12</b> Instrumentos a utilizar en el ensayo de Partículas chatas y alargadas	32
<b>Figura 13</b> Análisis granulométrico .....	41
<b>Figura 14</b> Curva Granulométrica .....	42
<b>Figura 15</b> Partículas Chatas y alargadas .....	45

<b>Figura 16</b> Cuadro de resumen de resistencia a la compresión del concreto patrón .....	55
<b>Figura 17</b> Gráfica de resumen de resistencia a la compresión del concreto patrón .....	56
<b>Figura 18</b> Cuadro de resumen de resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 15% .....	58
<b>Figura 19</b> Gráfica de resumen de resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 15% .....	59
<b>Figura 20</b> Gráfica de resumen de resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 15% .....	61
<b>Figura 21</b> Gráfica de resumen de resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 20% .....	62
<b>Figura 22</b> Cuadro de resumen de resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 25% .....	64
<b>Figura 23</b> Gráfica de resumen de resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 25% .....	65
<b>Figura 24</b> Histograma de resistencia del concreto al 0%,15%, 20% y 25% de adición de cenizas orgánicas .....	68

## RESUMEN

La presente investigación titulada “Cenizas de cola de caballo y cáscara de arroz como aditivo para mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f_c 280 \text{ kg/cm}^2$ , 2022.”, tuvo como objetivo adicionar cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz al 15%, 20% y 25%, para mejorar la resistencia a la compresión de un concreto  $f_c 280 \text{ kg/cm}^2$ . Donde se utilizaron 36 testigos de mezcla de concreto como muestra. De los cuales se observó las resistencias obtenidas en sus diferentes días de vida (7, 14, 28 días). Obteniendo como resultado que a los 28 días de prueba el concreto patrón obtuvo por sí mismo una resistencia adicional de 12%, en el caso del aditivo al 15% se obtuvo 30% más de resistencia, con el aditivo al 20% se obtuvo 29% más de resistencia, sin embargo, con el 25% de aditivo se redujo la resistencia en un 26% según el límite del 100%. Concluyendo en que es necesario realizar dosificaciones para observar la respuesta del concreto experimental según la cantidad del aditivo, de tal manera que nos permita obtener una variedad de resistencia y podamos utilizar la que mejor cumpla el objetivo.

Palabras clave: Concreto, Cenizas orgánicas, Resistencia a la compresión, Cola de caballo, cáscara de arroz.

## ABSTRACT

The present investigation entitled "Ash from horsetail and rice husk as an additive to improve the compressive strength of concrete f'c280kg/cm<sup>2</sup>, 2022.", had the objective of adding organic ashes based on horsetail and rice husk. rice at 15%, 20% and 25%, to improve the compressive strength of concrete f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>. Where 36 concrete mixture witnesses were used as a sample. Of which the resistances obtained in their different days of life (7,14,28 days) were observed. Obtaining as a result that after 28 days of testing the standard concrete obtained by itself an additional resistance of 12%, in the case of the 15% additive 30% more resistance was obtained, with the 20% additive 29% was obtained. more strength, however, with the 25% additive the strength was reduced by 26% based on the 100% limit. Concluding that it is necessary to carry out dosages to observe the response of the experimental concrete according to the amount of the additive, in such a way that it allows us to obtain a variety of resistance and we can use the one that best meets the objective.

Keywords: Concrete, organic ash, compressive strength, horsetail, rice husk.



## I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la construcción civil el uso del concreto es vital por ser un material altamente manipulable con varias aplicaciones y efectividad comprobada, siendo este el segundo material más usado en el mundo después del agua. Lo que implica grandes sumas de inversión económica en su elaboración. En dicha elaboración se usan insumos con una configuración clásica como piedra, arena, agua y cemento.

En Perú se empleó 301 kg de cemento por habitante en el año 2020, según reportes del diario La República, lo que implica que este material es altamente demandado y por ende se hacen fuertes inversiones, es por ello que es importante mitigar el consumo del cemento mediante aditivos orgánicos.

Los aditivos orgánicos son una fuente natural y ecológica para sustituir el cemento, en el Perú se cosecha grandes cantidades de arroz, especialmente la región Loreto ocupa el 70 % de producción en este insumo, por lo que quedan grandes cantidades en residuos como la cáscara de arroz, mientras que la producción de la hierba cola de caballo es de más de 21820 kg por año, lo que implica su gran comercialización.

Por otro lado, el río Aguaytía es una gran fuente de materia prima para la construcción, siendo ésta importante para la continuidad de obras viales, las cuales conectan pueblos e incrementan la economía de la población la cual comprende a 360 000 habitantes circundantes, por ende, mejoran su calidad de vida.

Es por ello que al analizar estos datos nos preguntamos **¿De qué manera las cenizas cola de caballo y cáscara de arroz como aditivo mejorará la resistencia a la compresión de un concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, 2022?**

Planteamos como problemas específicos los siguiente: a) ¿De qué manera las propiedades físicas de las cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz influyen en la resistencia a la compresión de un concreto  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, 2022? b) ¿De qué manera la dosificación en 0, 15, 20 y 25% de cenizas organizas a base de cola de caballo y cáscara de arroz influyen en la resistencia a la compresión de un concreto  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, 2022? c) ¿En qué medida adicionar cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz al 15, 20 y 25% mejorará la resistencia a la compresión de un concreto  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, 2022?

La justificación de la presente investigación comprende tres ámbitos, los cuales son por técnicas, económicas y metodológicas.

Es técnica desde el punto en que esta investigación sirve como referencia para otros investigadores, que buscan fortalecer la resistencia a la compresión del concreto con aditivos a base de cenizas orgánicas.

También comprende la justificación económica, ya que esta investigación pretende mitigar el consumo de cemento reemplazándolo con cenizas orgánicas las mismas que reducen la inversión económica que se realiza al utilizar únicamente el cemento.

Desde el punto metodológico, esta investigación sigue los procesos establecidos por las normativas tanto nacionales como internacionales, quienes presentan una metodología a seguir para obtener las propiedades del concreto adicionando residuos orgánicos, fortaleciendo así el concreto.

Planteando como Hipótesis:

- Las cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz al 15% como aditivo mejoran la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c280\text{kg/cm}^2$ , 2022.
- Las cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz al 20% como aditivo mejoran la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c280\text{kg/cm}^2$ , 2022.
- Las cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz al 25% como aditivo mejoran la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c280\text{kg/cm}^2$ , 2022.

Como hipótesis nula planteamos:

- Las cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz al 15% como aditivo no logran mejorar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c280\text{kg/cm}^2$ , 2022
- Las cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz al 20% como aditivo no logran mejorar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c280\text{kg/cm}^2$ , 2022
- Las cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz al 25% como aditivo no logran mejorar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c280\text{kg/cm}^2$ , 2022

Con todo lo antes mencionado, **el objetivo** general de la presente investigación es: Adicionar cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz para mejorar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c 280 \text{ kg/cm}^2$ , 2022.

Planteamos como objetivos específicos los siguiente: a) Definir las propiedades físicas de las cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara

de arroz para mejorar la resistencia a la compresión de un concreto  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, 2022 b) Dosificar al 15, 20 y 25% las cenizas organizas a base de cola de caballo y cáscara de arroz para mejorar la resistencia a la compresión de un concreto  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, 2022 c) Adicionar el 15, 20 y 25 % de cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz para mejorar la resistencia a la compresión de un concreto  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, 2022

## II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes Nacionales:

Velásquez (2018) realizó una investigación titulada “Resistencia a la compresión de un concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, sustituido 15% el cemento por ceniza de cola de caballo”; con el objetivo de determinar la resistencia a la compresión de un concreto remplazando el 15 % con ceniza de cola de caballo. La metodología utilizada fue de tipo aplicada, de diseño experimental y enfoque cuantitativo. Donde se obtuvieron los siguientes resultados: Para el concreto patrón  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> se halló, a los 7 días 174.18 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 196.57 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 226.52 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que el concreto sustituido por ceniza de cola de caballo al 15%, a la edad de 7 días 190.62 kg/cm<sup>2</sup>, a la edad de 14 días 218.53 kg/cm<sup>2</sup> y a la edad de 28 días 245.02 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo en que el diseño experimental supera en 8.81% de resistencia a la compresión promedio del concreto patrón a la edad de 28 días.

Guerrero (2020) presentó la tesis titulada “Ceniza de bagazo de caña de azúcar en el concreto. Exploración preliminar del potencial de uso de la ceniza del valle del Chira”. Con el objetivo de recabar información sobre el empleo de la CBCA en morteros y concretos, así como evaluar el potencial de su uso. La *metodología* utilizada fue de tipo experimental y enfoque cualitativo. Los *resultados* obtenidos fueron: peso específico de la CBCA en dos muestras de 1.65 gr/cm<sup>2</sup> y 1.48 gr/cm<sup>2</sup>; pérdida por ignición 70.52%; materia orgánica sobrepasa el 0.5%; las CBCA presentan características amorfas debido al levantamiento de la línea base (eje  $2\theta$ ), correspondiente a la materia orgánica y carbón (evidenciados en las medidas de pérdida por ignición) como a sílice en fase amorfa. En *conclusión*, la ceniza local requiere ser tratada previamente,

para mejorar el potencial de uso en morteros y concretos, por lo que se determina que no es apto para los fines que se persigue.

Naupari (2020) presentó la tesis titulada “Propiedades del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  adicionando concha de abanico y desechos de alambón con concha de abanico, Huaral 2019”. Con el *objetivo* de determinar la incidencia de la dosificación de las cenizas mencionadas en las propiedades del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , Huaral 2019. La *metodología* utilizada fue de tipo aplicada cuasi-experimental de tipo retrospectivo. Los *resultados* obtenidos al adicionar 1.5% de CCA en la mezcla del concreto se obtuvo a los 28 días  $331.13 \text{ kg/cm}^2$ , lo que implica una mejora en la resistencia del concreto. Los resultados del ensayo a la flexión evidencian que el concreto con concha de abanico al 6% obtiene  $37.35 \text{ kg/cm}^2$  valor similar al obtenido en el concreto base el cual excede a  $0.05 \text{ kg/cm}^2$ . En los resultados del ensayo siguiente, en el que se adiciona DA al 3.2% aumento la resistencia a la compresión en  $50.82 \text{ kg/cm}^2$ . Concluyendo en que ambas cenizas logran mejorar en dosificaciones menores la resistencia del concreto.

Paredes (2019) presentó la tesis titulada “Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$  adicionando cenizas de cáscara de arroz y conchas de abanico”. Con el *objetivo* de determinar la resistencia a la compresión de un concreto  $F'c = 280 \text{ kg/}$  adicionando 10 % y 5% de cenizas de cáscara de arroz y conchas de abanico respectivamente. La *metodología* utilizada fue aplicada y explicativa. Los *resultados* para el concreto patrón, muestran que a los 7, 14, y 28 días de vida se obtuvo  $216.98 \text{ kg/cm}^2$ ,  $244.14 \text{ kg/cm}^2$  y  $282.75 \text{ kg/ cm}^2$  respectiva; mientras que los resultados para el concreto experimental a los 7, 14 y 28 días de vida se obtuvo  $216.98 \text{ kg/cm}^2$ ,  $244.14$

kg/cm<sup>2</sup> y 282.75 kg/ cm<sup>2</sup>. *Concluyendo* en que las cenizas utilizadas en este estudio al 10% y 5% logran potenciar la resistencia a la compresión del concreto en cada edad de curado.

Campos (2018) realizó la investigación titulada "Análisis de la variación de la resistencia a compresión de especímenes de concreto en un  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> variando la relación de esbeltez " con el *objetivo* de determinar la relación de la resistencia a la compresión con la esbeltez de un concreto. La *metodología* utilizada fue de tipo experimental y aplicada. En los *resultados* obtenidos se evidencia una relación en la que, a menor medida de relación de esbeltez, dicha resistencia se incrementa alcanzando valores de 12.80% en los primeros 7 días y 12.52% a los 28 días con una la relación de esbeltez (L/D) de 1.0. *Concluyendo* en que se evidencia la relación inversa al reducir a 1 la esbeltez, incrementando la resistencia a la compresión en 35.84 kg/cm<sup>2</sup> (12.80%) en los primeros 7 días y de 35.06 kg/cm<sup>2</sup> (12.52%) al finalizar el veintiochoavo día.

### **Antecedentes internacionales**

Payá (2012) elaboró la investigación titulada " La transmutación sostenible de los residuos para nuevas materias primas en el ámbito del concreto". Con el objetivo de recopilar una serie de alternativas aprovechar los residuos en la fabricación de concreto y utilizarlos de manera sostenible. La metodología utilizada fue no experimental de tipo descriptiva. Los resultados obtenidos se clasificaron en tres aspectos: a). Residuos industriales, de los cuales se puede obtener subproductos considerados materias primas para la fabricación de cementos y concreto b) Residuos agrícolas, de estos existen una serie de productos derivados de desechos de la agricultura, la agroindustria o la industria agroforestal los cuales pueden ser usados en la fabricación de cemento y

concreto. c) Residuos de construcción y demolición, en este caso, se estudia las características del cemento hidratado proveniente de los RCD sometido al CO<sub>2</sub> para transformar los diferentes hidratos. Concluyendo en que la implementación de estas alternativas ofrece alternativas en el uso del cemento portland convencional, lo que lograría reducir las emisiones de dióxido de carbono.

Martínez. et al (2015), presentaron la investigación titulada “Recycled concrete: a review” cuyo *objetivo* fue hacer una revisión de los avances internacionales en el reciclaje del concreto. La *metodología* utilizada es de tipo Descriptiva no experimental. Los *resultados* obtenidos fueron que de 28 países a nivel mundial Alemania ocupa el primer puesto en la utilización de cemento reciclado con 336.02 toneladas/km<sup>2</sup>, mientras que Tailandia recicla 19.49 toneladas/km<sup>2</sup>. En esta investigación no aparece el Perú. *Concluyendo* en que reciclar el material para concreto permite reducir el uso de agregados pétreos además de evitar la explotación de canteras de este tipo de material.

Rendón. et al (2018) presentaron la investigación titulada Durability of concrete mixtures with different contents of activated fly ash, con el objetivo de describir las propiedades que adquieren cinco mezclas de concreto a los cuales se le adicionó ceniza volante activada (CVA) y cemento portland tipo CPC 40. La metodología fue de tipo experimental y aplicada. Los resultados obtenidos en la muestra 1 a los 56 días obtuvo un valor de 60 MPa. Para la muestra 2 y 3 a los 14 días se obtuvo una resistencia a la compresión superior a 45 MPa, en la muestra 4 a los 28 días se obtuvo 45 MPa de resistencia. En la muestra 5 se observó valores de resistencia crecientes con el tiempo. Alcanzó un valor máximo de 35 MPa, este resultado se atribuye por la falta de Ca (OH)<sub>2</sub> en la mezcla aportado por el cemento Portland, en donde se obtuvo un 25% del peso



total del material cementicio. Concluyendo que el nivel de resistencia a la compresión varía en función a al contenido de ceniza volante activada, donde se observó que en cantidades mínimas de dicha ceniza la resistencia a la compresión se reduce.

Moreno. et al (2019) presentaron una investigación titulada “Resistance of concrete with aggregate of clay block crushed as replacement of aggregate thick” con el objetivo de realizar una exploración de las investigaciones realizadas sobre la mejora de la resistencia a la compresión reemplazando los agregados por bloques de arcilla. La metodología utilizada fue de tipo descriptiva no experimental. Los resultados obtenidos al reemplazar el agregado grueso con bloques de arcilla triturada, muestran que la porosidad del concreto reciclado aumenta en un 14.5% a 25% de la muestra sin reciclaje. En cuanto a la elasticidad se obtienen valores menores al concreto sin reciclar entre 20.0 y 34.5 a 20 MPa. Para la tensión indirecta se halló una relación inversa en cuanto a las cantidades de concreto reciclado, a mayor es esta, menor es la resistencia a la tensión.

(Gómez, 2011) realizó la tesis titulada “Aprovechamiento de cenizas de carbón mineral producidas en la industria local como material conglomerante en la construcción” con el objetivo reutilizar el material residual de la industria local como conglomerante. La metodología usada fue de tipo experimental. Los resultados obtenidos fueron en cuanto a la caracterización física del material experimental presenta un alto contenido de material inquemado producto de la combustión incompleta del carbón llegando al 41,9% en comparación al valor óptimo menor de 5%, según el modelo factorial fraccionado se halló un 76.9 % de interacción entre el activador y la ceniza lo cual es favorable para la

investigación, En cuanto a la resistencia mecánica se halló valores máximos de 47.93 kg/cm<sup>2</sup> y 37.73 kg/cm<sup>2</sup>. En dicha investigación concluyeron en que las resistencias obtenidas se deben a la deficiencias químicas y físicas de las cenizas de carbón mineral.

## **Bases Teóricas**

### **Cenizas Orgánicas**

Payá (2012) Menciona que las cenizas orgánicas son residuos de desecho derivados de la agricultura, de la agroindustria, o de la industria agroforestal. Los mismos que comprenden los materiales a utilizar como lo son la cola de caballo y la cáscara de arroz.

Por su parte Omil (2007) refiere que, minimizar los residuos emitidos por el rubro de la construcción es un objetivo de la política global, ya que estas generan mayores costes administrativos además de limitar el uso sostenible de los recursos naturales.

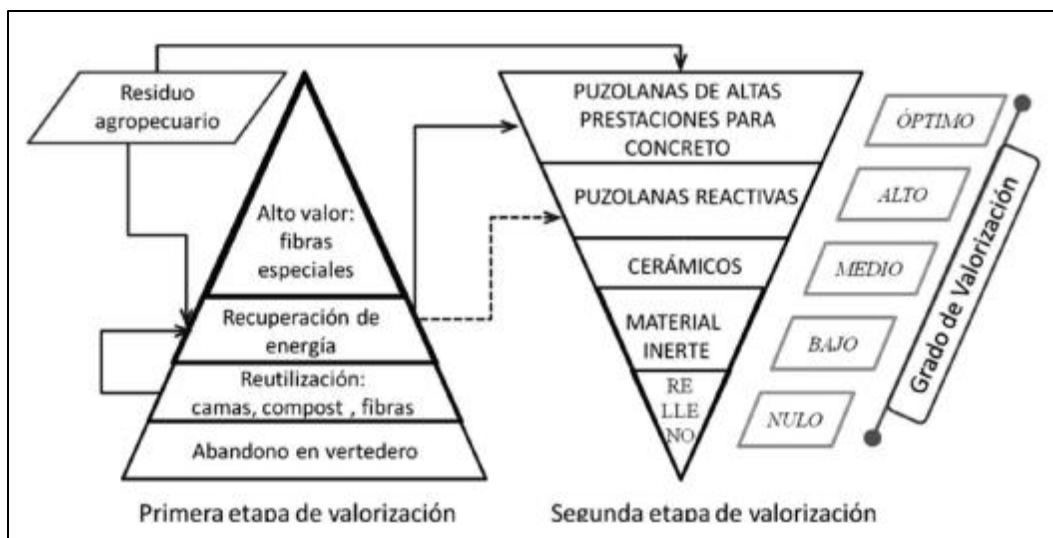
Payá (2007) menciona la importancia de la reducción de materias primas en el rubro de la construcción, ya que no solo se genera un impacto positivo ambiental, sino que también se reducen los costes al adquirir material nuevo. Él propone explotar al máximo los recursos de la agroindustria, la industria agroforestal y la agricultura, potenciando las características de los residuos obtenidos en estos rubros.

Específicamente encontramos en el rubro de la agroindustria a la cáscara de arroz, a la caña de azúcar, el aceite de palma, el trigo, maíz, residuos de aceituna; o de la industria agroforestal el eucalipto, los residuos de bambú, la cola de caballo, etc.

Los productos antes mencionados pueden ser transformados en cenizas, las cuales pueden ser usadas como materias primas en la fabricación y diseño del concreto, ya que la materia orgánica que contienen, tiene un gran potencial calorífico, beneficioso para los procesos de secado.

Además, estos residuos orgánicos presentan un alto contenido de óxidos ácidos, como el silicio con propiedades puzolánicas, las cuales permiten que el material conglomerante se endurezca.

**Figura 1** Pirámides de valorización para residuos agrícolas y agropecuarios



Como se observa en la imagen los residuos orgánicos pasan por dos etapas de valorización, para ser reutilizados, según las propiedades que estas presenten.

### **Cola de caballo**

Carpintero (2021) menciona que la cola de caballo es una hierba medicinal de gran demanda mundial, por sus múltiples beneficios medicinales, ya que esta hierba es antiinflamatoria y presenta un alto contenido de vitaminas y minerales.

Esta hierba es exportada en diversos mercados, según los reportes expuestos por León (2012) la exportación de esta planta alcanzó 2320, 9680 y 21820 kg/año hasta el año 2011, y su producción no ha parado de incrementarse.

### **Cáscara de arroz**

La revista Contexto Ganadero (2016) menciona que la cáscara de arroz es un residuo proveniente de la actividad arrocera, la cual puede ser multiusos, dentro del rubro agropecuario es usado como refuerzo para el alimento de los animales, también es usado en la floricultura, así como también como sustituto de combustibles fósiles.

Vargas, Alvarado, Vega & Porras (2013) refieren que la cascarilla de arroz tiene una naturaleza fuerte, leñosa y abrasiva, estas propiedades permiten que este producto sea suficientemente resistente a factores ambientales. La cascarilla de arroz tiene un alto contenido de sílice por lo que sirve como endurecedor del material conglomerante.

### **Técnicas analíticas de las cenizas**

Omil (2007) Propone una serie de técnicas analíticas para determinar las características de las cenizas de cola de caballo y cenizas de arroz, la cual se basa en una serie de ensayos químicos, que permiten conocer sus características físicas.

### **Concreto**

Polanco (2012) menciona que el concreto es una mezcla de tres elementos: agregados, agua y cemento. En cuanto a la pasta, refiere que está compuesto por el cemento Portland y agua, y en cuanto a los agregados expone que están compuestos de arena y grava o piedra triturada.

Según un artículo de la revista Perú Construye del Grupo DIGAMMA (2019) el concreto es un material altamente consumido, ya que muestra gran resistencia, por lo que se usa en edificios, puentes, puertos, aeropuertos, hospitales, y demás construcciones que requieran de un material lo suficientemente resistente para soportar los cambios ambientales, debido a sus propiedades este material es resistente a la humedad, al moho o plagas.

### **Diseño del concreto**

Osorio (2018) expone que el diseño de concreto comprende la mezcla de los agregados, el conglomerante y agua, las cuales deben ser previamente dosificadas en función a los ensayos que de control de calidad

Es un sistema, el cual construye una mezcla de concreto (arena, piedra, cemento y agua) en base a proporciones y análisis de una serie de ensayos como asentamiento, pérdida de manejabilidad, masa unitaria, tiempos de fraguado y resistencia a la compresión; dichos parámetros permiten que la construcción del concreto cumpla con la resistencia requerida para su uso.

**Tabla 1** *Ensayos para determinar las características físico-mecánicas de los agregados fino y de los agregados gruesos*

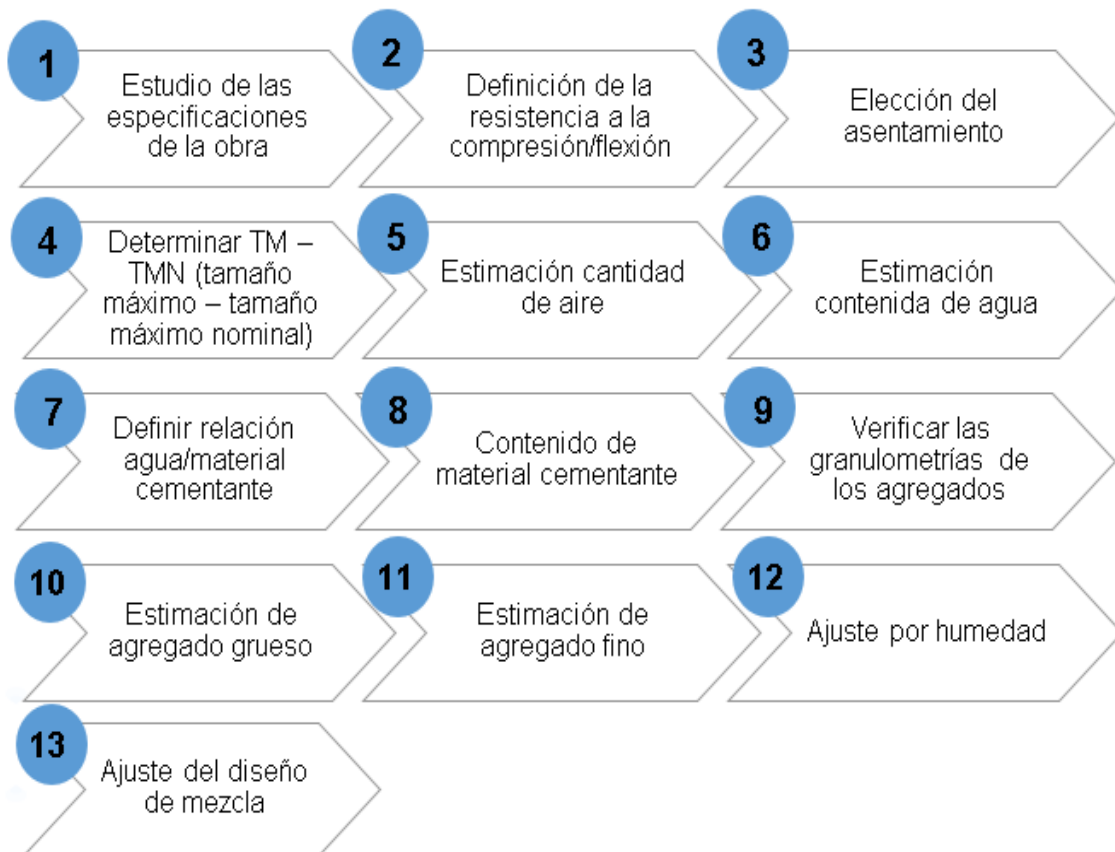
<b>Nombres de ensayos para arena zarandeada</b>	<b>Nombres de ensayos para piedra</b>
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)	Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)
Contenido de humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)	Contenido de humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216)
Gravedad específica y absorción (MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)	Gravedad específica y absorción (MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)
Durabilidad de agregados (MTC E-209 / ASTM C-88 / AASTHO T-104)	Durabilidad de agregados (MTC E-209 / ASTM C-88 / AASTHO T-104)
Peso unitario y vacíos de los agregados (MTC E-203/ ASTM C-29 )	Peso unitario y vacíos (MTC E-203 / ASTM C-29)
Terrones de arcilla y partículas deleznales (MTC E-212 / ASTM C-142 / AASTHO T-112)	Caras fracturadas (MTC E-210 - ASTM D-5821)
Material fino que pasa el tamiz (n° 200) (MTC E-202 / ASTM C-117 / AASTHO T-11)	Partículas chatas y alargadas (MTC E-221 / ASTM D-4791)
Equivalente de arena (MTC E-114 / ASTM D-2419 / AASTHO T-176)	Abrasión los ángeles (MTC E-207 / ASTM C-131, C-535 / AASTHO T-96)

*Nota:* La tabla muestra todos los ensayos que se deben realizar para determinar las características físico mecánicas de los agregados finos y gruesos.

## Datos de los materiales

Para hallar las propiedades de los materiales utilizados en el concreto (arena, piedra, cemento y agua), es necesario realizar una serie de pruebas de laboratorio con el fin de determinar con exactitud las proporciones adecuadas para el concreto, las cuales mencionamos a continuación:

**Figura 2** Estudios para definir las proporciones del material utilizado para concretos



### **Composición del concreto**

El concreto se compone de dos elementos básicos, los cuales son el agregado y la pasta.

El agregado, según Polanco (2012) está conformado por dos grupos, los agregados gruesos y los agregados finos. El primer grupo comprende aquellas partículas que quedan retenidas en la malla N° 16, siendo estas las piedras. El segundo grupo, está compuesto por la arena la cual puede llegar hasta los 10mm.

Por otro lado, la pasta, hace referencia a la mezcla obtenida de cemento Portland, agua y aire. Dicha mezcla puede constituir del 25% al 40% del volumen total del concreto.

### **Resistencia a la compresión del concreto**

Según Harmsen (2005) la resistencia a la compresión es un parámetro el cual se obtiene a través de ensayos realizados en un cilindro estándar de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, después del vaciado es necesario que la muestra se mantenga por 24 horas en el cilindro, para después pasar por el proceso de curado, el cual consiste en llevar la muestra y someterlo bajo agua hasta el momento del ensayo. De acuerdo al procedimiento de dicho ensayo es necesario que el cilindro de muestra perdure a los 28 días para pasar a ser ensayada.

Polanco (2012) cita la norma internacional ASTM-C 39, para mencionar que la resistencia a la compresión depende de la composición química y física del cemento, por lo que trabajar con otros conglomerantes requieren de ensayos que determinen dichas características en su composición.



### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de Investigación**

El método científico se caracteriza y compone principalmente por el uso de un método, una estructura que permita elaborar el camino investigativo. En esta investigación, se sigue el método científico, ya que planteamos la problemática y pretendemos dar una solución adicionando las cenizas orgánicas para reforzar la resistencia a la compresión del concreto.

Esta investigación es de diseño experimental. Citando a Muñoz (2015) el diseño experimental modifica la naturalidad del objeto de estudio, puesto que se realizan cambios en él, por ello este tipo de diseño corresponde a esta investigación ya que, se requiere de una muestra control (concreto patrón) y una muestra experimental (Concreto con aditivos de cenizas orgánicas).

De tipo aplicada, ya que la información que nos brinde la presente investigación permitirá el uso de las cenizas orgánicas en la industria de la construcción como aditivo o reemplazo del cemento.

El nivel de investigación es de tipo correlacional ya que, citando a Baptista, Fernández, & Hernández (2014) el alcance correlacional hace referencia al grado de relación o incidencia que tienen una variable en otra. Tal como veremos en esta investigación veremos la relación existente entre la variable independiente (Cenizas orgánicas) y la variable dependiente (resistencia a la compresión del concreto).

El enfoque de la presente investigación es de tipo mixto, ya que se utiliza el enfoque cualitativo y cuantitativo. Dado que los resultados de los ensayos de

laboratorio determinarán las características físico- mecánicas de los materiales a utilizar en la mezcla para el concreto; además, de utilizar el enfoque cualitativo para describir las propiedades físicas observadas a los 7, 14 y 28 días como lo indica la norma.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

Identificación de Variables:

- La variable Independiente es “Cenizas Orgánicas”
- La Variable dependiente es “Resistencia a la compresión del concreto”

#### **3.2.1. Variable Independiente: Cenizas Orgánicas**

Definición Conceptual:

(Payá, 2012) Menciona que las cenizas orgánicas son residuos de desecho derivados de la agricultura, de la agroindustria, o de la industria agroforestal.

Definición Operacional:

Las cenizas orgánicas comprenden a desechos derivados de la agricultura, agroindustria y la industria agroforestal, las mismas que comprenden a las cenizas de cola de caballo y las cenizas de cáscaras de arroz, cuyas propiedades pueden ser reconocidas a través de la granulometría, el ensayo de pérdidas por ignición y la humedad que contienen.

#### **3.2.2. Variable Dependiente: Resistencia a la compresión del concreto**

Definición Conceptual:

Según Harmsen (2005) la resistencia a la compresión es un parámetro el cual se obtiene a través de ensayos realizados en un cilindro estándar de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, después del vaciado es necesario que la

muestra se mantenga por 24 horas en el cilindro, para después pasar por el proceso de curado, el cual consiste en llevar la muestra y someterlo bajo agua hasta el momento del ensayo. De acuerdo al procedimiento de dicho ensayo es necesario que el cilindro de muestra perdure a los 28 días para pasar a ser ensayada.

#### Definición Operacional:

La resistencia a la comprensión es un parámetro que determina la capacidad de resistencia frente a un esfuerzo cortante, este puede ser reforzado de acuerdo a las propiedades de los materiales utilizados en la mezcla, como lo son las cenizas orgánicas. Dicha resistencia se puede evidenciar a los 7, 14, y 28 días.

### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

Arias, Villasís, & Miranda (2016) refieren que la población, también llamada universo, es un conjunto de elementos que cumplen con características en común, las cuales pueden ser estudiadas, sin embargo, al representar un gran grupo de elementos es mejor trabajar con una muestra.

Según Muñoz (2015) “el universo se muestra como un sistema donde todo está relacionado con todo y conocer todo es imposible” p. 30. Por lo que es necesario segmentarlo, es decir, definir una muestra representativa.

La población en esta investigación comprende al concreto  $f'c280\text{kg/cm}^2$  con aditivos de cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cascara de arroz, el cual está compuesto de agregados finos, agregados gruesos, cemento portland y agua. Existen una serie de ensayos normados, los cuales ya definen

qué características deberían tener los materiales para la mezcla según el uso para el que se le dé.

### 3.3.2. Muestra

Para Baptista, Fernández, & Hernández, (2014) la muestra en una investigación es un grupo representativo de la población, la cual sirve de referencia para ejecutar el proyecto, este proceso se realiza con el fin de economizar tiempo y dinero. Para ello es necesario definir la unidad de análisis y realizar un proceso de muestreo para segmentar la muestra.

En este caso se trabajará con cilindros de ensayos para cuatro tipos de muestras, las cuales se diferencian por la dosificación de cenizas orgánicas agregadas a la mezcla del concreto patrón en un 0%, 15%, 20% y 25%, en sus diferentes días de prueba, a los 7, 14 y 28 días de vida. El total de cilindros será de 36 muestras, 9 para cada tipo de concreto como se observa en el siguiente cuadro:

**Tabla 2** *Número de muestras por fecha de moldeo y tipo de concreto*

% de cenizas orgánicas	Días de vida del concreto								
	A los 7 días			A los 14 días			A los 28 días		
Al 0 %	M <sub>A1</sub>	M <sub>A2</sub>	M <sub>A3</sub>	M <sub>A4</sub>	M <sub>A5</sub>	M <sub>A6</sub>	M <sub>A7</sub>	M <sub>A8</sub>	M <sub>A9</sub>
Al 15 %	M <sub>B1</sub>	M <sub>B2</sub>	M <sub>B3</sub>	M <sub>B4</sub>	M <sub>B5</sub>	M <sub>B6</sub>	M <sub>B7</sub>	M <sub>B8</sub>	M <sub>B9</sub>
Al 20 %	M <sub>C1</sub>	M <sub>C2</sub>	M <sub>C3</sub>	M <sub>C4</sub>	M <sub>C5</sub>	M <sub>C6</sub>	M <sub>C7</sub>	M <sub>C8</sub>	M <sub>C9</sub>
Al 25 %	M <sub>D1</sub>	M <sub>D2</sub>	M <sub>D3</sub>	M <sub>D4</sub>	M <sub>D5</sub>	M <sub>D6</sub>	M <sub>D7</sub>	M <sub>D8</sub>	M <sub>D9</sub>
Total por días	12			12			12		
<b>Total</b>	<b>36</b>								

*Nota:* La tabla muestra el total de cilindros a realizar por % de cenizas orgánicas adicionadas a la mezcla.

### **3.3.3. Unidad de análisis**

La unidad de análisis en esta investigación es el concreto, según Polanco (2012) el concreto es una mezcla de agregados finos, agregados grueso, cemento y agua. En este caso, también tendremos cuatro muestras, el concreto patrón, el concreto experimental con 15% de cenizas orgánicas, el concreto experimental con 20% de cenizas orgánicas, el concreto experimental con 25% de cenizas orgánicas, los cuales serán estudiados según indica la norma.

### **3.3.4. Muestreo**

Para la presente investigación se hace uso de la muestra no probabilística, ya que seleccionamos la unidad de análisis en función a las características que buscamos, tales como la muestra patrón con 0% de cenizas orgánicas y las muestras experimentales adicionando cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz al 15, 20 y 25%.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **3.4.1. Técnicas**

En esta investigación se hace uso de la técnica de observación, la cual permite categorizar e identificar las propiedades físicas del objeto en estudio. De tal manera que se registren los cambios y diferencias de las muestras, tanto del concreto patrón como del concreto experimental adicionando cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz, en los diferentes días de vida de las muestras de concreto, específicamente 7, 14, 28 días, según indica la norma.

También realizaremos ensayos de laboratorio, los cuales se describen a continuación.

### 3.4.1.1. Granulometría

Las normas ASTM C-117 (2017) y AASHTO T88 (2020) refieren que el ensayo de granulometría pretende determinar la distribución del tamaño de agregados, este método determina el porcentaje de agregados que atraviesa por los distintos tamices las cuales van desde 3 pulgadas hasta tamices más finos de 0.0074 mm.

Los instrumentos a utilizar son:

**Figura 3** Instrumentos a utilizar para el ensayo de Granulometría



**Dos balanzas, Una con 0.01g de sensibilidad y otra con 0.1 % del peso de la muestra**



**Estufa**



**Cepillos y brochas**



**Envases**



**Tamices de malla cuadrada**

A continuación, se muestra la tabla 2, la cual muestra el peso mínimo aproximado de la porción (gr), y el diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg).

**Tabla 3** *Peso mínimo aproximado de la porción (gr), y el diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)*

<b>Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)</b>	<b>Peso mínimo aproximado de la porción (gr)</b>
9,5 (3/8")	500
19,6 (3/4")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 1/2")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

*Nota:* la tabla muestra el diámetro nominal de las partículas más grandes y el peso mínimo en gramos correspondiente para el ensayo de granulometría.

#### **3.4.1.2. Material fino que pasa el tamiz (N° 200)**

Las normas MTC E-202 (2016) / AASHTO T-11 (2020) refieren que el objetivo de este ensayo es determinar la porción de material fino que pasa por el tamiz de 75 µm (N° 200), las partículas que atraviesan dicho tamiz son separadas de la superficie del agregado por lavado, por lo que el material debe ser soluble en el agua.

**Figura 4** Instrumentos para el ensayo de Material fino que pasa el tamiz (N° 200)



### 3.4.1.3. Contenido de Humedad

Las normas MTC E-108 (2016) y ASTM D-2216 (2019), Esta prueba estudia la relación entre el porcentaje del peso de agua en relación a las partículas sólidas en una muestra, este ensayo se logra secando la muestra en un horno en constante observación de tal manera que podamos conocer el porcentaje de partículas sin humedad, es decir las partículas sólidas.



**Figura 5** Instrumentos utilizados para el ensayo de contenido de humedad



#### **3.4.1.4. Equivalente de arena**

Basado en las normas MTC E-114 (2016) y ASTM D-2419 (2022), Este ensayo tiene el objetivo de indicar la cantidad relativa existente de suelos arcillosos o finos plásticos y polvo en suelos granulares y finos agregados que logren pasar por el tamiz N°4 (4,75 mm)

Los instrumentos a utilizar son:

**Figura 6** Instrumentos utilizados en el ensayo de Equivalente de arena



#### 3.4.1.5. Gravedad específica y absorción

Basado en las normas MTC E-205 (2016), MTC E-206 (2016) y ASTM C-127 (2016), Basado en las normas MTC E-205 (2016), MTC E-206 (2016) y ASTM C-127 (2016), Este ensayo comprende dos tipos de pruebas, es de acuerdo con la granulometría de los especímenes, clasificados como finos y gruesos, descritos a continuación:

Peso específico y absorción de agregados finos, Los agregados finos inferiores a 4,75 mm, se exponen durante 24 horas en un recipiente con agua, posteriormente pasan a una bandeja en la que se exponen a una secadora manipulable en la que se observa los residuos secos, determinando así las propiedades en cuanto al peso específico.

Los instrumentos a utilizar son:

**Figura 7** Instrumentos utilizados en el ensayo de Peso específico y absorción de agregados finos



Peso específico y absorción de agregados gruesos, Los agregados gruesos igual o superiores a 4,75 mm, se exponen durante 24 horas en un recipiente con agua, posteriormente pasan a una bandeja en la que se exponen a una secadora manipulable en la que se observa los residuos secos, determinando así las propiedades en cuanto al peso específico.

Los instrumentos a utilizar son:

**Figura 8** Instrumentos utilizados en el ensayo de Peso específico y absorción de agregados gruesos



#### **3.4.1.6. Peso unitario y vacíos de los agregados**

La normativa MTC E-203 (2016) / ASTM C-29 (2017) refiere que este ensayo permite conocer el peso unitario suelto y el porcentaje de los vacíos de los agregados finos, grueso y mixtos. Este ensayo es aplicable en agregados de tamaño máximo nominal de 150 mm (6”).

Los materiales a utilizar son:

**Figura 9** Instrumentos a utilizar en el ensayo de Peso unitario y vacíos de los agregados



#### 3.4.1.7. Abrasión los ángeles

Basado en las normas MTC E-207 (2016) y ASTM C-131(2020) este ensayo permite establecer la resistencia a la degradación de los agregados gruesos menores de 37,5 mm mediante la máquina de los ángeles.

**Figura 10** Instrumentos a utilizar en el ensayo de Abrasión los Ángeles



#### **3.4.1.8. Caras fracturadas**

Basado en las normas MTC E-210 (2016) y ASTM D- 5821 (2000), Este ensayo tiene el objetivo de establecer el porcentaje de agregados gruesos que contengan partículas fracturadas según el requerimiento que se desee. Se puede requerir el número de caras deseas, según la utilidad que requiera el proyecto.

**Figura 11** *Instrumentos a utilizar en el ensayo de Caras Fracturadas*



**Separador o cuarteador**



**Tamices**



**Espátula**



**Balanza con exactitud al 0,1%, carga de 12 x 25g, 11 x 25g, 8 x 20g, 6 x 15g**

#### **3.4.1.9. Partículas chatas y alargadas**

Basado en las normas MTC E-221 (2016) y ASTM D- 4791 (2019), el propósito de este ensayo es establecer el índice de partículas aplanadas y alargadas de los agregados de una determinada muestra.

Los materiales utilizados son:

**Figura 12** Instrumentos a utilizar en el ensayo de Partículas chatas y alargadas



### 3.4.2. Instrumentos

En este caso, utilizaremos los registros de los ensayos a realizar. Antes de realizar la comparación de resistencias, se realizará ensayos de laboratorio a los materiales para conocer sus características físicas, de tal manera que podamos explicar el porqué de la influencia de las cenizas orgánicas en la resistencia a la compresión del concreto.

### 3.4.3. Validez y Confiabilidad

Los ensayos de laboratorio realizados están validados por las normativas tanto nacionales, como internacionales.

### 3.5. Procedimiento

Para desarrollar esta investigación se deberá seleccionar los agregados, los mismos que obtendremos de la cantera Malik del distrito de Aguaytía, los



agregados deberán pasar por los ensayos de laboratorio mencionados anteriormente, para determinar sus características físico-mecánicas.

Se realizará la recolección de las cenizas orgánicas de cola de caballo y cáscara de arroz, estas cenizas serán llevadas al laboratorio químico para determinar sus características físicas, y compararlas con las características del cemento.

Se deberá dosificar los materiales (agregados finos, agregados gruesos, agua, cemento y cenizas orgánicas) para realizar el diseño del concreto patrón y el concreto experimental.

Habiendo definido las proporciones de los materiales, se ejecutará el diseño del concreto, con los pesos teóricos de cada insumo en la mezcladora, hasta obtener una mezcla uniforme.

Luego de obtener una mezcla uniforme se procederá a verter la mezcla en una carretilla, en la que se tomará la temperatura y se procederá a hacer el Slump test, con el cono de ABRAMS, de tal manera que moldearemos el concreto en 36 testigos cilíndricos debidamente identificados de 181.5 cm cada uno.

Según el ensayo de resistencia a la compresión de cilindros ASTM C- 39, se debe elaborar 3 cilindros de muestra por cada dosificación (0, 15, 20 y 25%), esto hace un total de 12 cilindros, los mismos que serán evaluados por tres tiempos de vida (a los 7 días, a los 14 días y al 28 día), en tal sentido, para el desarrollo de esta investigación se realizará un total de 36 cilindros de muestra.

Seguidamente, se agregará la mezcla a los cilindros en tres capas, a las cuales se realizará el siguiente procedimiento: Se verterá la primera capa de 10

cm y se chuzeará con la varilla 25 veces, para después golpear el recipiente con un martillo de goma para eliminar las burbujas de aire; después de este procedimiento se agregará la segunda capa, en la que se insertará la varilla a una pulgada de la primera capa chuzandola 25 veces, se golpeará con la intención de eliminar las burbujas de aire. Y por último se agregará la tercera capa y se realizará el mismo procedimiento que en la segunda capa, esta vez chuzeando a una pulgada de la segunda capa.

Paso seguido se dejará los moldes con la mezcla durante 24 horas para el fraguado inicial, luego de ello se procederá a desmoldar para llevarlo a una piscina con agua y cal, donde se dé la fase de curación, en la que se sumergirá completamente el testigo hasta 4 horas antes del ensayo a la compresión.

Las 36 muestras, estarán bajo observación y se registrará las resistencias de los testigos cilíndricos a los 7 días de vida, 14 días de vida y 28 días de vida.

Los datos registrados de las muestras en sus diferentes días de vida, serán comparados para evidenciar si existe algún cambio significativo en la resistencia a la compresión del concreto.

### **3.6. Aspectos éticos**

Esta investigación sigue las directrices éticas de la universidad César Vallejo (2017) en la que refiere que el código de ética de IEEE Advancing Technology for Humanity es utilizado para las investigaciones relacionadas con las carreras profesionales de ingeniería, la cual vela por la calidad de vida de los seres humanos en relación con la tecnología, es por ello que es indispensable que se respete dicho código de manera responsable, honesta y profesional.

Así mismo afirmamos que esta investigación respeta los valores éticos en la elaboración de investigaciones, las mismas que como ya leímos inciden en la vida humana.

#### **IV. RESULTADOS**

En esta sección ejecutaremos la investigación de acuerdo a nuestros objetivos y procedimientos, utilizando los instrumentos que permitirán caracterizar los agregados y definir la pertinencia de dichos agregados con diferentes dosificaciones de cenizas orgánicas para mejorar la resistencia a la compresión de un concreto  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.

Primero se hizo la recolección de los agregados en el río Aguaytía, donde se halló agregados finos y grueso necesarios para la ejecución de la presente investigación. Posteriormente se pasó a recolectar la materia prima necesaria para las cenizas orgánicas con las que se trabajará como aditivo, las cuales son: hierva de cola de caballo y cáscara de arroz.

A continuación, presentaremos los resultados obtenidos de las características de las cenizas orgánicas y los agregados naturales encontrados en el río Aguaytía.

##### **4.1. Evaluación física del material conglomerante: Cemento y Cenizas de cola de caballo y cáscara de arroz.**

Para determinar por qué las cenizas orgánicas de cola de caballo y cáscara de arroz podrían funcionar como un buen aditivo para mejorar la resistencia a la compresión, es necesario que podamos conocer su composición, de tal manera que reconoceremos que elemento destaca en cada ceniza y cuál sería su relación con el conglomerante habitual el cual es el cemento.

##### **4.1.1. Evaluación física del Cemento:**

A continuación, se aprecia la composición química del cemento:

**Tabla 4** Composición química del cemento

Composición química		Resultado %
Óxido de calcio	CaO	61 % - 67 %
Óxido de silicio	SiO <sub>2</sub>	20 % - 27 %
Óxido de aluminio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4 % - 7 %
Óxido de hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2 % - 4 %
Dióxido de azufre	SO <sub>3</sub>	1 % - 3 %
Óxido de magnesio	MgO	1 % - 5 %
Óxido de potasio	K <sub>2</sub> O	0.25 % - 1.5 %
Óxido de sodio	Na <sub>2</sub> O	0.25 % - 1.5 %

*Nota:* En el cuadro se muestra la composición química del cemento

Como se puede apreciar, el cemento tiene un alto contenido de óxido de calcio (61 - 67 %), así como un porcentaje regular de óxido de silicio (20 -27 %). Lo que explica las propiedades físicas del cemento, ya que estos elementos permiten que el cemento sea un buen conglomerante, con capacidad moldeable y flexibilidad adecuada evitando la fisuración de la mezcla seca, además de tener la capacidad para retener el agua permitiendo la adherencia de los agregados finos y gruesos.

#### **4.1.2. Evaluación física de las cenizas de cola de caballo:**

En esta sección podremos conocer la composición química de la ceniza de cola de caballo, la cual determina sus propiedades físicas y lo que nos permitirá conocer la pertinencia del uso de este material como aditivo para fortalecer la resistencia del concreto.

**Tabla 5** Composición química de la ceniza de la Cola de Caballo obtenida por fluorescencia de rayos X

Composición química		Resultado (%)
Óxido de silicio	SiO <sub>2</sub>	81.797%
Óxido de calcio	CaO	12.473%
Óxido de aluminio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.420%
Dióxido de azufre	SO <sub>2</sub>	1.700%
Óxido de potasio	K <sub>2</sub> O	1.022%
Dióxido de cloro	ClO <sub>2</sub>	0.329%
Óxido de hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.160%
Óxido de estroncio	SrO	0.035%
Óxido de zinc	ZnO	0.031%
Óxido de titanio	TiO <sub>2</sub>	0.014%
Óxido de manganeso	MnO	0.011%
Óxido de arsénico	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.003%
Óxido de itrio	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.003%
Óxido de cromo	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.001%
Óxido de níquel	Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.001%
Óxido de circonio	ZrO <sub>2</sub>	0.001%
Total		100%

*Nota:* En el cuadro se muestra la composición química de la ceniza de la Cola de Caballo

En el caso de las cenizas de cola de caballo se puede apreciar un alto nivel de óxido de silicio (81.797%), y un porcentaje menor de óxido de calcio (12.473%). Estas características son similares a las que tiene el cemento, sin embargo, su proporción es inversa, lo que indica que su principal característica física es que este sirve como un buen antiaglomerante, además que permite espesar la mezcla para el concreto.

#### 4.1.3. Evaluación física de las cenizas de cáscara de arroz:

En esta sección podremos conocer la composición química de la ceniza de cáscara de arroz, la cual determina sus propiedades físicas.

**Tabla 6** *Composición química de la ceniza cascara de arroz obtenida por fluorescencia de rayos X*

Composición química		Resultado %
Óxido de silicio	SiO <sub>2</sub>	90%
Óxido de potasio	K <sub>2</sub> O	2.07%
Calcio	Ca	1.23%
Óxido de aluminio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.62%
Óxido de hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.50%
Óxido de magnesio	MgO	0.34%
Óxido de sodio	Na <sub>2</sub> O	< 0.32 %
Óxido de titanio	TiO <sub>2</sub>	0.03%
Pérdida al fuego		0.50%

*Nota:* En el cuadro se muestra la composición química de la ceniza de cáscara de arroz

En el caso de las cenizas de cáscara de arroz, se puede apreciar que en gran parte su composición comprende un gran porcentaje de óxido de silicio (90%), lo que indica que su principal característica física es que este es un material que permite controlar la viscosidad de la mezcla.

#### **4.2. Evaluación física del agregado: Agregados finos y agregados gruesos**

Para poder determinar el nivel de resistencia a la compresión de un concreto es necesario conocer las características del agregado con el que se trabajará, en este caso los agregados provienen del río Aguaytía, específicamente de la cantera Malik -1, a continuación, se muestran los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio realizados al material, los cuales comprenden los siguientes ensayos: Análisis granulométrico por tamizado, contenido de humedad, equivalente de arena, gravedad específica y absorción y el ensayo de partículas chatas y alargadas.

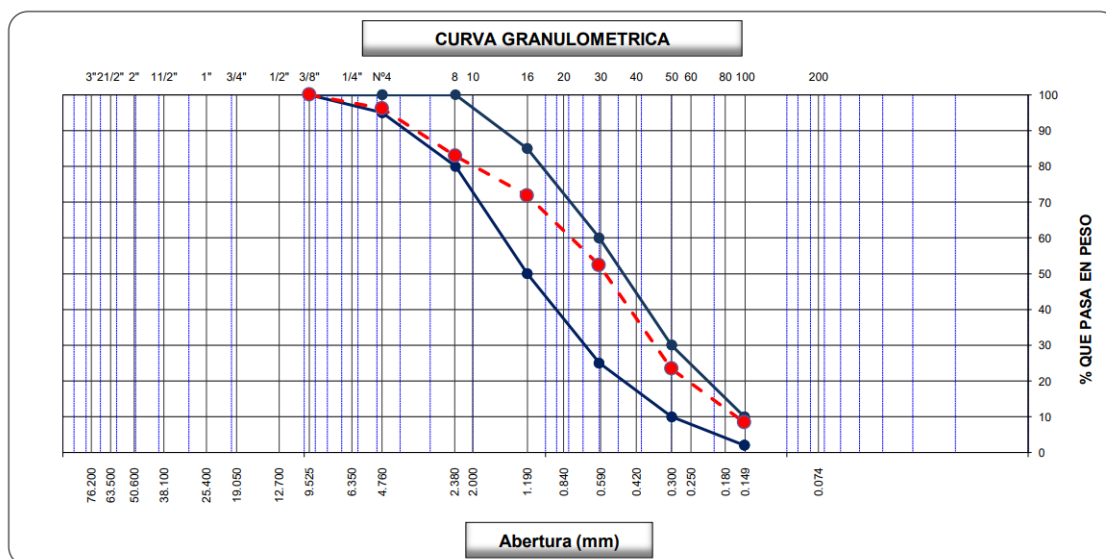


#### 4.2.1. Resultados del ensayo de análisis granulométrico

Figura 13 Análisis granulométrico

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Arena - Concreto		Descripcion
5"	127.000							<b>1. Peso de Material</b>
4"	101.600							Peso Inicial Total (gr.) <u>1,820.6</u>
3"	73.000							Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr.) _____
2 1/2"	60.300							
2"	50.800							<b>2. Caracteristicas</b>
1 1/2"	37.500							Tamaño Maximo _____
1"	25.400							Tamaño Maximo Nominal _____
3/4"	19.000							Grava (%) <u>3.8</u>
1/2"	12.700							Arena (%) <u>92.9</u>
3/8"	9.520				100.0	100	100	Finos (%) <u>3.3</u>
1/4"	6.350							Modulo de Fineza (%) <u>2.65</u>
N° 4	4.750	69.2	3.8	3.8	96.2	95	100	
N° 8	2.360	242.1	13.3	17.1	82.9	80	100	<b>3. Clasificacion</b>
N° 10	2.000							Limite Liquido (%) _____
N° 16	1.190	202.1	11.1	28.2	71.8	50	85	Limite Plastico (%) _____
N° 20	0.850							Indice de Plasticidad (%) _____
N° 30	0.600	353.2	19.4	47.6	52.4	25	60	Clasificacion SUCS _____
N° 40	0.420							Clasificacion AASHTO _____
N° 50	0.300	528.0	29.0	76.6	23.4	10	30	
N° 60	0.250							
N° 80	0.180							
N° 100	0.150	273.1	15.0	91.6	8.4	2	10	<b>5. Observaciones (Fuente de Normalizacion)</b>
N° 200	0.074	92.9	5.1	96.7	3.3			Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas
Pasante		60.1	3.3	100.0				Generales para Construccion" (EG-2013)

**Figura 14 Curva Granulométrica**



Como se aprecia en los resultados del análisis granulométrico, los agregados del río Aguaytía, comprende de un 92.9 % de arena y un 3.8 % de grava. Estos resultados también muestran la curva granulométrica lo que indica que el material se encuentra dentro de los parámetros requeridos.

#### 4.2.2. Resultados del ensayo de contenido de Humedad

**Tabla 7 Contenido de Humedad muestra Integral**

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1220.5	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1165.7	
Peso del agua contenida (gr)	54.8	
Peso de la muestra seca (gr)	1165.7	
Contenido de Humedad (%)	4.7	
Contenido de Humedad Promedio (%)	4.7	

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia

El contenido determina cuanto es el porcentaje de agua que contiene el material del estudio, en este caso los agregados cuentan con una humedad promedio de 4.7 %. También podemos observar que no se hallan registros de humedad en la grava mayor a  $\frac{3}{4}$  ", ya que como especifica en los resultados de granulometría, no se cuenta con grava mayor a ese tamaño.

#### 4.2.3. Resultados del ensayo de Equivalente de arena

**Tabla 8** *Equivalente de arena*

Descripción	U/m	Identificación			$\bar{X}$
		1	2	3	
Tamaño máximo (pasa malla N°4)	mm	4.76	4.76	4.76	
Hora de entrada a saturación		10:00	10:02	10:04	
Hora de salida de saturación (mas 10")		10:10	10:12	10:14	
Hora de entrada a decantación		10:12	10:14	10:16	
Hora de salida de decantación (mas 20")		10:32	10:34	10:36	
Altura máxima de material fino	mm	4.70	5.20	5.40	
Altura máxima de la arena	mm	4.01	4.48	4.64	
Equivalente de arena	%	85.40	86.20	86.00	<b>85.9</b>

*Nota:* El cuadro muestra el porcentaje equivalente de arena promedio

Como podemos observar en los resultados del ensayo de equivalente de arena, se cuenta con un promedio de 85.9 % de arena del total de la muestra.

#### 4.2.4. Resultados para el ensayo de gravedad Específica y Absorción

**Tabla 9** *Peso Unitario Suelto*

<b>Descripción</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso del recipiente + muestra (gr)	27953.0	27959	27910
Peso del recipiente (gr)	8075.0	8075.0	8075.0
Peso de la muestra (gr)	19878.0	19884	19835
Volumen (m <sup>3</sup> )	14091.0	14091.0	14091.0
Peso Unitario Suelto Húmedo (kg/cm <sup>3</sup> )	1.411	1.411	1.408
Peso Unitario Suelto Seco		1.410	

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia

En la Tabla 9 se aprecia el peso unitario suelto de los agregados, el cual tienen 1.410 kg /cm<sup>3</sup>.

**Tabla 10** *Peso Unitario compactado*

<b>Descripción</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso del recipiente + muestra (gr)	30182.0	30097	30235
Peso del recipiente (gr)	8075.0	8075.0	8075.0
Peso de la muestra (gr)	22107.0	22022	22160
Volumen (m <sup>3</sup> )	14091.0	14091.0	14091.0
Peso Unitario Suelto Húmedo (kg/cm <sup>3</sup> )	1.569	1.563	1.573
Peso Unitario Suelto Compactado		1.568	

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia

En la tabla 10 se aprecia el peso unitario compactado el cual alcanza 1.568 kg /cm<sup>3</sup>.

#### 4.2.5. Resultados del ensayo de partículas Chatas y alargadas

**Figura 15** *Partículas Chatas y alargadas*

Tamaño Maximo de Agregado		Agregado Grueso			Particulas Chatas y Alargadas				Chata y Alargadas % Parcial H=G
		Peso Retenido	% Retenido	% que Pasa	Peso de Fraccion	Peso E	(%) $F=((E/D)*100)$	% Corregido $G=F*B$	
Tamiz	Retenido	A	B	C	D	E	F	G	H
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"								
1"	3/4"								
3/4"	1/2"	1533	20.9	79.1	1900	30.0	1.6	33.0	33.0
1/2"	3/8"	2964	40.4	59.6	650	18.5	2.8	115.0	115.0
3/8"	1/4"	2841	38.7	61.3	410	26.5	6.5	250.2	250.2
Total		7338.0	100.0	0.0	8460	75		398.2	398.2

Resultados: Se halló un peso total de la Muestra de 2960.0 y 4 partículas chatas y alargadas, las cuales no son muy comunes, ya que generalmente el desgaste de esas rocas es provocado según conveniencia.

#### 4.3. Características de los agregados para el diseño de concreto

Para evaluar la resistencia a la compresión de un concreto  $f_c$  280, es necesario hacer previamente un diseño para el concreto, este comprende la selección de los materiales, determinar las características óptimas de los agregados y la dosificación de los materiales para mezcla, en este caso también se adicionará cenizas de cola de caballo y cascará de arroz al 15%, 20% y 25%. Para la mezcla del concreto se utilizaron los siguientes materiales:

**Tabla 11** *Materiales para muestra de concreto*

---

<b>Elementos de la mezcla</b>
Grava Chancada 1" - Cantera Malik 1
Arena Zarandeada 3/8" - Cantera Malik 1
Cemento "Portland Tipo I "ANDINO"
Aditivo a base de Cenizas Orgánicas compuestas por Cola de Caballo y Cascara de Arroz - Concreto Patrón 0% - 15% - 20% - 25%

---

*Nota:* En el cuadro, se muestra los elementos para la mezcla o pasta de concreto.

Para realizar el diseño de la mezcla del concreto es necesario obtener las características fisicomecánicas de ambos agregados (finos y gruesos), por lo que se realizó ensayos de granulometría, módulo de fineza, humedad natural, peso unitario y gravedad específica, detallados a continuación:

#### **4.3.1. Granulometría para el diseño de concreto**

Se muestra el porcentaje de retención en las mallas, en la malla  $\frac{3}{4}$ " se observa que se retiene un 18.4% de agregado grueso, y en la malla N° 200 se retiene 2.7%. Esto indica que los materiales son aptos para el diseño de concreto que se desarrolló.

### 4.3.2. Módulo de fineza para el diseño de concreto

**Tabla 12** *Módulo de fineza para el diseño de concreto*

Módulo de fineza del diseño	
Agregado grueso	7.63
Agregado Fino	2.27

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia

La Tabla 12, indica que el 7.63 % de la mezcla del concreto está integrada por los agregados gruesos, mientras que el 2.27% lo compone el agregado fino.

### 4.3.3. Humedad natural para el diseño de concreto

**Tabla 13** *Humedad natural para el diseño de concreto*

Humedad natural	Grueso	Fino
Redondeado (1) Angular (2)	2	
Peso Húmedo +Tara	1376.4	685.6
Peso Seco +Tara	1364.0	669.8
Peso Lavado +Tara		
Peso Tara		
% Humedad	0.91%	2.36%
Verificación		

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia

En la tabla 13, se aprecia que el agregado grueso cuenta con 0.91% de humedad, mientras que el agregado fino cuenta con un 2.36% de humedad, estos valores son bajos, lo cual es beneficioso para el diseño de concreto.

#### 4.3.4. Pesos Unitarios para el diseño de concreto

**Tabla 14** Pesos Unitarios para el diseño de concreto

<b>Pesos Unitarios</b>			
Diámetro Molde	cm		25.3
Altura Molde	cm		28.0
Volumen Molde	cm <sup>3</sup>		14091
Peso Molde	kg		8075
<b>Agregado Grueso</b>		<b>Agregado Fino</b>	
<b>Suelto</b>	<b>Compactado</b>	<b>Suelto</b>	<b>Compactado</b>
1.437	1.588	1.411	1.569
1.433	1.580	1.411	1.563
1.439	1.583	1.408	1.573
1,436	1,584	1,410	1,568

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia

Como se observa en la tabla 14, se muestra el peso suelto y el peso compactado de los agregados gruesos y finos, donde se obtiene para el agregado grueso un peso suelto promedio de 1,436 kg/cm<sup>3</sup> y un peso compactado promedio de 1,568 kg/cm<sup>3</sup>, esto indica que los agregados son sometidos a presión lo cual aumenta su peso al ser comprimido.

#### 4.3.5. Resumen de características de los áridos para el diseño de concreto

**Tabla 15** Características de los áridos para el diseño de concreto

<b>Propiedades</b>	<b>Grueso</b>	<b>Fino</b>
Peso unitario seco varillado	1,584	1,568
Peso unitario seco suelto	1,436	1,410
Peso específico	2.596	2.654
% Humedad	0.9%	2.4%
% Absorción	1.27%	0.50%

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia



En la tabla 15 se aprecia las características de los agregados finos y gruesos, necesarios para la mezcla del concreto.

#### 4.3.6. Tipo de cemento

Para realizar la mezcla del concreto patrón y el concreto experimental, se hizo uso del cemento I (ANDINO), el cual cuenta con un peso específico de 3.15 kg/cm<sup>3</sup>.

#### 4.3.7. Características de la mezcla

La mezcla tiene un Slump en pulgadas (cálculo de diseño) de 4, lo cual se encuentra dentro de los parámetros comprendidos de 4 a 8 según la norma, considerando cada pulgada en 25.4 mm como tamaño máximo.

#### 4.4. Cálculos de dosificación para el diseño de concreto

**Tabla 16** Cálculos de dosificación para el diseño de concreto

Cálculos de dosificación		
Factor cemento	kg/m <sup>3</sup>	350
	bl/m <sup>3</sup>	8.2
Volumen agregado grueso		0.68
Contenido de aire atrapado e incorp	%	1.5
Peso del agregado grueso	kg/m <sup>3</sup>	1084.27
Volumen total sin arena		0.745
Volumen agregado fino		0.255
Peso agregado fino	kg/m <sup>3</sup>	676.34

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 16, para la mezcla se hizo uso de 350 kg/m<sup>3</sup> de cemento, para ello se utilizó 8.2 bolsas de cemento I (ANDINO), en

función a esto se usó 1084.27 kg/m<sup>3</sup> de agregado grueso y 676.34 kg/m<sup>3</sup> de agregado fino.

#### 4.4.1. Corrección por humedad y Absorción – Concreto Patrón

**Tabla 17** Corrección por humedad y Absorción – Concreto Patrón

<b>Corrección por humedad y Absorción</b>	
Agregado grueso	1,094.13
Agregado fino	692.29
Corrección por agua aporte de áridos	8.59
Volumen efectivo de agua	192.4

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia

En la tabla 17 se aprecia la corrección por humedad y Absorción, donde al agregado grueso inicial (1084.27 kg/m<sup>3</sup>) se le agrega el porcentaje de humedad 0.91% por lo que se obtiene 1094.13 Kg/m<sup>3</sup>; En el caso del agregado fino inicial (676.34 kg/m<sup>3</sup>) se le agrega 2.36% del porcentaje de absorción obteniendo 692.29 Kg/m<sup>3</sup> de agregado fino.

#### 4.4.2. Concreto con adición del 15% de cenizas orgánicas

Como se observa en la tabla 16, se hizo uso de 350 kg/m<sup>3</sup> de cemento, para esta investigación se adicionará el 15% de cenizas orgánicas (50% cola de caballo + 50% cascará de arroz) respecto a la cantidad del cemento (350 kg/m<sup>3</sup>), lo cual resulta en **52.50 kg/m<sup>3</sup>**.

#### 4.4.3. Concreto con adición del 20% de cenizas orgánicas (50% cola de caballo + 50% cascara de arroz)

Como se observa en la tabla 16, se hizo uso de 350 kg/m<sup>3</sup> de cemento, para esta investigación se adicionará el 20% de cenizas orgánicas (50% cola

de caballo + 50% cascará de arroz) respecto a la cantidad del cemento (350 kg/m<sup>3</sup>), lo cual resulta en **70.01 kg/m<sup>3</sup>**.

#### **4.4.4. Concreto con adición del 25% de cenizas orgánicas (50% cola de caballo + 50% cascara de arroz)**

Como se observa en la tabla 16, se hizo uso de 350 kg/m<sup>3</sup> de cemento, para esta investigación se adicionará el 25% de cenizas orgánicas (50% cola de caballo + 50% cascará de arroz) respecto a la cantidad del cemento (350 kg/m<sup>3</sup>), lo cual resulta en **87.51 kg/m<sup>3</sup>**.

Habiendo definido las proporciones de los materiales, tales como: Cemento (350 kg/m<sup>3</sup>), agregado grueso (1094.13 Kg/m<sup>3</sup>), agregado fino (692.29 Kg/m<sup>3</sup>), agua (192.4 L/m<sup>3</sup>) y cenizas orgánicas al 15% (52.50 kg/m<sup>3</sup>), 20% (70.01 kg/m<sup>3</sup>) y 25% (87.51 kg/m<sup>3</sup>). Se ejecutó el diseño en físico, con los pesos teóricos de cada insumo en la mezcladora.

#### **4.4.5. Procedimiento de moldeo del concreto**

Luego de obtener una mezcla uniforme se procedió a verter la mezcla en una carretilla, en la cual se tomó la temperatura y se procedió a hacer el Slump test, con el cono de ABRAMS, de tal manera que moldeamos el concreto en testigos cilíndricos debidamente identificados de 181.5 cm cada uno.

Se agregó la mezcla en tres capas, a las cuales se realizó el siguiente procedimiento: Se procedió a verter la primera capa de 10 cm, en la que se chuzó con la varilla 25 veces, para después golpear el recipiente con un martillo de goma para eliminar las burbujas de aire; después de este

procedimiento se agregó la segunda capa, en la que se insertó la varilla a una pulgada de la primera capa chuzeandola 25 veces, para la segunda capa también se golpeó con la intención de eliminar las burbujas de aire.

Se agregó la tercera capa y se realizó el mismo procedimiento que en la segunda capa, esta vez chuzeando a una pulgada de la segunda capa. Se procedió a dejar los moldes con la mezcla durante 24 horas para el fraguado inicial, luego de ello se procedió a desmoldar para llevarlo a la piscina con agua y cal, donde se procedió con la fase de curación, en la que se sumergió completamente el testigo hasta 4 horas antes del ensayo a la compresión.

#### **4.5. Ensayos de resistencia a la compresión al 0%, 15%, 20% y 25% de aditivo de cenizas orgánicas.**

Habiendo ejecutado el moldeo del concreto, se retiró los testigos de concreto patrón y concreto experimental (con aditivos al 15%,20% y 25% de cenizas orgánicas) cuatro horas antes del ensayo de resistencia a la compresión, obteniendo los siguientes resultados:

#### 4.5.1. Ensayos de resistencia a la compresión del concreto patrón

**Tabla 18** Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7 días

Descripción	Resistencia a los 7 días		Condición Cumple / No Cumple
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
Nº de datos	3	3	
Sumatoria	638.1	149.8	
Desviación Standard	6.1	1.7	
Mínimo	206.4	73.7	
Promedio	212.7	76	Cumple
Máximo	218.6	76.1	
Resistencia mínima requerida		70%	

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia

En la tabla 18, Se aprecia los resultados del ensayo a la compresión del concreto patrón a los 7 días de vida, donde se observa que se obtuvo una resistencia de 212.7 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 76%, La norma indica que a los 7 días se requiere el 70% de resistencia, lo que indica que nuestra muestra de concreto patrón es 6% más resistente.

**Tabla 19 Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 14 días**

Descripción	Resistencia a los 14 días		Condición Cumple / No Cumple
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
Nº de datos	3	3	
Sumatoria	781.4	279.1	
Desviación Standard	8.9	3.2	
Mínimo	251.7	89.9	
Promedio	260.5	93	Cumple
Máximo	269.6	96.3	
Resistencia mínima requerida		90%	

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia

En la tabla 19, Se aprecia los resultados del ensayo a la compresión del concreto patrón a los 14 días de vida, donde se observa que se obtuvo una resistencia de 260.5 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 93%, La norma refiere que a los 14 días se requiere el 90% de resistencia, lo que indica que nuestra muestra de concreto patrón es 3% más resistente.

**Tabla 20 Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días**

Descripción	Resistencia a los 28 días		Condición Cumple / No Cumple
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
Nº de datos	3	3	
Sumatoria	940.5	335.9	
Desviación Standard	7.0	2.5	
Mínimo	305.8	109.2	
Promedio	313.5	112	Cumple
Máximo	319.4	114.1	
Resistencia mínima requerida		100%	

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia

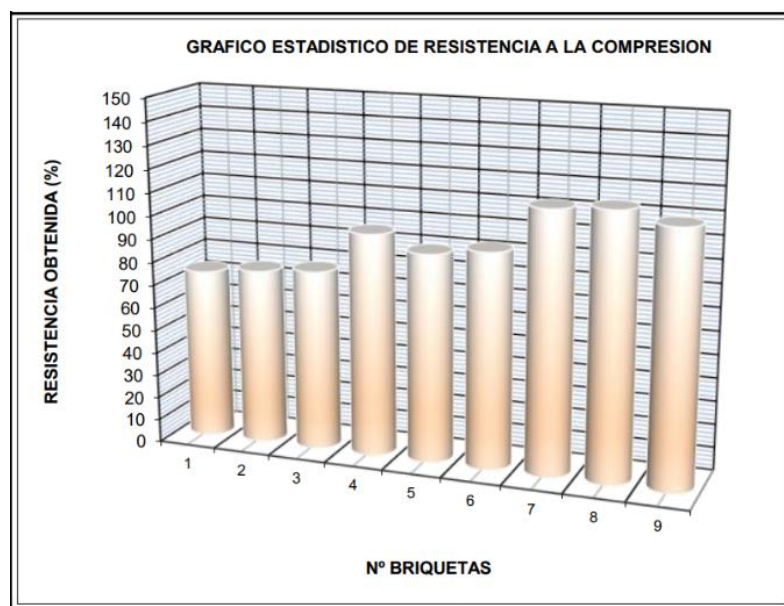
En la tabla 20, Se aprecia los resultados del ensayo a la compresión del concreto patrón a los 28 días de vida, donde se observa que se obtuvo una resistencia de 313.5 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 112%, La norma refiere que a los 28 días se requiere el 100% de resistencia, lo que indica que nuestra muestra de concreto patrón es 12% más resistente.

**Figura 16 Cuadro de resumen de resistencia a la compresión del concreto patrón**

Nº	ESTRUCTURA	ELEMENTO	SECTOR / UBICACIÓN	SLUMP		EDAD		FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESULTADOS		RESULTADO PROMEDIO (%)
				Pulg	Días	Moldeo	Rotura	Kg/cm <sup>2</sup>	%							
01	DISEÑO PATRON	SIN ADITIVO	--	6"	7	21-05-22	28-05-22	15.2	37459	181.5	280	206.4	74	76		
02								15.2	38675	181.5	280	213.1	76			
03								15.2	39660	181.5	280	218.6	78			
04					14	21-05-22	04-06-22	15.2	48916	181.5	280	269.6	96	93		
05								15.2	45675	181.5	280	251.7	90			
06								15.2	47195	181.5	280	260.1	93			
07					28	21-05-22	18-06-22	15.2	57199	181.5	280	315.2	113	112		
08								15.2	57966	181.5	280	319.4	114			
09								15.2	55490	181.5	280	305.8	109			

Como apreciamos en la ilustración 19, el concreto patrón obtiene un porcentaje superior a los límites permisibles de la norma en cuanto a la resistencia a la compresión, ya que a los 7 días se obtuvo un 6% más, a los 14 días un 3% más, y a los 28 días es 12% más resistente.

**Figura 17** Gráfica de resumen de resistencia a la compresión del concreto patrón



En el gráfico se aprecia las briquetas que se realizaron para el ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días. Ensayos de resistencia a la compresión al 15%

**Tabla 21** Resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 15% a los 7 días

Descripción	Resistencia a los 7 días		Condición Cumple / No Cumple
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
Nº de datos	3	3	
Sumatoria	609.2	145.0	
Desviación Standard	0.3	0.1	
Mínimo	202.8	72.4	
Promedio	203.1	73	Cumple
Máximo	203.3	72.6	
Resistencia mínima requerida		70%	

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia



En la tabla 21, Se aprecia los resultados del ensayo a la compresión del concreto experimental con 15% de cenizas orgánicas a los 7 días de vida, donde se observa que se obtuvo una resistencia de 203.1 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 73%, La norma refiere que a los 7 días se requiere el 70% de resistencia, lo que indica que nuestra muestra de concreto experimental con 15% de cenizas orgánicas es 3% más resistente.

**Tabla 22** Resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 15% a los 14 días

Descripción	Resistencia a los 14 días		Condición Cumple / No Cumple
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
Nº de datos	3	3	
Sumatoria	851.1	304.0	
Desviación Standard	5.8	2.1	
Mínimo	277.1	99.0	
Promedio	283.7	101	Cumple
Máximo	287.2	102.6	
Resistencia mínima requerida		90%	

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia

En la tabla 22, Se aprecia los resultados del ensayo a la compresión del concreto experimental con 15% de cenizas orgánicas a los 14 días de vida, donde se observa que se obtuvo una resistencia de 283.7 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 101%, La norma refiere que a los 14 días se requiere el 90% de resistencia, lo que indica que nuestra muestra de concreto patrón es 11% más resistente.

**Tabla 23** Resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 15% a los 28 días

Descripción	Resistencia a los 28 días		Condición Cumple / No Cumple
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
Nº de datos	3	3	
Sumatoria	1092.4	390.1	
Desviación Standard	2.2	0.8	
Mínimo	362.6	129.5	
Promedio	364.1	130	Cumple
Máximo	366.6	130.9	
Resistencia mínima requerida		100%	

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia

En la tabla 23, Se aprecia los resultados del ensayo a la compresión del concreto patrón a los 28 días de vida, donde se observa que se obtuvo una resistencia de 364.1 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 130%, La norma refiere que a los 28 días se requiere el 100% de resistencia, lo que indica que nuestra muestra de concreto patrón es 30% más resistente.

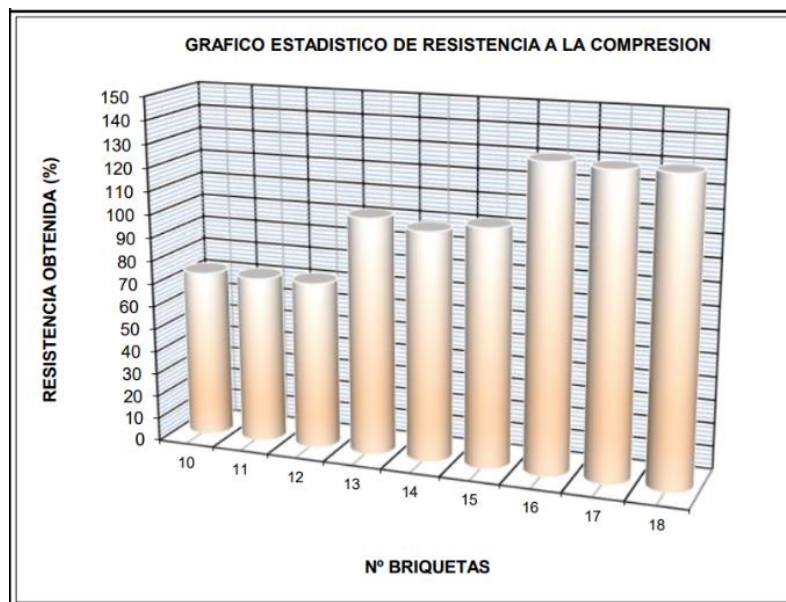
**Figura 18** Resumen de resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 15%

Nº	ESTRUCTURA	ELEMENTO	SECTOR / UBICACIÓN	SLUMP		FECHA			Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESULTADOS		RESULTADO PROMEDIO (%)
				Pulg	Días	Moldeo	Rotura	Kg/cm <sup>2</sup>					%		
10	DISEÑO DE CONCRETO	15 % DE ADITIVO	--	5"	7	21-05-22	28-05-22	15.2	36890	181.5	280	203.3	73	73	
11								15.2	36799	181.5	280	202.8	72		
12								15.2	36855	181.5	280	203.1	73		
13					14	21-05-22	04-06-22	15.2	52119	181.5	280	287.2	103	101	
14								15.2	50276	181.5	280	277.1	99		
15								15.2	52050	181.5	280	286.8	102		
16					28	21-05-22	18-06-22	15.2	66527	181.5	280	366.6	131	130	
17								15.2	65794	181.5	280	362.6	129		
18								15.2	65905	181.5	280	363.2	130		

Como apreciamos en la ilustración 21, el concreto experimental con 15% de cenizas orgánicas, obtiene un porcentaje superior a los límites permisibles de la norma en cuanto a la resistencia a la compresión, ya que a

los 7 días se obtuvo un 3% más, a los 14 días un 1% más, y a los 28 días es 30% más resistente

**Figura 19** Gráfica de resumen de resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 15%



En el gráfico se aprecia las briquetas que se realizaron para el ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días.

#### 4.5.2. Ensayos de resistencia a la compresión al 20%

**Tabla 24** Resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 20% a los 7 días

Descripción	Resistencia a los 7 días		Condición Cumple / No Cumple
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
Nº de datos	3	3	
Sumatoria	606.3	142.4	
Desviación Standard	5.8	1.7	
Mínimo	196.0	70.0	
Promedio	202.1	72	Cumple
Máximo	207.5	72.4	
Resistencia mínima requerida		70%	

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia

En la tabla 24, Se aprecia los resultados del ensayo a la compresión del concreto experimental con 20 % de cenizas orgánicas a los 7 días de vida, donde se observa que se obtuvo una resistencia de 202.1 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 72%, La norma refiere que a los 7 días se requiere el 70% de resistencia, lo que indica que nuestra muestra de concreto experimental es 2% más resistente.

**Tabla 25** Resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 20% a los 14 días

Descripción	Resistencia a los 14 días		Condición Cumple / No Cumple
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
Nº de datos	3	3	
Sumatoria	878.4	313.7	
Desviación Standard	6.1	2.2	
Mínimo	286.5	102.3	
Promedio	292.8	105	Cumple
Máximo	298.8	106.7	
Resistencia mínima requerida		90%	

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia

En la tabla 25, Se aprecia los resultados del ensayo a la compresión del concreto experimental con 20 % de cenizas orgánicas a los 14 días de vida, donde se observa que se obtuvo una resistencia de 292.8 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 105%, La norma refiere que a los 14 días se requiere el 90% de resistencia, lo que indica que nuestra muestra de concreto experimental es 15% más resistente.

**Tabla 26 Resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 20% a los 28 días**

Descripción	Resistencia a los 28 días		Condición Cumple / No Cumple
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
Nº de datos	3	3	
Sumatoria	1080.0	385.7	
Desviación Standard	4.3	1.5	
Mínimo	357.1	127.5	
Promedio	360.0	129	Cumple
Máximo	365.0	130.3	
Resistencia mínima requerida		100%	

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia

En la tabla 26, Se aprecia los resultados del ensayo a la compresión del concreto patrón a los 28 días de vida, donde se observa que se obtuvo una resistencia de 360.0 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 129%, La norma refiere que a los 28 días se requiere el 100% de resistencia, lo que indica que nuestra muestra de concreto patrón es 29 % más resistente.

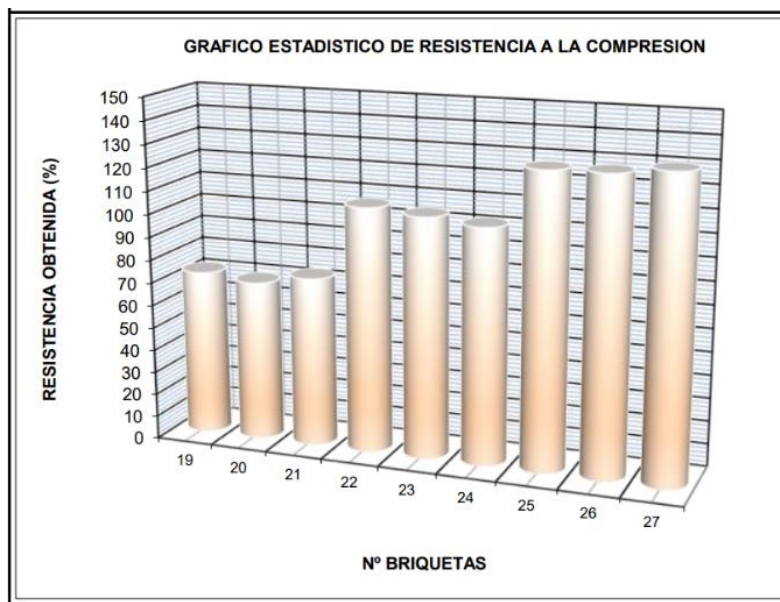
**Figura 20 Gráfica de resumen de resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 15%**

Nº	ESTRUCTURA	ELEMENTO	SECTOR / UBICACIÓN	SLUMP		FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESULTADOS		RESULTADO PROMEDIO (%)
				Pulg	Días	Moldeo	Rotura					Kg/cm <sup>2</sup>	%	
19	DISEÑO DE CONCRETO	20 % DE ADITIVO	--	5"	7	21-05-22	28-05-22	15.2	36802	181.5	280	202.8	72	72
20								15.2	35567	181.5	280	196.0	70	
21								15.2	37645	181.5	280	207.5	74	
22					14	21-05-22	04-06-22	15.2	54216	181.5	280	298.8	107	105
23								15.2	53185	181.5	280	293.1	105	
24								15.3	52674	183.9	280	286.5	102	
25					28	21-05-22	18-06-22	15.3	65660	183.9	280	357.1	128	129
26								15.3	65798	183.9	280	357.9	128	
27								15.3	67102	183.9	280	365.0	130	

Como apreciamos en la ilustración 23, el concreto experimental con 20% de cenizas orgánicas, obtiene un porcentaje superior a los límites permisibles de la norma en cuanto a la resistencia a la compresión, ya que a

los 7 días se obtuvo un 2% más, a los 14 días un 5% más, y a los 28 días es 29% más resistente.

**Figura 21** Gráfica de resumen de resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 20%



En el gráfico se aprecia las briquetas que se realizaron para el ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días.

#### 4.5.3. Ensayos de resistencia a la compresión al 25%

**Tabla 27** Resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 25% a los 7 días

Descripción	Resistencia a los 7 días		Condición Cumple / No Cumple
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
Nº de datos	3	3	
Sumatoria	525.1	121.4	
Desviación Standard	9.3	1.7	
Mínimo	166.7	59.6	
Promedio	175.0	63	No Cumple
Máximo	185.0	61.9	
Resistencia mínima requerida		70%	

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia

En la tabla 27, Se aprecia los resultados del ensayo a la compresión del concreto experimental con 25% de cenizas orgánicas a los 7 días de vida, donde se observa que se obtuvo una resistencia de 175.0 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 63%, Inferior en 7% a los requerimientos de la norma, la cual especifica que a los 7 días de prueba se requiere mínimamente el 70 % de resistencia.

**Tabla 28** Resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 25% a los 14 días

Descripción	Resistencia a los 14 días		Condición Cumple / No Cumple
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
Nº de datos	3	3	
Sumatoria	592.7	211.7	
Desviación Standard	3.1	1.1	
Mínimo	194.1	69.3	
Promedio	197.6	71	No Cumple
Máximo	199.9	71.4	
Resistencia mínima requerida		90%	

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia

En tabla 28, Se aprecia los resultados del ensayo a la compresión del concreto experimental con 25% de cenizas orgánicas a los 14 días de vida, donde se observa que se obtuvo una resistencia de 197.6 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 71%, Inferior en 19% a los requerimientos de la norma, la cual especifica que a los 14 días de prueba se requiere mínimamente el 90 % de resistencia.

**Tabla 29** Resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 25% a los 28 días

Descripción	Resistencia a los 28 días		Condición Cumple / No Cumple
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
Nº de datos	3	3	
Sumatoria	622.1	222.2	
Desviación Standard	12.5	4.5	
Mínimo	194.1	69.3	
Promedio	207.4	74	No Cumple
Máximo	218.9	78.2	
Resistencia mínima requerida		100%	

*Nota:* El cuadro es de elaboración propia

En la tabla 29, Se aprecia los resultados del ensayo a la compresión del concreto patrón a los 28 días de vida, donde se observa que se obtuvo una resistencia de 207.4 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 74 %, La norma refiere que a los 28 días se requiere el 100% de resistencia, lo que indica que nuestra muestra de concreto patrón es 26% menos resistente.

**Figura 22** Cuadro de resumen de resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 25%

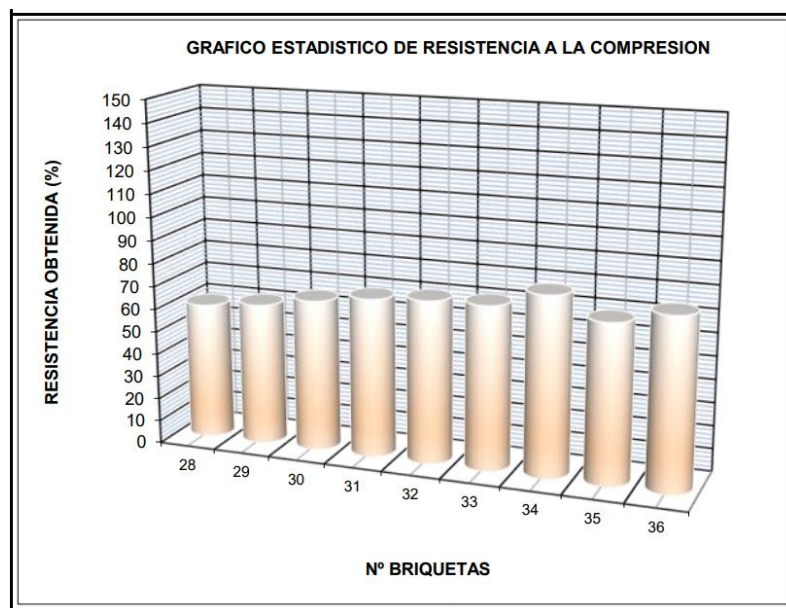
Nº	ESTRUCTURA	ELEMENTO	SECTOR / UBICACIÓN	SLUMP		EDAD		FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESULTADOS		RESULTADO PROMEDIO (%)
				Pulg	Días	Moldeo	Rotura	Kg/cm <sup>2</sup>	%							
28	DISEÑO DE CONCRETO	25 % DE ADITIVO	--	4*	7	21-05-22	28-05-22	15.2	30258	181.5	280	166.7	60	63		
29								15.2	31446	181.5	280	173.3	62			
30								15.2	33576	181.5	280	185.0	66			
31						14	21-05-22	04-06-22	15.2	35218	181.5	280	194.1		69	
32									15.3	36546	183.9	280	198.8		71	
33									15.3	36744	183.9	280	199.9		71	
34					28	21-05-22	18-06-22	15.3	40250	183.9	280	218.9	78	74		
35								15.3	35679	183.9	280	194.1	69			
36								15.3	38449	183.9	280	209.1	75			

Como apreciamos en la figura 22 el concreto experimental con 25% de cenizas orgánicas, obtiene un porcentaje inferior a los límites permisibles de



la norma en cuanto a la resistencia a la compresión, ya que a los 7 días se obtuvo un 7% menos, a los 14 días un 19% y a los 28 días un 26% menos resistente. Lo que indica que el porcentaje (25%) de adición de las cenizas orgánicas de cola de caballo y cascara de arroz, no fortalece la resistencia a la compresión del concreto.

**Figura 23** Gráfica de resumen de resistencia a la compresión del concreto con aditivo al 25%



En el gráfico se aprecia las briquetas que se realizaron para el ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días, como se observa se realizaron tres briquetas por periodos de vida, esto según las indicaciones del manual de ensayo de materiales.

#### 4.6. Resultados Finales

Según los resultados obtenidos a los 7, 14 y 28 días del concreto con adición de cenizas al 0%, 15%, 20% y 25%, se pudo conocer que la resistencia a la compresión del concreto depende de la calidad de del cemento y los agregados, estos pueden superar los porcentajes de resistencia por sí solos, sin embargo según los experimentos realizados pudimos observar que este porcentaje puede ser mucho más elevados dependiendo de los aditivos que se utilicen, en este caso las cenizas de cola de caballo y cáscara de arroz combinadas son un excelente aditivo, sin embargo, esto dependerá del porcentaje de adición.

**Tabla 30** *Resumen de resistencias a los 28 días con 0%, 15%, 20% y 25% de aditivos*

Estructura	Elemento	Edad (días)	Resistencia promedio	
			Kg/cm <sup>3</sup>	%
Diseño Patrón	Sin aditivo	28	313.5	112
Diseño de Concreto	15% de aditivo	28	364.1	130
Diseño de Concreto	20 % de aditivo	28	360.0	129
Diseño de Concreto	25 % de aditivo	28	207.4	74

Nota: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 30, se hace la comparación del concreto patrón con el concreto experimental con 15%, 20% y 25% de aditivo orgánico. Según se aprecia el diseño patrón es 12% más resistente por sí solo, sin embargo, cuando adicionamos 15% de cenizas orgánicas se obtiene un 30 % más de resistencia; pero cuanto más aditivos orgánicos se añaden, la

resistencia se reduce; en el caso del 20% de adición se gana un 29% más de resistencia, un punto menos al anterior, mientras que el aditivo al 25% reduce por completo la resistencia con un porcentaje inferior de 74% al 100% de referencia.

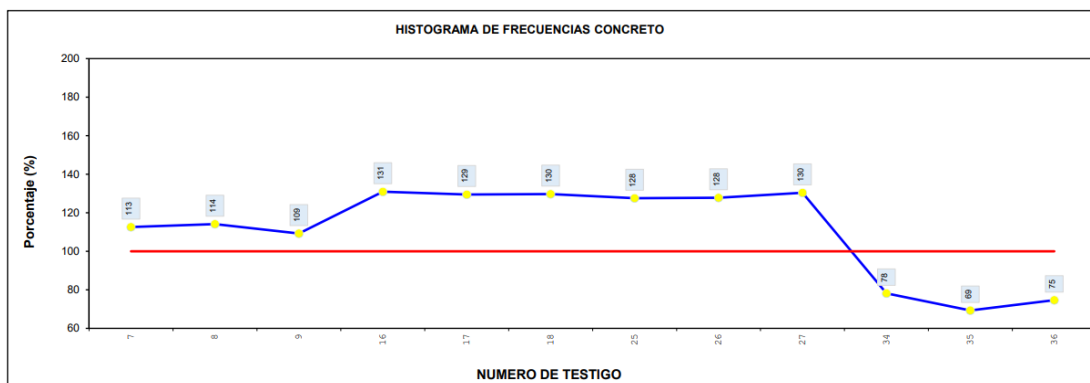
**Tabla 31** *Resultado del ensayo de resistencia a compresión con aditivos orgánicos*

<b>Resultado del ensayo de resistencia a compresión con aditivos orgánicos</b>				
<b>Estructura</b>	<b>Elemento</b>	<b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Condición</b>
Diseño patrón	Sin aditivo	313.5	112	Cumple
Diseño experimental	15% de aditivo	364.1	130	Cumple
Diseño experimental	20% de aditivo	360.0	129	Cumple
Diseño experimental	25% de aditivo	207.4	74	No Cumple

*Nota: El cuadro es de elaboración propia*

Como se aprecia en la tabla 31, el aditivo de cenizas orgánicas de cola de caballo y cáscara de arroz al 15 % permite que la resistencia a la compresión alcance un 30% más, en comparación con los otros porcentajes de adición, este es el más apto como muestra el siguiente cuadro:

**Figura 24** Histograma de resistencia del concreto al 0%,15%, 20% y 25% de adición de cenizas orgánicas



Como se aprecia en el gráfico las nueve primeras muestras correspondientes al 0%, 15% y 20%, nos arrojan resultados superiores a la norma (100%), sin embargo, las muestras del 25% indican todo lo contrario, ya que obtienen valores inferiores.

#### 4.7. Prueba de Hipótesis

**Tabla 32** Estadísticas de muestra única 15% de cenizas orgánicas

Estadísticas de muestra única				
	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Resistencia	4	122,50	15,022	7,511

Nota: En la tabla se muestra la media (122.50) de las muestras a los 28 días con aditivos al 15%.

Como se observa en la tabla 33, la media corresponde a 122,50%, la cual es superior en un 22,5 % con respecto a la resistencia del 100 % que indica la norma para los 28 días

**Tabla 33** Prueba T de Hipótesis para el 15% de cenizas orgánicas

Prueba de muestra única						
Valor de prueba = 100						
Resistencia	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
	2,996	3	<b>,058</b>	22,500	-1,40	46,40

Nota: La significancia (0.058) indica al ser mayor que el 0.05 de error, se rechaza la hipótesis nula

Por lo tanto, se acepta la H1: Las cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz al 15% como aditivo mejoran la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c280\text{kg/cm}^2$ , 2022.

**Tabla 34** Estadísticas de muestra única 20% de cenizas orgánicas

Estadísticas de muestra única				
Resistencia	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
		4	121,50	14,364

Nota: En la tabla se muestra la media (121,50) de las muestras a los 28 días con aditivos al 20%.

Como se observa en la tabla 35, la media corresponde a 121,50%, la cual es superior en un 21,5 % con respecto a la resistencia del 100 % que indica la norma para los 28 días

**Tabla 35 Prueba T de Hipótesis para el 20% de cenizas orgánicas**

<b>Prueba de muestra única</b>						
Valor de prueba = 100						
Resistencia	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
	2,994	3	,058	21,500	-1,36	44,36

Nota: La significancia (0.58) indica al ser mayor que el 0.05 de error, se rechaza la hipótesis nula

Por lo tanto, se rechaza la H0, y se acepta la H1: Las cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz al 20% como aditivo mejoran la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c280\text{kg/cm}^2$ , 2022.

**Tabla 36 Estadísticas de muestra única 25% de cenizas orgánicas**

<b>Estadísticas de muestra única</b>				
Resistencia	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
		3	74,00	4,583

Nota: En la tabla se muestra la media (74,00) de las muestras a los 28 días con aditivos al 25%.

Como se observa en la tabla 37, la media corresponde a 74%, la cual es inferior en un 26 % con respecto a la resistencia del 100 % que indica la norma para los 28 días

**Tabla 37 Prueba T de Hipótesis para el 25% de cenizas orgánicas**

Prueba de muestra única						
Valor de prueba = 100						
Resistencia	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
	-9,827	2	,010	-26,000	-37,38	-14,62

Nota: La significancia (0.010) indica al ser menor que el 0.05 de error, no se rechaza hipótesis nula

Por lo tanto, se acepta la H0: Las cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz al 25% como aditivo no logran mejorar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c280\text{kg/cm}^2$ , 2022, rechazando así la H1: Las cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz al 25% como aditivo mejoran la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c280\text{kg/cm}^2$ , 2022.

## V. DISCUSIONES

Según los resultados se pudo observar que la resistencia a la compresión mejora en un 30 % más con aditivos de cenizas orgánicas al 15%. Lo que valida la hipótesis planteada, siendo la adición al 15% la más favorable; en contraste con nuestros antecedentes , Velásquez (2018) adicionó 15% de cenizas orgánicas obteniendo un 8.81% más de resistencia, un porcentaje inferior al obtenido en la presente investigación; en el caso de Naupari (2020) adicionó 6% de cenizas de conchas de abanico y 3.2% de cenizas de desechos de alambrón logrando una leve mejora en la resistencia sin embargo aún no obtiene la resistencia significativa a la que se llegó en la presente investigación.

Por otro lado Paredes (2019) adicionó una mezcla de cenizas de cascara de arroz y conchas de abanico al 15% obteniendo un 1% más de resistencia, lo que indica que la mezcla no funciona con ambas cenizas ya que la resistencia no es significativa con un 1%; dados los resultados, se puede afirmar que se cumplió con el objetivo general planteado, ya que se logró mejorar la resistencia de nuestro concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> en un 30%., por lo que afirmamos que la mezcla de las cenizas orgánicas usadas en esta investigación resulta exitosa en comparación de las cenizas orgánicas utilizadas por nuestros antecedentes mencionados, ya que esta tiene propiedades similares a la del cemento.

En cuanto a las cenizas de cola de caballo, se pudo observar que tienen un alto nivel de óxido de silicio (81.797%), y un porcentaje menor de óxido de calcio (12.473%), en cuanto a las cenizas de cáscara de arroz



contienen un 90 % de óxido de silicio, características similares a las del cemento, lo que puede explicar los resultados obtenidos,

Payá (2012) indica que el uso de los residuos agrícolas como las cenizas de cola de caballo y cáscara de arroz son alternativas que pueden reforzar las propiedades del cemento e incluso reemplazarla, ya que tienen propiedades físicas similares a las del cemento el cual contiene un alto contenido de óxido de calcio (61 - 67 %), así como un porcentaje regular de óxido de silicio (20 -27 %).

Todos los residuos orgánicos pueden ser reutilizados, ya que mucho podrían ser perjudiciales, lo que indica que algunas cenizas orgánicas requerirían de un mejoramiento del material como en el caso de (Gómez, 2011) en dónde el material utilizado no logró mejorar la resistencia deseada de la mezcla del concreto, caso contrario al de la presente investigación.

Respecto a los 350 kg/m<sup>3</sup> de cemento utilizado para la mezcla, se dosificó la cantidad correspondiente al 15 %, 20% y 25% de cenizas orgánicas, requiriendo 52.50, 70.01 y 87.51 kg/m<sup>3</sup> para cada porcentaje de adición respectivamente. En el caso de Velásquez (2018) utilizó sólo el 15% de ceniza orgánica de cola de caballo como sustituto.

Naupari (2020) utilizó dos tipos de ceniza orgánica a manera de comparación como aditivo, la primera al 6% y la segunda al 3.2%, Paredes por su parte (2019) utilizó una mezcla de cenizas orgánicas con un 10% de cáscara de arroz y conchas de abanico 5%.

Estos datos son relevantes, ya que los resultados dependerán mucho de la dosificación adecuada ya sea como aditivo o sustituto; en el

caso de la presente investigación se realizó el análisis con tres posibles dosificaciones las cuales fueron adición de cenizas orgánicas al 15% al 20% y al 25%, con un rango de 5% de diferencia. Lo que permitió conocer la cantidad adecuada para obtener una mejora significativa de la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.

El proceso de la dosificación es importante en esta investigación, ya que como se observó en los antecedentes, estos carecieron de alternativas de dosificación proponiendo únicamente un porcentaje, lo que no permite tener un contraste de resultados. A diferencia de la presente investigación en la que pudimos ver que dos de los porcentajes de adición fueron óptimos (15%,20%), mientras que el porcentaje de adición al 25% causaba efectos contrarios al objetivo.

En esta investigación el diseño patrón es 12% más resistente por sí solo, lo que puede ser por la calidad de los agregados hallados en la cantera del río Aguaytía; sin embargo, cuando adicionamos 15% de cenizas orgánicas se obtiene un 30 % más de resistencia, siendo este el mejor porcentaje para cumplir el objetivo de mejorar la mezcla del concreto; pero cuanto más aditivos orgánicos se añaden, la resistencia se reduce; en el caso del 20% de adición se gana un 29% más de resistencia, un punto menos al anterior, durante los otros días de vida si se notó diferencias mucho más marcadas; mientras que el aditivo al 25% de cenizas orgánicas reduce la resistencia en un 26%; todo esto en comparación al 100% de referencia que indica la norma.

En contraste con nuestros antecedentes podemos observar que existen dos factores determinantes para lograr el objetivo de reforzar la resistencia a la compresión en una mezcla de concreto con cenizas orgánicas, las cuales son: la adecuada elección de las cenizas orgánicas a utilizar, ya que la composición de éstas debería guardar una gran relación con el material al que se desea reemplazar o reforzar; y la adecuada dosificación de las cenizas, ya que el porcentaje utilizado podría mejorar o reducir las propiedades del material al que pretende reforzar o reemplazar.

En tal caso podemos observar en la presente investigación, que a medida que agregamos las cenizas orgánicas con un porcentaje mayor al 20%, la resistencia se reduce, causando mayores grietas en los testigos, por lo que al revisar la teoría podemos intuir que se debe a que este material en mayores proporciones reduce las propiedades del cemento a largo plazo.

## **VI. CONCLUSIONES**

En primera instancia se concluye que de acuerdo con nuestro primer objetivo específico el cual fue “Definir las propiedades físicas de las cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz para mejorar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>”, se logró conocer las propiedades de las cenizas orgánicas la mismas que tienen alto contenido de óxido de calcio y silicio, propiedades similares a la del cemento.

En segunda instancia se concluye que en cuanto al segundo objetivo específico concluimos que al dosificar al 15, 20 y 25% las cenizas organizas a base de cola de caballo y cáscara de arroz para mejorar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, Se logró definir tres porcentajes con un rango del 5% para definir cuál sería el porcentaje de adición óptimo, siendo este el 15% de aditivo la dosificación más adecuada para reforzar la resistencia a la compresión.

En tercera instancia se concluye que en cuanto al tercer objetivo específico se concluye que Adicionar el 15, 20 y 25 % de cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz para mejorar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, 2022, se logró realizar cuatro tipos de muestra, los cuales fueron el concreto patrón, el concreto experimental al 15%, 20% y 25%, en total se tuvo 36 testigos puestos a prueba para determinar sus propiedades de resistencia en función a los aditivos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

En primera instancia se recomienda continuar con las investigaciones en las que se utilice cenizas orgánicas de cola de caballo y cáscara de arroz como aditivo o reemplazo del cemento en cantidades masivas, ya que al realizar proyectos constructivos el resultado podría variar debido a las condiciones ambientales a las que se somete el proyecto.

En segunda instancia se recomienda para futuras investigaciones utilizar diversas dosificaciones que permitan conocer la cantidad apropiada para reforzar la resistencia del concreto, ya que como se observó en esta investigación, no todas las dosificaciones logran reforzar la resistencia, sino que en algunos casos el concreto pierde propiedades debido a la sustitución excesiva.

En tercera instancia se recomienda realizar investigaciones que reemplacen o refuercen los materiales de construcción, con materiales orgánicos, para reducir la contaminación, pues los proyectos constructivos tienden a dejar secuelas ambientales, y de esta forma se puede contribuir a la reducción de la contaminación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO T-11. (2020). *Standard Method of Test for Materials Finer Than 75- $\mu$ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing*. American Association of State Highway and Transportation Officials: Washington, DC.
- AASHTO T-88. (2020). *Standard Method of Test for Particle Size Analysis of Soils*. Washington: DC: Store AASHTO.
- Arias, J., Villasís, M., & Miranda, M. (2016). *El protocolo de investigación III: la población de estudio*. México D.C: Ed. Alegría.
- ASTM C-117. (2017). *Standard Test Method for Materials Finer than 75- $\mu$ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing*. West Conshohocken: PA: ASTM International.
- ASTM C-127. (2016). *Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate*. West Conshohocken: ASTM International.
- ASTM C-131. (2020). *Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine*. West Conshohocken: ASTM International.
- ASTM C-29. (2017). *Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate*. West Conshohocken: ASTM International.
- ASTM D-2216. (2019). *Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass*. West Conshohocken,

PA: ASTM International. Obtenido de  
<https://www.astm.org/Standards/D2216.htm>

ASTM D-2419. (2022). *Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate*. West Conshohocken: ASTM International.

ASTM D-4791. (2019). *Standard Test Method for Flat Particles, Elongated Particles, or Flat and Elongated Particles in Coarse Aggregate*. West Conshohocken: ASTM International.

ASTM D-5821. (2000). *Precision of ASTM D 5821 Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Aggregate*. West Conshohocken: ASTM International.

Baptista, P., Fernández, C., & Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. 6ta edición. México. D.F.: : Mc Graw Hill Education.

(s.f.). Campos, H. (2018). *Análisis de la variación de la resistencia a compresión de especímenes de concreto en un  $f_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> variando la relación de esbeltez*. (Tesis). Cajamarca: Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Campos, H. (2018). *Análisis de la variación de la resistencia a compresión de especímenes de concreto en un  $f_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> variando la relación de esbeltez*. (Tesis). Cajamarca: Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Carpintero, A. (26 de julio de 2021). *¿Qué es la Cola de Caballo? Beneficios y Propiedades*. Obtenido de

<https://nutricionfarmacia.es/blog/salud/fitoterapia/cola-de-caballo-propiedades-beneficios/>

CNN . (28 de septiembre de 2018). ¿Qué países de América Latina tienen las mejores vías? *Noticias de EE.UU.*

Contexto Ganadero. (05 de febrero de 2016). *Conozca otros usos que se le pueden dar a la cáscara de arroz.* Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/agricultura/conozca-otros-usos-que-se-le-pueden-dar-la-cascara-de-arroz>

Díaz, Y., Menchaca, C., Rocabrano, C., & Uruchurtu, J. (2019). Natural additive (nopal mucilage) on the electrochemical properties of concrete reinforcing steel. *ALCONPAT*, 260-276.

E-205, M. (2016). *Gravedad específica y absorción de agregados finos.* Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF).

E-210, M. (2016). *Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso.* Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF).

Gómez, J. (2011). *Aprovechamiento de cenizas de carbón mineral producidas en la industria local conglomerante en la construcción.* Medellín: Repositorio de la Universidad de Medellín.

Grupo DIGAMMA. (15 de noviembre de 2019). *Perú Construye.* Obtenido de Latam Construction: <https://peruconstruye.net/2019/11/15/concreto-en-obra-material-fundamental-para-la-construccion/>



- Guerrero, S. (2020). *Ceniza de bagazo de caña de azúcar en el concreto. Exploración preliminar del potencial de uso de la ceniza del valle del Chira. (tesis)*. Piura: Repositorio de la Universidad de Piura.
- Harmsen, T. (2005). *Diseño de estructuras de concreto armado. 4ta Edición*. Lima: Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- León, B. (2012). *Horsetail (Equisetum, Equisetaceae) in commerce and exported from Peru*. Rev.peru.biol.
- Martinez, W., Torres, A., Alonso, E., & Chávez, H. (2015). Recycled concrete: a review. *ALCONPAT*, 224 - 237.
- Moreno, L., Ospina, M., & Rodríguez, K. (2019). Resistance of concrete with aggregate of clay block crushed as replacement of aggregate thick. *Revista chilena de ingeniería*, vol. 27 N° 4, 635-642.
- MTC. (2016). *Manual de ensayos de materiales para carreteras*. Lima: Ministerio de transportes y comunicaciones.
- MTC E-108. (2016). *Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo*. . Lima: Dirección general de caminos y ferrocarriles - (DGCF).
- MTC E-114. (2016). *Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF).
- MTC E-202. (2016). *Cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 um (N°200) por lavado*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF).

- MTC E-203. (2016). *Peso unitario y vacíos de los agregados*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF).
- MTC E-206. (2016). *Peso específico y absorción de agregados gruesos*. Lima : Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF).
- MTC E-207. (2016). *Abrasión los ángeles (L.A) al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 ½")*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF).
- MTC E-221. (2016). *Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras*. Lima: Dirección general de caminos y ferrocarriles - (DGCF).
- Muñoz, C. (2015). *Metodología de la Investigación*. México, DF: : Oxford University Press México, S.A.
- Naupari, A. (2020). *Propiedades del concreto FC=280 kg/cm<sup>2</sup> adicionando concha de abanico y desechos de alambrón con concha de abanico, Huaral 2019. (Tesis)*. Lima: Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo.
- Omil, B. (2007). *Gestión de Cenizas como fertilizante y enmendante de plantaciones jóvenes de Pinus radiata*. Lugo: Universidad de Santiago de Compostela.
- Osorio, J. (05 de julio de 2018). *360 en Concreto*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/resultados-de-busqueda>
- Paredes, A. (2019). *Resistencia a la compresión de un concreto fc = 280 kg / cm<sup>2</sup> adicionando cenizas de cáscara de arroz y conchas de abanico. (Tesis)*. Chimbote: Repositorio de la Universidad San Pedro.

- Payá, J. (2012). La "transmutación" sostenible de los residuos para nuevas materias primas en el ámbito del concreto. *Dyna*, 38-47.
- Polanco, A. (2012). *Manual de prácticas de laboratorio de Concreto*. Chihuahua: Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Rendón, M., Martínez, M., Martínez, R., & Pérez, J. (2018). Durability of concrete mixtures with different contents of activated fly ash. *ALCONPAT*, 200-214.
- Resolución de Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV. (23 de mayo de 2017). *Código de ética en Investigación de la Universidad César Vallejo*. Lima: Repositorio de la Universidad César Vallejo.
- Vargas, J., Alvarado, P., Vega, B., & Porras, M. (2013). Caracterización del subproducto cascarillas de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos. *Revista Científica de Costa Rica*. vol 23, 87-112.
- Velásquez, J. (2018). *Resistencia a la compresión de un concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , sustituido 15% el cemento por ceniza de cola de caballo*. (tesis). Chimbote: Repositorio de la Universidad San Pedro.

## ANEXOS

### Anexo A. Análisis granulométrico por tamizado.



Análisis Granulométrico Grava.



Análisis Granulométrico Arena.

## Anexo B. Ensayo de peso específico de agregados.



Peso específico de agregado grueso.



Peso específico de agregado fino.



### Anexo C. Ensayo de equivalente de arena.



Ensayo de equivalente a área.



## Anexo D. Ensayo de resistencia a la compresión.



Ensayo a la resistencia a la compresión a los 28 días.







Observando a falla de los especímenes.





**Anexo E. Recolección de hierbas de cola de caballo y cáscara de arroz.**



Recolección de yerba cola de caballo.



Recolección de cáscara de arroz.

**Anexo F. Resultado de las pruebas realizadas en laboratorio.**



**INFORME N° 001 - CHILA/SyP/FACHL-2022**

**A** : Erardo Capcha Mallpa  
Cliente - Tesista

**De** : Ing. Jordan M. Chimaico Romero  
Jefe de Laboratorio de Suelos y Pavimentos.  
CIP N° 267687

**Asunto** : Informe Diseños de Concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> con Agregados de la  
Cantera Malik 1  
Concreto Patrón f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> – Sin Aditivo  
Diseño de Concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> – Con Aditivo al 15%  
Diseño de Concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> – Con Aditivo al 20%  
Diseño de Concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> – Con Aditivo al 25%

**Fecha** : Pucallpa, 11/07/2022

**A. ALCANCE**

En el presente informe se hace llegar los Diseños de Concreto Portland, f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> con agregados de la Cantera Malik 1, con las siguientes características y proporciones:

- Concreto Patrón f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> – Sin Aditivos
- Diseño de Concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> – Con Aditivo al 15%
- Diseño de Concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> – Con Aditivo al 20%
- Diseño de Concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> – Con Aditivo al 25%

Elaborados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Concretos de la empresa CHILA, con participación del Tesista Erardo Capcha Mallma, Cumpliendo con los requerimientos y condiciones que estable las normas Naciones (EG – 2000, NTP) e internacionales (ASTM Y AASHTO).

**B. OBJETIVO**

Presentar los diseños de concreto portland, para su respectivo análisis y comparación frente a los porcentajes adheridos mediante los aditivos a base de cenizas orgánicas compuestas por cola de caballo y cascara de arroz en las siguientes proporciones.

N°	COMPOSICION DEL ADITIVO ORGANICO	DOSIFICACION (%)
1	CENIZA DE COLA DE CABALLO	50%
2	CENIZA DE CASCARA DE ARROZ	50%



Jordan M. Chimaico Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 267687



### C. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Descripción de las características de los materiales, cemento tipo 1, agregados fino y grueso, agua y aditivo a base de cenizas orgánicas compuestas por cola de caballo y cascara de arroz en las mismas proporciones.

#### Cemento.

El cemento a utilizar es el Cemento Tipo 1, marca Andino, el cual cumple con los especificado en la Norma Técnica Peruana NTP 334.009 / ASTM – C150.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

PRUEBAS FÍSICAS:	Result. Ensayo	Spec. Límite	ANÁLISIS QUÍMICO:	Result. Ensayo	Spec. Límite
1) Superficie específica (BLAINE)	cm <sup>2</sup> /gr.	3910	1) Pérdida por Ignición.	1.25	% 3.00 Máx.
			2) Residuo Insoluble	0.68	% 0.75 Máx.
2) Tiempo de fraguado (VICAT)	Minutos		3) Dióxido de silicio (SiO <sub>2</sub> )	20.43	% ---
			4) Óxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	4.98	% ---
			5) Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3.40	% ---
			6) Óxido de Calcio (CaO)	64.17	% ---
3) Expansión Autoclave	%	-0.02	7) Óxido de Magnesio (MgO)	2.06	% 6.0 Máx.
			7) Calibre	1.00	% ---
4) Contenido de Aire, en volumen	%	4.82	8) Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	2.76	% 3.0 Máx.
			10) Óxido de Sodio (Na <sub>2</sub> O)	0.06	% ---
			11) Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	0.39	% ---
6) Resistencia a la compresión	Mpa	(bipulg <sup>2</sup> )	<b>FASES MINERALÓGICAS SEGÚN BORQUE</b>		
			SILICATO TRICÁLCICO (C <sub>3</sub> S)	55.71	% ---
			SILICATO DICÁLCICO (C <sub>2</sub> S)	16.55	% ---
			ALUMINATO TRICÁLCICO (C <sub>3</sub> A)	7.45	% ---
8) Densidad	(gr/cm <sup>3</sup> )	3.15	FERROALUMINATO TETRACÁLCICO (C <sub>4</sub> A,F)	10.33	% ---
			<b>REQUISITOS OPCIONALES</b>		
7) Falso Fraguado, penetración hmf	%	90.00	ALCALIS EQUIVALENTES	0.44	% 0.60 Máx.
8) Resistencia a sulfatos Expansión a 180 días	%	0.069	Calor de Hidratación a 7 días	66.18	Cal/g
			Calor de Hidratación a 28 días	77.06	Cal/g

\* Corresponde a 2a. Quincena de julio de 2019


  
 Jordan M. Chimaico Romero
   
 INGENIERO CIVIL
   
 CIP. 267687



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO F'c - 280 kg/cm<sup>3</sup>

### 1. Características de los Agregados

- Grava Chancada 1" - Cantera Malik 1
- Arena Zarandeada 3/8" - Cantera Malik 1
- Cemento "Portland Tipo I "ANDINO"
- Aditivo a base de Cenizas Organicas compuestas por Cola de Caballo y Cascara de Arroz - Concreto Patron 0% - 15% - 20% - 25%

### 1.1 Granulometria

Tamices		Agregado Grueso		17405.0	Agregado Fino		989.6
PULG.	mm	PESO RETENIDO	% RET	% PASA	PESO RETENIDO	% RET	% PASA
1"	25.400			100.0			
3/4"	19.050	3195.0	18.4	81.6			
1/2"	12.700	6303.0	36.2	45.4			
3/8"	9.525	3674.0	21.1	24.3			100.0
Nº4	4.760	2801.0	16.1	8.2			100.0
Nº8	2.380	580.0	3.3	4.9	4.0	0.4	99.6
Nº16	1.190	852.0	4.9		152.4	15.4	84.2
Nº30	0.590				254.3	25.7	58.5
Nº50	0.297				366.2	37.0	21.5
Nº100	0.149				167.2	16.9	4.6
Nº200	0.074				18.8	1.9	2.7
PASA Nº200					26.7	2.7	

### 1.2 Modulo de Fineza

Agregado Grueso	7.63
Agregado Fino	2.27

### 1.3 Humedad Natural

	GRUESO	FINO
REDONDEADO(1) ANGULAR(2)	2	
PESO HUMEDO+TARA	1376.4	685.6
PESO SECO+TARA	1364.0	669.8
PESO LAVADO+TARA		
PESO TARA		
% HUMEDAD	0.91%	2.36%
VERIFICACION		

### 1.4 Pesos Unitarios

DIAMETRO MOLDE	cm	25.3	
ALTURA MOLDE	cm	28.0	
VOLUMEN MOLDE	cm <sup>3</sup>	14091	
PESO MOLDE	kg	8075	
Agregado Grueso		Agregado Fino	
Suelto	Compactado	Suelto	Compactado
1.437	1.588	1.411	1.569
1.433	1.580	1.411	1.563
1.439	1.583	1.408	1.573
1.436	1.584	1.410	1.568


  
 Jordan M. Chimpaico Romero
   
 INGENIERO CIVIL
   
 CIP. 267687



### 1.5 Gravedad Especifica

	GRAVA	ARENA
Pe. Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire)	2557.80	500.00
Peso Frasco + agua	1572.60	635.90
Peso del Mat. + agua en el frasco	985.20	188.40
Vol de masa + vol de vacío	2525.60	497.50
Pe. Mat. Seco en estufa (105°C)	953.00	185.90
Vol de masa		
peso específico sss	2.596	2.654
peso específico relativo	2.650	2.676
% absorción	1.27	0.503
peso específico base seca	2.564	2.641

### 1.6 Resumen de Características de los Aridos

PROPIEDADES	GRUESO	FINO
PESO UNITARIO SECO VARILLADO	1,584	1,568
PESO UNITARIO SECO SUELTO	1,436	1,410
PESO ESPECIFICO	2,596	2,654
% HUMEDAD	0.9%	2.4%
% ABSORCION	1.27%	0.50%

### 1.7 Tipo de Cemento

CEMENTO	I (ANDINO)
PESO ESPECIFICO CEMENTO	3.15

### 1.8 Características de la Mezcla

SLUMP EN PULGADAS (Calculo de Diseño)	4
TAMAÑO MAXIMO EN MM	25.4

### 1.9 Resistencia de Diseño

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION PROMEDIO REQUERIDA

RESISTENCIA DE DISEÑO EN kg/cm <sup>2</sup>	280
---	-----

### 2. Cálculos

#### 2.2 Relacion Agua Cemento

RELACION A/C	0.57
a/c máximo	0.57



Jordan M. Chimarco Romero de 10  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 267687





### 2.3 Proporciones Iniciales - Concreto Patron

FACTOR CEMENTO	kg/m <sup>3</sup>	350
	bl/m <sup>3</sup>	8.2
VOLUMEN AGREGADO GRUESO		0.68
CONT. AIRE ATRAPADO E INCORP.	%	1.5
PESO DEL AGREGADO GRUESO	kg/m <sup>3</sup>	1084.27
VOLUMEN TOTAL SIN ARENA		0.745
VOLUMEN AGREGADO FINO		0.255
PESO AGREGADO FINO	kg/m <sup>3</sup>	676.34

### 2.4 Correccion por Humedad y Absorcion - Concreto Patron:

AGREGADO GRUESO	1,094.13
AGREGADO FINO	692.29
CORRECCION POR AGUA APORTE DE ARIDOS	8.59
VOLUMEN EFECTIVO DE AGUA	192.4

### 2.5 Proporciones por Volúmenes :

	PESO HUMEDO	VOLUMEN	
		SECO VARILLADO	SUELTO
CEMENTO	1.0	1.0	1.0
AGREGADO FINO	2.0	1.9	2.1
AGREGADO GRUESO	3.1	3.0	3.3
AGUA	0.57	23.4	23.4

### 3. CONCRETO ADITIVADO CON ADICION DEL 15% DE CENIZAS ORGANICAS (50% COLA DE CABALLO + 50% CASCARA DE ARROZ) :

ADITIVO % :	15.00	* % respecto a la cantidad del cemento
PESO DEL ADITIVO Kg/m <sup>3</sup> :	52.50	* (50% cola de caballo + 50% cascara de arroz)

### 4. CONCRETO ADITIVADO CON ADICION DEL 20% DE CENIZAS ORGANICAS (50% COLA DE CABALLO + 50% CASCARA DE ARROZ) :

ADITIVO % :	20.00	* % respecto a la cantidad del cemento
PESO DEL ADITIVO Kg/m <sup>3</sup> :	70.01	* (50% cola de caballo + 50% cascara de arroz)

### 5. CONCRETO ADITIVADO CON ADICION DEL 25% DE CENIZAS ORGANICAS (50% COLA DE CABALLO + 50% CASCARA DE ARROZ) :

ADITIVO % :	25.00	* % respecto a la cantidad del cemento
PESO DEL ADITIVO Kg/m <sup>3</sup> :	87.51	* (50% cola de caballo + 50% cascara de arroz)



*Jordan M. Chimaco Romero*  
Jordan M. Chimaco Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 267687

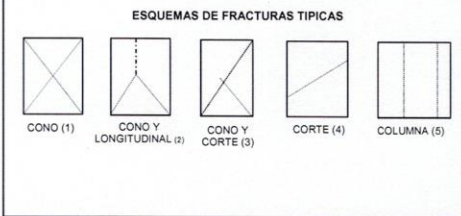
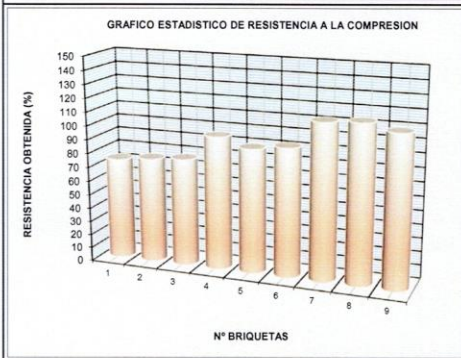


**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**  
(ASTM C 39 - 39M - 2005e2, AASHTO T 22-2005 y NTP 339.034)

Estudios Geotécnicos y Servicio  
de Ensayos de Laboratorio de  
Suelos, Concreto, Asfalto y  
Pavimentos

Tesis: "CENIZAS DE COLA DE CABALLO Y CASCARA DE ARROZ COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - 2022"  
 Tesisista: Erardo Y. Capcha Mallina  
 Material: Grava Chancada + Arena Zarandeada  
 Concreto:  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$   
 Cantera: Malik 1  
 P. de Muestreo: --  
 Profundidad: --  
 N° de Probetas: 09  
 Acceso: --  
 Lado: --  
 Fecha: --  
 Código de Ensayo N°: C-RC-Fc=280-001  
 Ing. Responsable: Jordan Chimaico  
 Ing. Control Calidad: --  
 Tec. de Laboratorio: --

N°	ESTRUCTURA	ELEMENTO	SECTOR / UBICACION	SLUMP		EDAD		FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)		AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm²)	RESULTADOS		RESULTADO PROMEDIO (%)
				Pulg	Dias	Moldeo	Rotura	Moldeo	Rotura		Kg/cm²	%					
01	DISEÑO PATRON	SIN ADITIVO	--	6"	7	21-05-22	28-05-22	15.2	37459	181.5	280	206.4	74	76			
02								15.2	38675	181.5	280	213.1	76				
03								15.2	39660	181.5	280	218.6	78				
04					14	21-05-22	04-06-22	15.2	48916	181.5	280	269.6	96				
05								15.2	45675	181.5	280	251.7	90				
06								15.2	47195	181.5	280	260.1	93				
07					28	21-05-22	18-06-22	15.2	57199	181.5	280	315.2	113				
08								15.2	57966	181.5	280	319.4	114				
09								15.2	55490	181.5	280	305.8	109				



DESCRIPCION	RESISTENCIA A 07 DIAS		CONDICION Cumple/No Cumple
	(Kg/cm²)	(%)	
N° DE DATOS	3	3	
SUMATORIA	638.1	149.8	
DESVIACION STANDARD	6.1	1.7	
MINIMO	206.4	73.7	
PROMEDIO	<b>212.7</b>	<b>76</b>	Cumple
MAXIMO	218.6	76.1	
<i>Resistencia Minima Requerida</i>		<b>70%</b>	
DESCRIPCION	RESISTENCIA A 14 DIAS		CONDICION Cumple/No Cumple
	(Kg/cm²)	(%)	
N° DE DATOS	3	3	
SUMATORIA	781.4	279.1	
DESVIACION STANDARD	8.9	3.2	
MINIMO	251.7	89.9	
PROMEDIO	<b>260.5</b>	<b>93</b>	Cumple
MAXIMO	269.6	96.3	
<i>Resistencia Minima Requerida</i>		<b>90%</b>	
DESCRIPCION	RESISTENCIA A 28 DIAS		CONDICION Cumple/No Cumple
	(Kg/cm²)	(%)	
N° DE DATOS	3	3	
SUMATORIA	940.5	335.9	
DESVIACION STANDARD	7.0	2.5	
MINIMO	305.8	109.2	
PROMEDIO	<b>313.5</b>	<b>112</b>	Cumple
MAXIMO	319.4	114.1	
<i>Resistencia Minima Requerida</i>		<b>100%</b>	

**OBSERVACIONES:**  
 Muestra: Probetas Cilíndricas de Concreto  
 Equipo: **PRENSA DE ROTURA DE CONCRETO**  
 MARCA : ORION  
 MODELO : PC-01  
 SERIE : 19020302  
 CAPACIDAD : 120 Toneladas  
**CABEZAL DE LECTURA AUTOMÁTICO**  
 SERIE : 1A00PYA2BIM  
 MARCA : SAFIR  
 CALIBRADO :  
 Observaciones: **Concreto Premezclado**

Jordan M. Chimaico Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 267687



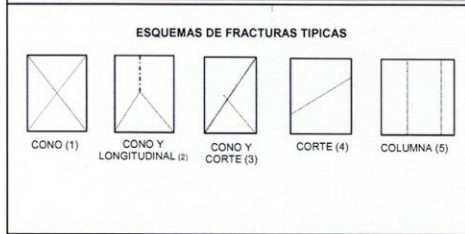
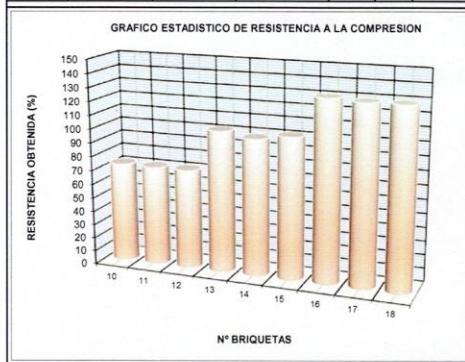


**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**  
(ASTM C 39 - 39M - 2005e2, AASHTO T 22-2005 y NTP 339.034)

Estudios Geotécnicos y Servicio  
de Ensayos de Laboratorio de  
Suelos, Concreto, Asfalto y  
Pavimentos

<b>Tesis:</b> "CENIZAS DE COLA DE CABALLO Y CASCARA DE ARROZ COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - 2022"			
<b>Tesista:</b> Erando Y. Capcha Mallma		<b>Codigo de Ensayo N°:</b> C-RC-Fc=280-002	
<b>Material:</b> Grava Chancada + Arena Zarandeada	<b>P. de Muestreo:</b> --	<b>Acceso:</b> --	<b>Ing. Responsable:</b> Jordan Chimelco
<b>Concreto:</b> Fc-280 kg/cm <sup>2</sup>	<b>Profundidad:</b> --	<b>Lado:</b> --	<b>Ing. Control Calidad:</b> --
<b>Cantera:</b> Malik 1	<b>N° de Probetas:</b> 09	<b>Fecha:</b> --	<b>Tec. de Laboratorio:</b> --

N°	ESTRUCTURA	ELEMENTO	SECTOR / UBICACION	SLUMP		EDAD		FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESULTADOS		RESULTADO PROMEDIO (%)
				Pulg	Dias	Moldeo	Rotura	Kg/cm <sup>2</sup>	%							
10	DISEÑO DE CONCRETO	15 % DE ADITIVO	--	5"	7	21-05-22	28-05-22	15.2	36890	181.5	280	203.3	73	73		
11								15.2	36799	181.5	280	202.8	72			
12								15.2	36855	181.5	280	203.1	73			
13								15.2	52119	181.5	280	287.2	103			
14								15.2	50276	181.5	280	277.1	99			
15								15.2	52050	181.5	280	286.8	102			
16					28	21-05-22	18-06-22	15.2	66527	181.5	280	366.6	131	130		
17								15.2	65794	181.5	280	362.6	129			
18								15.2	65905	181.5	280	363.2	130			



DESCRIPCION	RESISTENCIA A 07 DIAS		CONDICION
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
N° DE DATOS	3	3	Cumple
SUMATORIA	609.2	145.0	
DESVIACION STANDARD	0.3	0.1	
MINIMO	202.8	72.4	
PROMEDIO	<b>203.1</b>	<b>73</b>	
MAXIMO	203.3	72.6	
<i>Resistencia Minima Requerida</i>		<b>70%</b>	
DESCRIPCION	RESISTENCIA A 14 DIAS		CONDICION
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
N° DE DATOS	3	3	Cumple
SUMATORIA	851.1	304.0	
DESVIACION STANDARD	5.8	2.1	
MINIMO	277.1	99.0	
PROMEDIO	<b>283.7</b>	<b>101</b>	
MAXIMO	287.2	102.6	
<i>Resistencia Minima Requerida</i>		<b>90%</b>	
DESCRIPCION	RESISTENCIA A 28 DIAS		CONDICION
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
N° DE DATOS	3	3	Cumple
SUMATORIA	1092.4	390.1	
DESVIACION STANDARD	2.2	0.8	
MINIMO	362.6	129.5	
PROMEDIO	<b>364.1</b>	<b>130</b>	
MAXIMO	366.6	130.9	
<i>Resistencia Minima Requerida</i>		<b>100%</b>	

<b>OBSERVACIONES:</b>	Probetas Cilíndricas de Concreto	Observaciones:	Concreto Premezclado
<b>Muestra:</b>	Prensa de Rotura de Concreto		
<b>Equipo:</b>	MARCA : ORION		
	MODELO : PC-01		
	SERIE : 19020302		
	CAPACIDAD : 120 Toneladas		
	CABEZAL DE LECTURA AUTOMÁTICO		
	SERIE : 1A00PYA2BIM		
	MARCA : SAFIR		
	CALIBRADO :		

  
 Jordan M. Chimelco Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 267687

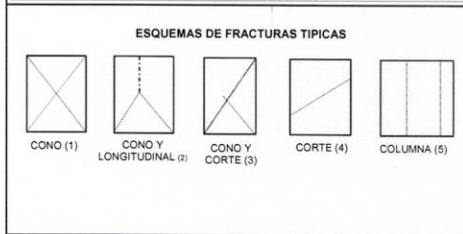
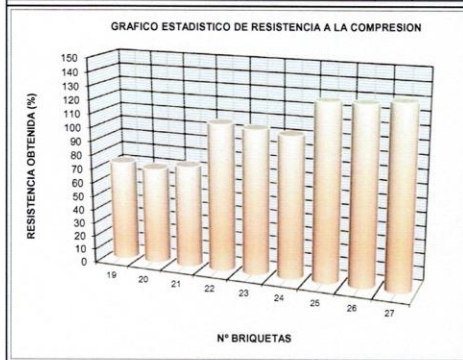


**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**  
(ASTM C 39 - 39M - 2005e2, AASHTO T 22-2005 y NTP 339.034)

Estudios Geotécnicos y Servicio  
de Ensayos de Laboratorio de  
Suelos, Concreto, Asfalto y  
Pavimentos

Tesis: "CENIZAS DE COLA DE CABALLO Y CASCARA DE ARROZ COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - 2022"					
Tecnista: Erardo Y. Capcha Mallma			Codigo de Ensayo N°: C-RC-Fc=280-003		
Material: Grava Chancada + Arena Zarandeada		P. de Muestreo: --		Acceso: --	
Concreto: Fc-280 kg/cm <sup>2</sup>		Profundidad: --		Lado: --	
Cartera: Malik 1		N° de Probetas: 09		Fecha: --	
			Ing. Responsable: Jordan Chimaico		
			Ing. Control Calidad: --		
			Tec. de Laboratorio: --		

N°	ESTRUCTURA	ELEMENTO	SECTOR / UBICACIÓN	SLUMP Pulg	EDAD Dias	FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESULTADOS		RESULTADO PROMEDIO (%)
						Moldeo	Rotura					Kg/cm <sup>2</sup>	%	
19	DISEÑO DE CONCRETO	20% DE ADITIVO	--	5"	7	21-05-22	28-05-22	15.2	36802	181.5	280	202.8	72	72
20								15.2	35567	181.5	280	196.0	70	
21								15.2	37645	181.5	280	207.5	74	
22					14	21-05-22	04-06-22	15.2	54216	181.5	280	298.8	107	105
23								15.2	53185	181.5	280	293.1	105	
24								15.3	52674	183.9	280	286.5	102	
25					28	21-05-22	18-06-22	15.3	65660	183.9	280	357.1	128	129
26								15.3	65798	183.9	280	357.9	128	
27								15.3	67102	183.9	280	365.0	130	



**RESULTADOS**

DESCRIPCION	RESISTENCIA A 07 DIAS		CONDICION Cumple/No Cumple
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
N° DE DATOS	3	3	
SUMATORIA	606.3	142.4	
DESVIACION STANDARD	5.8	1.7	
MINIMO	196.0	70.0	
PROMEDIO	<b>202.1</b>	<b>72</b>	Cumple
MAXIMO	207.5	72.4	
<i>Resistencia Mínima Requerida</i>		<b>70%</b>	

DESCRIPCION	RESISTENCIA A 14 DIAS		CONDICION Cumple/No Cumple
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
N° DE DATOS	3	3	
SUMATORIA	878.4	313.7	
DESVIACION STANDARD	6.1	2.2	
MINIMO	286.5	102.3	
PROMEDIO	<b>292.8</b>	<b>105</b>	Cumple
MAXIMO	298.8	106.7	
<i>Resistencia Mínima Requerida</i>		<b>90%</b>	

DESCRIPCION	RESISTENCIA A 28 DIAS		CONDICION Cumple/No Cumple
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
N° DE DATOS	3	3	
SUMATORIA	1080.0	385.7	
DESVIACION STANDARD	4.3	1.5	
MINIMO	357.1	127.5	
PROMEDIO	<b>360.0</b>	<b>129</b>	Cumple
MAXIMO	365.0	130.3	
<i>Resistencia Mínima Requerida</i>		<b>100%</b>	

<b>OBSERVACIONES:</b>	
Muestra: Probetas Cilíndricas de Concreto	Observaciones: <b>Concreto Premezclado</b>
Equipo: <b>PRENSA DE ROTURA DE CONCRETO</b>	
MARCA : ORION	
MODELO : PC-01	
SERIE : 19020302	
CAPACIDAD : 120 Toneladas	
<b>CABEZAL DE LECTURA AUTOMÁTICO</b>	
SERIE : 1A00PYA2BIM	
MARCA : SAFIR	
CALIBRADO :	

  
 Jordan M. Chimaico Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 267687

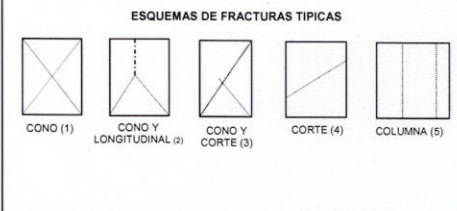
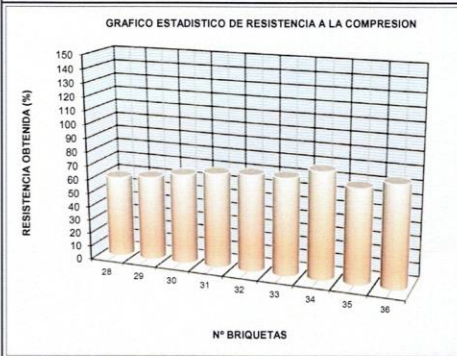


**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**  
(ASTM C 39 - 39M - 2005e2, AASHTO T 22-2005 y NTP 339.034)

Estudios Geotécnicos y Servicio de Ensayos de Laboratorio de Suelos, Concreto, Asfalto y Pavimentos

<b>Tesis:</b> "CENIZAS DE COLA DE CABALLO Y CASCARA DE ARROZ COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - 2022"			
<b>Tesista:</b> Erardo Y. Capcha Mallina		<b>Código de Ensayo N°:</b> C-RC-Fc=280-004	
<b>Materia:</b> Grava Chancada + Arena Zarandeada	<b>P. de Muestreo:</b> --	<b>Acceso:</b> --	<b>Ing. Responsable:</b> Jordan Chimaico
<b>Concreto:</b> Fc-280 kg/cm <sup>2</sup>	<b>Profundidad:</b> --	<b>Lado:</b> --	<b>Ing. Control Calidad:</b> --
<b>Cantera:</b> Malik 1	<b>N° de Probetas:</b> 09	<b>Fecha:</b> --	<b>Tec. de Laboratorio:</b> --

N°	ESTRUCTURA	ELEMENTO	SECTOR / UBICACIÓN	SLUMP		EDAD		FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESULTADOS		RESULTADO PROMEDIO (%)
				Pulg	Dias	Moldeo	Rotura	Kg/cm <sup>2</sup>	%							
28	DISEÑO DE CONCRETO	25 % DE ADITIVO	--	4"	7	21-05-22	28-05-22	15.2	30258	181.5	280	166.7	60	63		
29								15.2	31446	181.5	280	173.3	62			
30								15.2	33576	181.5	280	185.0	66			
31					14	21-05-22	04-06-22	15.2	35218	181.5	280	194.1	69			
32								15.3	36546	183.9	280	198.8	71			
33								15.3	36744	183.9	280	199.9	71			
34				28	21-05-22	18-06-22	15.3	40250	183.9	280	218.9	78				
35							15.3	35679	183.9	280	194.1	69				
36							15.3	38449	183.9	280	209.1	75				



DESCRIPCION	RESISTENCIA A 07 DIAS		CONDICION Cumple/No Cumple
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
N° DE DATOS	3	3	
SUMATORIA	525.1	121.4	
DESVIACION STANDARD	9.3	1.7	
MINIMO	166.7	59.6	
PROMEDIO	<b>175.0</b>	<b>63</b>	No Cumple
MAXIMO	185.0	61.9	
<b>Resistencia Minima Requerida</b>		<b>70%</b>	

DESCRIPCION	RESISTENCIA A 14 DIAS		CONDICION Cumple/No Cumple
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
N° DE DATOS	3	3	
SUMATORIA	592.7	211.7	
DESVIACION STANDARD	3.1	1.1	
MINIMO	194.1	69.3	
PROMEDIO	<b>197.6</b>	<b>71</b>	Alerta No Cumple
MAXIMO	199.9	71.4	
<b>Resistencia Minima Requerida</b>		<b>90%</b>	

DESCRIPCION	RESISTENCIA A 28 DIAS		CONDICION Cumple/No Cumple
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	
N° DE DATOS	3	3	
SUMATORIA	622.1	222.2	
DESVIACION STANDARD	12.5	4.5	
MINIMO	194.1	69.3	
PROMEDIO	<b>207.4</b>	<b>74</b>	Alerta No Cumple
MAXIMO	218.9	78.2	
<b>Resistencia Minima Requerida</b>		<b>100%</b>	

<b>OBSERVACIONES:</b>	Muestra: Probetas Cilíndricas de Concreto	Observaciones: <b>Concreto Premezclado</b>
Equipo:	<b>PRENSA DE ROTURA DE CONCRETO</b> MARCA : ORION MODELO : PC-01 SERIE : 19020302 CAPACIDAD : 120 Toneladas <b>CABEZAL DE LECTURA AUTOMÁTICO</b> SERIE : 1A00PYA2BIM MARCA : SAFIR CALIBRADO :	

Jordan M. Chimaico Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 267687





### RESISTENCIA A LA COMPRESION.

De acuerdo al diseño formulado se ha procedido a moldear las probetas para su verificación de la resistencia a la compresión testigos cilíndricos (MTC E-704) a los 7, 14 y 28 días.

CODIGO/ N° PROBETA	ESTRUCTURA	ELEMENTO	EDAD (DIAS)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	f <sub>c</sub> DISEÑO	SLUMP (plg.)	DIAMETRO (cm)	AREA PROBETA	CARGA (LECTURA EN Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO	
												Kg/cm <sup>2</sup>	%
0001	DISEÑO PATRON	SIN ADITIVO	07	21/05/22	28/05/22	280	6"	15.20	181.5	37459	206.4	212.7	76
0002								15.20	181.5	38675	213.1		
0003								15.20	181.5	39660	218.6		
0004			14	21/05/22	04/06/22			15.20	181.5	48916	269.6		
0005								15.20	181.5	45675	251.7		
0006								15.20	181.5	47195	260.1		
0007			28	21/05/22	18/06/22			15.20	181.5	57199	315.2		
0008								15.20	181.5	57966	319.4		
0009								15.20	181.5	55490	305.8		
0010	DISEÑO DE CONCRETO	15 % DE ADITIVO	07	21/05/22	28/05/22	280	5"	15.20	181.5	36890	203.3	203.1	73
0011								15.20	181.5	36799	202.8		
0012								15.20	181.5	36855	203.1		
0013			14	21/05/22	04/06/22			15.20	181.5	52119	287.2		
0014								15.20	181.5	50276	277.1		
0015								15.20	181.5	52050	286.8		
0016			28	21/05/22	18/06/22			15.20	181.5	66527	366.6		
0017								15.20	181.5	65794	362.6		
0018								15.20	181.5	65905	363.2		
0019	DISEÑO DE CONCRETO	20 % DE ADITIVO	07	21/05/22	28/05/22	280	5"	15.20	181.5	36802	202.8	202.1	72
0020								15.20	181.5	35567	196.0		
0021								15.20	181.5	37645	207.5		
0022			14	21/05/22	04/06/22			15.20	181.5	54216	298.8		
0023								15.20	181.5	53185	293.1		
0024								15.30	183.9	52674	286.5		
0025			28	21/05/22	18/06/22			15.30	183.9	65660	357.1		
0026								15.30	183.9	65798	357.9		
0027								15.30	183.9	67102	365.0		
0028	DISEÑO DE CONCRETO	25 % DE ADITIVO	07	21/05/22	28/05/22	280	4"	15.20	181.5	30258	166.7	175.0	63
0029								15.20	181.5	31446	173.3		
0030								15.20	181.5	33576	185.0		
0031			14	21/05/22	04/06/22			15.20	181.5	35218	194.1		
0032								15.30	183.9	36546	198.8		
0033								15.30	183.9	36744	199.9		
0034			28	21/05/22	18/06/22			15.30	183.9	40250	218.9		
0035								15.30	183.9	35679	194.1		
0036								15.30	183.9	38449	209.1		


  
 Jordan M. Chimarco Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 267687



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	FORMATO	
	RESUMEN DE AGREGADOS PARA MEZCLAS DE CONCRETO (ARENA ZARANDEADA 3/8")	

Estudios Geotécnicos y Servicio de Ensayos de Laboratorio de Suelos, Concreto, Asfalto y Pavimentos

Tesis "CENIZAS DE COLA DE CABALLO Y CASCARA DE ARROZ COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - 2022"

Tesista Erardo Y. Capcha Mallma

Ing<sup>o</sup> Responsable

Jordan M. Chimalco Romero

### RESUMEN, ARENA NATURAL ZARANDEADA < 3/8"


Fecha	Cantera	Muestra N°	% que Pasa - Granulometría								Material que pasa por Tamiz N° 200	Terrones de Arcilla y Partículas Desembutables	Durabilidad (S. magnesio)	% Humedad Natural	Equivalente Arena	Modulo de Fineza	Peso Unitario		Peso Esp.	Abs.
			3/8"	N° 04	N° 08	N° 16	N° 30	N° 50	N° 100	Suello							ARENAS Compactado			
12-05-22	Malk 01	M-1	100.0	96.2	82.9	71.8	52.4	23.4	8.4	--	--	4.7	85.9	2.6	1.410	1.568	2.519	2.520		
12-05-22	Malk 01	M-2	100.0	96.5	86.3	75.2	55.1	21.6	6.7	2.6	2.6	7.1	87.1	2.6	--	--	--	--		
14-05-22	Malk 01	M-3	100.0	97.6	95.1	70.8	53.6	29.5	4.4	3.2	0.313	4.4	88.8	2.5	1.414	1.563	2.621	1.154		
14-05-22	Malk 01	M-4	100.0	98.2	85.0	71.0	52.6	20.8	7.9	2.9	--	--	5.0	85.9	2.6	1.391	1.563	2.558	1.723	
16-05-22	Malk 01	M-5	100.0	97.9	93.0	70.6	53.5	21.5	5.2	3.1	0.221	4.6	87.5	2.6	--	--	--	--		
16-05-22	Malk 01	M-6	100.0	99.2	88.0	73.2	52.2	26.4	8.0	3.2	0.228	--	80.5	2.5	--	--	2.621	1.154		

### Resumen Estadístico

n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Promedio	97.6	88.4	72.1	53.2	23.9	6.8	3.0	--	--	5.5	85.9	2.58	1.405	1.565	2.580	1.54				
Minimo	96.2	82.9	70.6	52.2	20.8	4.4	2.6	0.2	4.41	4.5	80.5	2.49	1.391	1.563	2.519	1.15				
Maximo	99.2	95.1	75.2	55.1	29.5	8.4	3.2	0.3	4.58	7.1	88.8	2.65	1.414	1.568	2.621	2.52				
Desv. Standard	1.11	4.74	1.79	1.08	3.42	1.65	0.25	--	--	0.99	2.87	0.06	--	--	--	--				
Varianza	1.24	22.49	3.21	1.17	11.70	2.71	0.06	--	--	0.99	8.24	0.00	--	--	--	--				
Coef. de Variacion	1.14	5.37	2.49	2.03	14.33	24.31	6.27	--	--	18.03	3.34	2.43	--	--	--	--				
Especificaciones	100.00	100.00	85.00	60.00	30.00	10.00	5.0%	1.0%	15.0%		65.0%	2.3%								



Jordan M. Chimalco Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 257687

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		Estudios Geotécnicos y Servicio de Ensayos de Laboratorio de Suelos, Concreto, Asfalto y Pavimentos	
	FORMATO			
RESUMEN DE AGREGADOS PARA MEZCLAS DE CONCRETO (GRAVA CHANCADA 1")				

Tesis : "CENIZAS DE COLA DE CABALLO Y CASCARA DE ARROZ COMO ADITIVO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - 2022"

Tesista: Erradio Y. Capcha Mallma

Ing\* Responsable: Jordan M. Chimalco Romero

### RESUMEN, GRAVA CHANCADA < 1"

Fecha	Cartera	Muestra N°	% que Pasa - Granulometría (Gradación AG-2)					Chapas y Alargadas	Dureabilidad (Carga Magnética)	% Humedad Natural	Caras Fracturadas		Abrasion	Peso Unitario		Abs.
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 04				N° 08	1 CF		2 CF	Suelto	
26-05-21	Malik 1	M-1	100.0	81.6	45.4	24.3	8.2	4.5	--	--	--	--	--	--	--	--
26-05-21	Malik 1	M-2	100.0	82.3	46.1	25.1	8.7	4.2	--	--	--	--	--	--	--	--
26-05-21	Malik 1	M-3	100.0	79.4	43.8	21.9	5.7	3.0	11.8	--	100	95.3	23.8	--	--	--
26-05-21	Malik 1	M-1	100.0	82.7	42.3	26.8	8.7	4.1	--	1.1	--	--	--	1.436	1.591	2.592
26-05-21	Malik 1	M-2	100.0	82.4	47.5	26.2	8.9	4.9	--	3.17	--	--	--	--	--	--

### Resumen Estadístico

Cantidad	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1
Promedio	100.0	81.7	45.0	24.9	8.0	4.1	11.8	3.2	1.1	100.0	95.3	23.8	1.436	1.591	2.592	1.236	
Mínimo	100.0	79.4	42.3	21.9	5.7	3.0	11.8	3.2	1.1	100.0	95.3	23.8	1.436	1.591	2.592	1.236	
Máximo	100.0	82.7	47.5	26.8	8.9	4.9	11.8	3.2	1.1	100.0	95.3	23.8	1.436	1.591	2.592	1.236	
Desv. Standard	0.00	1.34	2.02	1.92	1.35	0.70											
Varianza	0.00	1.79	4.10	3.67	1.83	0.50											
Coef. de Variación	0.00	1.64	4.50	7.70	16.82	16.97											
Especificaciones	Mínimo	95.0	25.0	7.0	0.0	0.0	15.0%	18.0%		100%	80%						
	Máximo	100.0	60.0	10.0	5.0	5.0	40.0%										



Jordan M. Chimalco Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 267687





## Ficha Técnica

# CEMENTO ANDINO PREMIUM

### Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda Clinker Tipo I y yeso.

### Beneficios:

- Alta resistencia a mediano y largo plazo, alta durabilidad.
- Excelente trabajabilidad y acabado.
- Bajo contenido de álcalis. Buena resistencia a los agregados álcali reactivos.
- Moderada resistencia al salitre.

### Usos:

- Estructuras sólidas de acabados perfectos.
- Construcciones en general de gran envergadura como, puentes, estructuras industriales y conjuntos habitacionales.

### Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

### Formato de Distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



## Recomendaciones

### Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

### Manipulación:

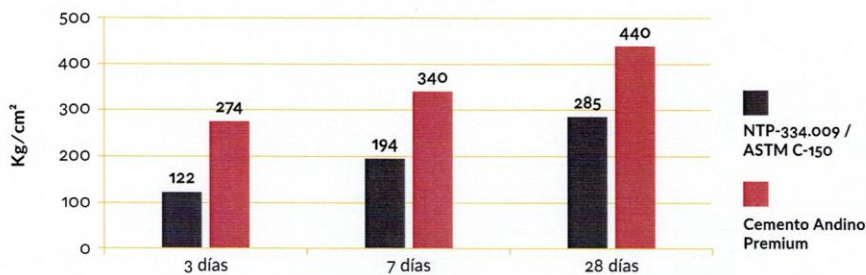
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

### Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

## Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Andino Premium



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Premium	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5.08	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.01	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	361	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.15	No específica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	274	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	340	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	440	Mínimo 285*
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	116	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	285	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	1.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.68	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	1.49	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.69	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	15.53	No específica
C <sub>3</sub> S	%	57.35	No específica
C <sub>3</sub> A	%	7.50	No específica
C <sub>4</sub> AF	%	10.61	No específica
<b>Álcalis Equivalentes</b>			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.47	Requisito opcional, máximo 0.60
<b>Resistencia a los Sulfatos</b>			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.083	0.10 % máx. a 180 días

\*Requisito opcional



## Cuadro de Operacionalización de las variables

Título: Cenizas de cola de caballo y cáscara de arroz como aditivo para mejorar la resistencia de un concreto f'c280kg/cm<sup>2</sup>, 2022.

### Anexo G. Cuadro operacional de la variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Variable Independiente "Cenizas Orgánicas"	(Payá, 2012) Menciona que las cenizas orgánicas son residuos de desecho derivados de la agricultura, de la agroindustria, o de la industria agroforestal.	Las cenizas orgánicas comprenden a desechos derivados de la agricultura, agroindustria y la industria agroforestal, las mismas que comprenden a la cenizas de cola de caballo y las cenizas de cáscaras de arroz, cuyas propiedades pueden ser reconocidas a través de la granulometría, el ensayo de pérdidas por ignición y la humedad que contiene	Cenizas de cola de caballo	fluorescencia de rayos X	Hojas de registro
			Cenizas de cáscara de arroz	fluorescencia de rayos X	Hojas de registro

*Nota:* En el cuadro se muestra el cuadro de operacionalización, en la que se considera las dimensiones e indicadores de la variable independiente – Cenizas orgánicas

**Anexo H. Cuadro operacional de la variable dependiente**

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>	
<b>Variable Dependiente "Resistencia a la compresión del concreto"</b>	Según			7 días - 80% de la resistencia a la compresión	Hojas de registro	
	Harmsen (2005)	la resistencia a la compresión es un parámetro el cual obtiene a través de ensayos realizados en un cilindro estándar de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, después del	La resistencia a la compresión es un parámetro que determinar la capacidad de resistencia frente a un esfuerzo cortante, este puede ser reforzado de acuerdo a las propiedades de los materiales utilizados en la mezcla, como lo son las cenizas orgánicas. Dicha resistencia se puede evidenciar a los 7, 14, y 28 días de vida.	Resistencia a la compresión con 0% de cenizas orgánicas	14 días - 90% de la resistencia a la compresión	Hojas de registro
				Resistencia a la compresión con 15% de cenizas orgánicas	28 días - 100% de la resistencia a la compresión	Hojas de registro
				Resistencia a la compresión con 20% de cenizas orgánicas	7 días - 80% de la resistencia a la compresión	Hojas de registro
				Resistencia a la compresión con 15% de cenizas orgánicas	14 días - 90% de la resistencia a la compresión	Hojas de registro
				Resistencia a la compresión con 20% de cenizas orgánicas	28 días - 100% de la resistencia a la compresión	Hojas de registro
				Resistencia a la compresión con 15% de cenizas orgánicas	7 días - 80% de la resistencia a la compresión	Hojas de registro
				Resistencia a la compresión con 20% de cenizas orgánicas	14 días - 90% de la resistencia a la compresión	Hojas de registro
				Resistencia a la compresión con 20% de cenizas orgánicas	28 días - 100% de la resistencia a la compresión	Hojas de registro
				Resistencia a la compresión con 20% de cenizas orgánicas	7 días - 80% de la resistencia a la compresión	Hojas de registro

vaciado es necesario que la muestra se mantenga por 24 horas en el cilindro, para después pasar por el proceso de curado, el cual consiste en llevar la muestra y someterlo bajo agua hasta el momento del ensayo. De acuerdo al procedimiento de dicho ensayo es necesario que el cilindro de

n con 25% de cenizas orgánicas

14 días - 90% de la resistencia a la compresión

Hojas de registro

28 días - 100% de la resistencia a la compresión

Hojas de registro

muestra  
perdure a los  
28 días para  
pasar a ser  
ensayada

---

*Nota:* En el cuadro se muestra el cuadro de operacionalización, en la que se considera las dimensiones e indicadores de cada variable.

### **Anexo I. Matriz de consistencia de la presente investigación**

#### **Problema general**

#### **Problemas específicos**

---

¿De qué manera las cenizas a base de cola de caballo y cáscara de arroz como aditivo mejorará la resistencia a la compresión de un concreto f'c 280 kg/cm <sup>2</sup> , 2022?	a) ¿De qué manera las propiedades físicas de las cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz influyen en la resistencia a la compresión de un concreto f'c 280 kg/cm <sup>2</sup> , 2022?	b) ¿De qué manera la dosificación de 0, 15, 20 y 25% de cenizas organza a base de cola de caballo y cáscara de arroz influyen en la resistencia a la compresión de un concreto f'c 280 kg/cm <sup>2</sup> , 2022?
--	--	---

## Objetivo general

## Objetivos específicos

Adicionar cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz para mejorar la resistencia a la compresión de un concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, 2022.

a) Definir las propiedades físicas de las cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz para mejorar la resistencia a la compresión de un concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, 2022.

b) Dosificar al 15, 20 y 25% las cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz para mejorar la resistencia a la compresión de un concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, 2022.

## Hipótesis principal

- Las cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz al 15% como aditivo mejoran la resistencia a la compresión de un concreto f'c280kg/cm<sup>2</sup>, 2022
  - Las cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz al 20% como aditivo mejoran la resistencia a la compresión de un concreto f'c280kg/cm<sup>2</sup>, 2022.
  - Las cenizas orgánicas a base de cola de caballo y cáscara de arroz al 25% como aditivo mejoran la resistencia a la compresión de un concreto f'c280kg/cm<sup>2</sup>, 2022.
- Las cenizas orgánicas al 15% como aditivo mejoran la resistencia a la compresión de un concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, 2022.
  - Las cenizas orgánicas al 20% como aditivo mejoran la resistencia a la compresión de un concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, 2022.
  - Las cenizas orgánicas al 25% como aditivo mejoran la resistencia a la compresión de un concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, 2022.

## Metodología

Tipo de diseño : Diseño Experimental

Tipo de alcance : Alcance correlacional

Tipo de enfoque : Enfoque mixto

Unid

*Nota:* En el cuadro se muestra la matriz operacional de la presente investigación.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, QUESADA LLANTO JULIO CHRISTIAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Cenizas de cola de caballo y cascara de arroz como aditivo para mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c$  280kg/cm<sup>2</sup>, 2022", cuyo autor es CAPCHA MALLMA ERARDO YOGUES, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 31 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
QUESADA LLANTO JULIO CHRISTIAN <b>DNI:</b> 42831273 <b>ORCID</b> 0000-0003-4366-4926	Firmado digitalmente por: JQUESADA el 03-08- 2022 23:37:57

Código documento Trilce: TRI - 0383179