

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



**Permeabilidad y Resistencia a la Compresión de un Mortero con  
Cemento Sustituido por Ceniza de Cáscara de Arroz.**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

**Marlon Jordan Gustavo Paredes Meza**

**Asesor:**

**Salazar Sánchez Dante Orlando**

**Código ORCID: 0000 0003 2710 3416**

**Chimbote – PERÚ**

**2022**

**PALABRAS CLAVES:**

<b>Tema</b> :	Permeabilidad y Resistencia a la compresión de un Mortero
<b>Especialidad</b> :	Tecnología de Concreto

**KEY WORDS**

<b>Topic</b> :	Permeability and compressive strength of a Mortar
<b>Specialization</b> :	Concrete Technology

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

<b>Línea</b> :	Tecnología de Concreto
<b>Sub línea</b> :	Ingeniería Civil
<b>Disciplina</b> :	Ingeniería Civil

## **TITULO**

PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO CON  
CEMENTO SUSTITUIDO POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

## RESUMEN

El objetivo de este proyecto de investigación que se trabajó en la resistencia a la compresión y precisar la permeabilidad de un mortero, suplantando el hormigón Portland tipo I con un 15% de restos de cáscara de arroz, evaluando que consiente a las particularidades especializadas de la ASTM.

El enfoque que se comparó esta investigación por medio de ensayo experimental, para lo cual habrá dos ramos de revisión denominados: Grupo de Control y Grupo Experimental. Comprende la realización de un material de desecho del negocio rural en el mortero y las mezclas sustanciales sin influir en las propiedades mecánicas del cemento habitual para lograr un sustancial de mayor densidad y más Resistente a los asaltos de especialistas contundentes como los sulfatos.

Estas cáscaras de arroz son pre-calcinadas al aire libre y posteriormente promulgadas térmicamente, (calcinación) a 430 °C que será reemplazado al cemento. El ensayo de la resistencia a la compresión en las mezclas de mortero sustituidos con CCA al 15%, obteniendo una resistencia de 147.00 kg/cm<sup>2</sup> en la edad de 3 días; 251.51 kg/cm<sup>2</sup> en la edad de 7 días y 321.35 kg/cm<sup>2</sup> en la edad de 28 días en comparación al mortero patrón se tuvo una resistencia de 203.03 kg/cm<sup>2</sup> en la edad de 3 días; 296.62 kg/cm<sup>2</sup> en la edad de 7 días y 402.45 kg/cm<sup>2</sup> en la edad de 28 días evidenciando un descenso en la resistencia del mortero experimental frente al patrón. Así mismo en el ensayo de permeabilidad añadiendo el 15 % de CCA se obtuvo 1.7 mm en la edad de 28 días en comparación al patrón se tuvo una permeabilidad de 2.98mm obteniendo como resultado que el mortero experimental es impermeable y el patrón es permeable.

## ABSTRACT

The objective of this research project that worked on the compressive strength and specify the permeability of a mortar, supplanting Portland type I concrete with 15% rice husk remains, evaluating that it consents to the specialized particularities of the ASTM.

The approach that this research was compared by means of an experimental trial, for which there will be two review branches called: Control Group and Experimental Group. It includes the realization of a waste material from the rural business in the mortar and the substantial mixtures without influencing the mechanical properties of the usual cement to achieve a substantial of higher density and more resistant to the assaults of forceful specialists such as sulfates.

These rice husks are pre-calcined in the open air and subsequently thermally promulgated (calcination) at 430 °C, which will replace cement. The compressive strength test in the mortar mixes substituted with 15% CCA, obtaining a strength of 147.00 kg/cm<sup>2</sup> at the age of 3 days; 251.51 kg/cm<sup>2</sup> at the age of 7 days and 321.35 kg/cm<sup>2</sup> at the age of 28 days in comparison to the standard mortar, a resistance of 203.03 kg/cm<sup>2</sup> at the age of 3 days was obtained; 296.62 kg/cm<sup>2</sup> at the age of 7 days and 402.45 kg/cm<sup>2</sup> at the age of 28 days, showing a decrease in the resistance of the experimental mortar compared to the pattern. Likewise, in the permeability test, adding 15% of CCA, 1.7 mm was obtained at the age of 28 days, compared to the pattern, a permeability of 2.98 mm was obtained, obtaining as a result that the experimental mortar is impermeable and the pattern is permeable.

## ÍNDICE GENERAL

PALABRAS CLAVES:.....	i
TITULO .....	ii
RESUMEN .....	iii
ABSTRACT.....	iv
I INTRODUCCIÓN .....	10
II METODOLOGIA.....	49
III RESULTADOS.....	57
IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....	72
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	76
VI AGRADECIMIENTOS .....	79
VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
VIII ANEXOS .....	84

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Granulometría de la Arena</i> .....	16
<b>Tabla 2</b> <i>Dosificaciones de morteros (en peso)</i> .....	19
<b>Tabla 3</b> <i>Resistencia de los Morteros Dosificado en Volumen</i> .....	19
<b>Tabla 4</b> <i>Resistencia de Mortero de Cemento</i> .....	20
<b>Tabla 5</b> <i>Resistencia de Cemento Mixto</i> .....	20
<b>Tabla 6</b> <i>Resistencia en los Morteros</i> .....	22
<b>Tabla 7</b> <i>Gradación de Agregados Finos</i> .....	23
<b>Tabla 8</b> <i>Resistencia a la Compresión Mínima</i> .....	23
<b>Tabla 9</b> <i>Componentes Químicos del Cemento</i> .....	26
<b>Tabla 10</b> <i>Porcentaje de las Principales Componentes Químicos</i> .....	27
<b>Tabla 11</b> <i>Condiciones de Sulfatos de Cemento Tipo I</i> .....	28
<b>Tabla 12</b> <i>Características Físicas del Cemento Tipo I</i> .....	28
<b>Tabla 13</b> <i>Requisito para la Granulometría</i> .....	31
<b>Tabla 14</b> <i>Requisitos para Agua de Mezcla</i> .....	34
<b>Tabla 15</b> <i>Componente Química de Cáscara de Arroz</i> .....	35
<b>Tabla 16</b> <i>Características de la Cáscara de Arroz</i> .....	36
<b>Tabla 17</b> <i>Componentes Química de Cascarilla de Arroz y Ceniza de Arroz</i> .....	37
<b>Tabla 18</b> <i>Composición Química de Arroz</i> .....	39
<b>Tabla 19</b> <i>Análisis Químico de la Ceniza de Cascarilla de Arroz</i> .....	39
<b>Tabla 20</b> <i>Parámetros de Cáscara de Arroz</i> .....	40
<b>Tabla 21</b> <i>Variable Dependiente</i> .....	45
<b>Tabla 22</b> <i>Variable Dependiente</i> .....	46
<b>Tabla 23</b> <i>Variable Independiente</i> .....	47
<b>Tabla 24</b> <i>Diseño de Probetas Según días de Curado</i> .....	50
<b>Tabla 25</b> <i>Técnicas e Instrumentos de Investigación</i> .....	52
<b>Tabla 26</b> <i>Estudio de PH</i> .....	59
<b>Tabla 27</b> <i>Datos de Fluidez del Diseño del Patrón</i> .....	60
<b>Tabla 28</b> <i>Datos de Fluidez del Diseño del Experimental</i> .....	61
<b>Tabla 29</b> <i>Determinación de cantidades de material para el Diseño de Patrón</i> .....	63

<b>Tabla 30</b> <i>Datos de Relación A/C para el Diseño del Patrón</i> .....	63
<b>Tabla 31</b> <i>Datos de Relación A/C para el Diseño del Experimental</i> .....	64
<b>Tabla 32</b> <i>Ensayo de Profundidad de Penetración de Agua Bajo Presión - Patrón</i> .....	65
<b>Tabla 33</b> <i>Ensayo de Profundidad de Penetración de Agua Bajo Presión - Experimental</i>	66
<b>Tabla 34</b> <i>Resumen de Ensayo de Mortero Patrón 03 Días</i> .....	67
<b>Tabla 35</b> <i>Resumen de Ensayo de Mortero Patrón 07 Días</i> .....	67
<b>Tabla 36</b> <i>Resumen de Ensayo de Mortero Patrón 28 Días</i> .....	68
<b>Tabla 37</b> <i>Resumen de Ensayo de Mortero Experimental 03 Días</i> .....	69
<b>Tabla 38</b> <i>Resumen de Ensayo de Mortero Experimental 07 Días</i> .....	69
<b>Tabla 39</b> <i>Resumen de Ensayo de Mortero Experimental 28 Días</i> .....	70
<b>Tabla 40</b> <i>Determinación de Cantidades de Arena para el Diseño de Patrón</i> .....	102
<b>Tabla 41</b> <i>Determinación de Cantidades del Cemento para el Diseño de Patrón</i> .....	102
<b>Tabla 42</b> <i>Determinación de Cantidades del Agua para el Diseño de Patrón</i> .....	102
<b>Tabla 43</b> <i>Resultados del Peso Específico</i> .....	109

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Número de Golpes Adyacentes</i> .....	17
<b>Figura 2</b> <i>Producción y Superficie Mundial de Cascarilla de Arroz</i> .....	41
<b>Figura 3</b> <i>Muestras de Grupo de Control</i> .....	51
<b>Figura 4</b> <i>Calculo del Porcentaje de Cemento - Ceniza de Cáscara de Arroz 15%</i> .....	64

## INDICE DE IMAGENES

<b>Imagen 1</b> <i>Cuarteo de la Arena y Tamizado</i> .....	54
<b>Imagen 2</b> <i>Desencofrado y Curación de Muestras de Diseños de Patrón</i> .....	55
<b>Imagen 3</b> <i>Pesado de Muestras de Diseño de Patrón y Ensayo a la Compresión</i> .....	55
<b>Imagen 4</b> <i>Pre-calcinación de las Cáscaras de Arroz y Calcinación en la Mufla</i> .....	56
<b>Imagen 5</b> <i>Resultado de la Fluidez para el Diseño e Patrón</i> .....	61
<b>Imagen 6</b> <i>Resultado de la Fluidez de Diseño Experimental y Medición</i> .....	62
<b>Imagen 7</b> <i>Procedimiento de Elaboración de Diseño de Patrón</i> .....	63
<b>Imagen 8</b> <i>Combinación de Muestras en el Frasco Le Chatelier</i> .....	103
<b>Imagen 9</b> <i>Bandeja de baño Maria a 20° o 25°</i> .....	103
<b>Imagen 10</b> <i>Sumergimiento del Frasco Le Chatelier en el Baño María</i> .....	104
<b>Imagen 11</b> <i>Vaciado de la Mezcla de Cemento + Ceniza de Cáscara de Arroz</i> .....	105
<b>Imagen 12</b> <i>Liberación de Aire</i> .....	105
<b>Imagen 13</b> <i>Control de Temperatura</i> .....	106
<b>Imagen 14</b> <i>Medición del Peso Específico del Nuevo Cemento</i> .....	106
<b>Imagen 15</b> <i>Material para el Proceso del Nuevo Cemento</i> .....	109

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> <i>Curva de Pérdida de Masa - Análisis Termo Gravimétrico</i> .....	57
<b>Gráfico 2</b> <i>Curva Calorimetria ATD</i> .....	58
<b>Gráfico 3</b> <i>Espectro de FRXDE de Ceniza de Cáscaras de Arroz</i> .....	58
<b>Gráfico 4</b> <i>Histograma Representativo de PH Obtenido</i> .....	59
<b>Gráfico 5</b> <i>Comparación de Resultados de Permeabilidad Patrón - Experimental</i> .....	66
<b>Gráfico 6</b> <i>Resistencia a la Compresión de Patrón</i> .....	68
<b>Gráfico 7</b> <i>Resistencia a la Compresión de Diseño de Experimental</i> .....	70
<b>Gráfico 8</b> <i>Comparación de Resistencia a la Compresión Patrón y Experimental</i> .....	71
<b>Gráfico 9</b> <i>Comparación de Resistencia a la Compresion por Metodo Lineal</i> .....	71
<b>Gráfico 10</b> <i>Comparacion del Peso Específico</i> .....	110

## I INTRODUCCIÓN

El objetivo de este proyecto de investigación que se trabajó explícitamente en la Permeabilidad y la resistencia a la compresión obtenida en el mortero, con una sustitución del 15% del hormigón por ceniza de cáscara de arroz. A partir de ahora, se están buscando activos normales para el plan de un mortero sustancial de alta oposición, esto nos lleva a dar más interés y dispersión a una innovación que en las naciones creadas se utiliza ahora hace mucho tiempo, esta investigación depende de la forma en que en el momentáneo será una opción fascinante para el desarrollo, debido a la forma en que los procedimientos de desarrollo propondrán más tarde estructuras con componentes más ligeros y más delgados, sin embargo con una obstrucción mucho más alta y a un costo menor. Mediante la investigación permitirá brindarles información sobre el comportamiento de la ceniza de cascará de arroz en los ensayos de permeabilidad y resistencia a la compresión del mortero a todos los que estamos empapados en el campo de la ingeniería civil. Promueve a los alumnos de nuestra facultad completar las investigaciones de los minerales que pueden trabajar y mejorar la calidad del mortero.

Con la utilización de un concreto de mayor resistencia a la compresión se garantiza una mayor vida útil más prolongada para una amplia gama de obras, ya sean: viales, hidráulicas y estructurales, etc., además de asegurar unos costos de mantenimiento más bajos.

A nivel internacional, encontramos que RODRIGUEZ, A. & TIBABUZO, M. (2019); realizo la tesis de investigación titulada “Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico” publicada por la Universidad de Santo Tomas de Colombia. El estudio propuso la utilización de las cenizas de cascarilla de arroz (CCA) manejados en plantas arroceras de los campos Orientales Colombianos, como un refuerzo de una parte en peso del cemento, en mezclas de concreto hidráulico, para decidir las propiedades

mecánicas y físicas, como: resistencia a la compresión, asentamiento, módulo de elasticidad, relación de Poisson y análisis de la microestructura del concreto hidráulico. La información fue adquirida tentativamente a través de los ensayos de laboratorio establecidos por las Normas Especializadas Colombianas vigentes.

Teniendo en cuenta el estudio de nivel “cuasi-experimental”, se resolvió que la adecuada quema de la cascarilla de arroz produce ceniza con un porcentaje de sílice que es un componente el cual tiene buena actividad puzolánica viable para la formación de compuestos cementicos que permiten el incremento de la resistencia a la compresión del concreto fraguado.

ESPINOSA, C. (2019): realizo la tesis titulada: “PROPIEDADES DE DURABILIDAD EN MORTEROS REFORZADOS CON REEMPLAZOS DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE SÍLICE EN AMBIENTE SALINO.” publicada en la Universidad Autónoma de Sinaloa - México.

Así mismo el nivel casi experimental tienes como propósito de incrementar la duración de morteros se ha reemplazado el cemento Portland ordinario (CPO) por ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y nanopartículas de óxido de sílice (NOS); en cambio, estas demandan mayores cantidades de agua o el uso de plastificante (AP). Algunos investigadores han incorporado cenizas y nanopartículas en morteros como CCA, ceniza volante, escoria de alto horno, NOS, nano óxido de aluminio, nano óxido de titanio entre otros, con el fin de perfeccionar sus propiedades de durabilidad. En mezclas estudiadas, se utilizó relación agua/cemento (A/C) de 0.55 con reemplazos del 10% CCA y 0.5% NOS a 30 y 90 días. El propósito de este trabajo fue determinar si al reemplazar el 10% CCA y 0.5% NOS la durabilidad en los morteros aumenta realizando pruebas de resistencia a la compresión, porosidad, absorción, penetrabilidad de cloruros y corrosión acelerada a edades de 30 y 90 días de curado. Consiguiendo como efecto que la resistencia a la

compresión y corrosión acelerada aumenta, así mismo la porosidad total, absorción por pipeta, porosidad efectiva, penetración de cloruros disminuye con el uso de la CCA y NOS individual y simultáneamente, presentando el mejor desempeño con el uso individual CCA a 30 días sin el uso de AP sin embargo, el uso de AP facilitó la realización de mezclas pero en comparación con el mortero sin AP disminuyen las propiedades de durabilidad. A la edad de 90 días el uso simultaneo de CCA y NOS con AP presentó el mejor desempeño. Las propiedades de durabilidad de los morteros presentan en general incrementos con el reemplazo de CPO por CCA en uso individual y con NOS en uso simultaneo.

En el ámbito nacional, identificamos que PÉREZ, E. & OCHOA, J. (2021); Desarrollo la tesis de investigación titulada: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ CON RESPECTO A UN MORTERO PATRÓN DE CALIDAD  $f'_c=175$  KG/CM<sup>2</sup>". publicada en la Universidad Nacional de Ucayali.

Con base en la NTP 339.034, este estudio introdujo una mezcla estándar de 175 kg/cm<sup>2</sup> y una mezcla con expansión de cascarilla de arroz de 2,5%, 5% y 7,5%, correspondientes a 7, 14 y 7,5% en peso de concreto, respectivamente. 28 días es suficiente. En este sentido, se estudiaron los límites de compresión y hundimiento (consistencia) de los morteros; Se completó un estudio exhaustivo de estos límites entre los morteros estándar y los morteros de conglomerado de cáscara de arroz. El objetivo de este trabajo fue determinar la importancia de la expansión del residuo de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión y la consistencia del mortero en comparación con el mortero de masa estándar  $f'_c=175$  kg/cm<sup>2</sup>. El demostrador especula que a) es posible: "La resistencia a la compresión alcanzada por los morteros con la adición de 2,5%, 5% y 7,5% de salvado de arroz será en todos los casos significativamente mayor que la alcanzada por

los morteros. Mortero estándar', porque la calidad de compresión conseguida en el mortero con la adición de arroz partido fue en todos los casos superior al mortero estándar.

En el ámbito local, SÁNCHEZ, J. (2019); Desarrollo la investigación con el nombre de, "Resistencia a compresión en mortero con ceniza de Cáscara de arroz y fibra de Maguey". publicada en la Universidad San Pedro. Dado que esta investigación exploratoria es de naturaleza semiprobatoria , donde se buscó medir la resistencia que poseía este hormigo respecto a la compresión en m<sup>3</sup> de concreto, trabajó de forma independiente la sustitución a medias del hormigón, en un 30%, por restos de cáscara de arroz (CCA) y la opción de cola de maguey de agave salmiana (PM) en 3% y 8%.El objetivo fue medir la ,“resistencia a la compresión”, de las mezclas de mortero con el nuevo compuesto, se vio que es pragmático utilizar dicha raza cruzada, con el mejor nivel utilizado en formas sólidas sustanciales significativas con (CCA al 30%) y agregando el PM al 3%, obteniendo una obstrucción de 372,9 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días frente al patrón significativo que obtuvo una oposición de 353,2 kg/cm<sup>2</sup>, mostrando un desarrollo en la obstrucción del 5% de la sustancial de la en lugar del estándar, la prueba ANOVA genuina también descartó hipótesis inválidas, encontrando  $p=0.05$  como el grado de significación.

## FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

### ➤ EL MORTERO

El mortero está compuesto de una combinación de aglomerantes y agregado fino al que se le añadirá la medida más extrema de agua para dar una mezcla útil y pegajosa sin aislamiento del total. Para la elaboración del mortero ligado a obras de albañilería, se considerará lo mostrado en las normas “NTP 399.607 y 399.610”.

$$MORTERO = CEMENTO PORTLAND + AGREGADOS + AIRE + AGUA$$

El IMCYC (2011), refiere que el mortero es un material refinadamente triturado que contiene al menos uno de estos materiales "piedras calizas, arcilla, puzolana, escoria granulada de alto homo, restos de volante y yeso. Asimismo, se pueden agregar otros materiales, como guía para la trituración o también para dar propiedades específicas al mortero, en la medida en que no sean perjudiciales para la ejecución

Por otro lado, el cemento para obra cuando se mezcla con “arena y agua”, se obtiene morteros con propiedades excepcionales que se emplean en el pegado de muros de tabiques, colocación, nivelación, embellecimiento de obras, etc.

#### ✓ Mortero y sus características

Para su caracterización se dividen en dos clases: de estado fresco y estado endurecido

**Morteros en estado fresco:** Añadiendo agua al hormigón, obtendremos un hormigón, que pasa por una etapa subyacente, en la que tiene lugar el proceso de hidratación del hormigón, que nos da una estructura plástica. Entonces comienza la solidificación, en la que se ganan continuamente las fuertes particularidades.

- Tiempo de Utilización, se refiere al tiempo en donde el mortero tiene bastante trabajabilidad, sin la complementación posterior de agua para contrarrestar el fraguado.

- Fluidez del Mortero (NTP 334.057:2011), es una medida de correlación entre el agua y el cemento, la cual nos da un indicador de la trabajabilidad y finalmente nos determina por medio de la mesa de sacudidas.
- Tiempo de Fraguado (NTP 334.006:2003), es aquel tiempo que determinará el endurecimiento completo del mortero

❖ **Mortero en estado endurecido:**

- ✓ La resistencia mecánica a la compresión (NTP 334.051:2006) determina la resistencia a la compresión del mortero de cemento Portland utilizando muestras cúbicas de 50 mm de lado.
- ✓ Adhesión y estabilidad dimensional durante el curado, se produce una reducción del volumen conocida como contracción.

**Propiedades**

**Compresión** para cada pieza obtenida del ensayo de torsión se ensayará una sección de 50 x 50 mm aplicando la combinación en diferentes caras del acabado y colocándola entre las placas de prensa. La tasa de carga se determinará para lograr el objetivo final de aumentar la tensión en la muestra en el rango de 10 a 20 kg/cm, 2/s. Puede aumentar más rápidamente cuando se alcanza la mayor parte de la carga de rotura, por lo que cada prueba no durará exactamente 10 segundos o más.

**Resistencia**, No incrustado por rotura de ejemplares de 50 mm de lado, preparado con mortero compuesto por una sola pieza de hormigón y 2,75 piezas de arena dosificadas en masa. La cantidad de agua de mezcla para diferentes concretos debe ser lo que crea una suavidad de 110+/-5%, luego de 25 golpes en 15 segundos en la mesa de flujo.

Los ejemplos cúbicos de 50 mm de lado se compactan en dos capas pulverizando el compactador.

✓ **Procedimiento para obtener Muestra**

**Tabla 1**

*Granulometría de la Arena*

<b>GRANULOMETRÍA DE LA ARENA</b>	
MALLA-ASTM	% QUE PASA
Nº 4 (4.75 mm)	100
Nº 8 (2.36mm)	95a 100
Nº 16 (1.18 mm)	70 a 100
Nº 30 (0.60 mm)	40 a 75
Nº 50 (0.30 mm)	10 a 35
Nº 100 (0.15 mm)	2 a 15
Nº 200 (0.075 mm)	Menos de 2

Fuente: Norma Técnica Peruana

✓ **Granulometría de arena**

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

Se vuelve a llevar el jugo a la batidora, con la ayuda de la espátula, se arrastra la argamasa pegada a las paredes hasta la parte inferior del soporte y se gira la batidora durante

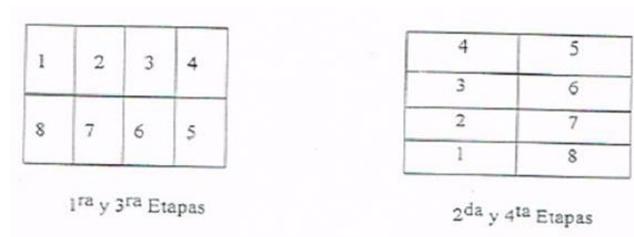
unos 15 segundos a velocidad media. “Al final, la argamasa adherida al remo batidor se sacará hacia el final del batido y se guardará en un soporte”.

Por otra parte, el llenado de los compartimentos debe comenzar en algo así como 150 segundos, contados desde el pico de la mezcla de mortero oculta y, además, para la prueba de deformación, se deben completar no menos de 3 bloques.

Se coloca una capa de mortero de 25 mm en cada compartimento y se exprime con 32 golpes de un compactador en unos 10 segundos. Estos golpes se aplicarán sobre la capa exterior del ejemplo, con 4 capas de 8 golpes continuos cada una, como se representa en la figura 1. Por otra parte, la tensión del compactador debe ser, por ejemplo, para garantizar un prensado uniforme de los compartimentos.

### Figura 1

*Número de Golpes Adyacentes*



Fuente: Norma Técnica Peruana

Aquí se deben terminar las 4 fases de compactación de cada compartimento, antes de pasar al siguiente, cuando se haya realizado el trabajo anterior en cada uno de los compartimentos, se procederá al llenado y estrujado de una capa posterior tal como se terminó con la primera.

Durante la compactación de nuestra siguiente capa, hacia el final de cada etapa y antes de comenzar la siguiente, la argamasa que se haya guardado en los bordes de la forma se debe llevar a los compartimentos, y nos ayudaremos con los dedos.

Además, hacia el final de la compactación, los puntos superiores de los bloques deben estar ligeramente más altos que los bordes superiores de la estructura; el mortero restante en los bordes de la estructura desgasta los compartimentos con la herramienta de excavación.

Por otra parte, la capa externa de la lata debe limpiarse con el lado nivelado de la herramienta de excavación; el mortero que sobresalga de la pieza superior de la estructura se sacará con la herramienta de excavación al revés, con una mejora de corte a lo largo de la estructura.

Por lo tanto, los cubos se deben eliminar y probarse de inmediato, en la medida de lo posible para los turnos de prueba según lo indique la hora de la prueba, por ejemplo: 24 horas  $\pm$  5 h, 3 días  $\pm$  1 h, 7 días  $\pm$  3 h, 28 días  $\pm$  12 h.

Además, los cubos se secarán y se limpiarán de arena las caras que estarán en contacto con la capa exterior de la máquina verifique con una regla que las caras estén niveladas.

“Colocaremos cuidadosamente cada forma 3D debajo del punto focal del punto más alto de la máquina encienda y comience a bajar el dispositivo hasta que apenas toque el concentrador para que no se pueda girar manualmente.

Se le aplicará 900 o 1800 N/s hasta que la máquina denota la carga más extrema respecto a la compresión será :

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Algunos resultados difieren más de 8.7% para 3 cubos ensayados por duración o 7.6% para dos cubos por duración con respecto al promedio, se rechazarán (INVIAS, 2011).

Se dirá que la resistencia de los morteros" se desarrollará por la concentración de agua en el cemento, "la estructura está formada por los granos de arena rodeados de cemento que se va endureciendo, convirtiéndose en un tiempo determinado en una estructura pedrosa.

La figura nos muestra la asociación que existe entre ambos, y también como crece la proporción de agua y cemento, por lo que se disminuirá la resistencia del mortero:

✓ También nos dan tablas de Dosificaciones de Morteros:

**Tabla 2**

*Dosificaciones de morteros (en peso)*

<b>Dosificaciones de morteros (en peso)</b>				
<b>Aplicación</b>	<b>Dosificación C/A</b>	<b>Cemento kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Arena (1) volumen/m<sup>3</sup></b>	<b>Agua l/m<sup>3</sup></b>
Muro de poca carga	1 : 4	380	1.100	240
Muros cargados (2)	1 : 3	460	0.980	260
Revoques impermeables (3 y 4)	1 : 1.5	740	0.812	300
Raseos de fachadas (4)	2 : 3			

Notas: 1) El peso es de 1500 kg/m<sup>3</sup>; 2) Para fabricas de ladrillos y raseos exteriores; 3) Debe agregar 31 kg/m<sup>3</sup> de líquido impermeabilizante; 4) 2 partes de cementos y 3 de arena.

Fuente: Norma Técnica Peruana

**Tabla 3**

*Resistencia de los Morteros Dosificado en Volumen*

<b>Resistencia de los morteros dosificados en volumen</b>		
<b>Clase de mortero</b>	<b>Dosificación</b>	<b>Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Mortero de cemento-cal-arena	1 : 1 : 10	20
	1 : 1 : 6	50
Mortero de cemento-arena, equivalente a dosificación de 250 kg de cemento/m <sup>3</sup>	1 : 6	50
Mortero de cemento-arena, equivalente a dosificación de 380 kg de cemento/m <sup>3</sup>	1 : 4	100

Mortero de cemento-arena, equivalente a dosificación de 450 kg de cemento/m <sup>3</sup>	1 : 3	150
--	-------	-----

Fuente: Norma Técnica Peruana

#### Tabla 4

*Resistencia de Mortero de Cemento*

<b>Resistencia de Mortero de Cemento</b>		
<b>Dosificación</b>	<b>Cemento (Kg/cm3)</b>	<b>Resistencia (N/mm2)</b>
1:10	161	3.0
1:8	197	5.0
1:6	255	7.5
1:4	361	13.0
1:3	455	16.0

Fuente: Norma Técnica Peruana

#### Tabla 5

*Resistencia de Cemento Mixto*

<b>Resistencia de Cementos Mixtos</b>		
<b>Dosificación</b>	<b>Cemento (Kg/cm3)</b>	<b>Resistencia (N/mm2)</b>
1:1:4	294	6.0
1:1:6	222	5.0
1:1:8	179	3.5
1:1:10	151	2.0
1:2:4	236	4.0
1:2:6	189	3.0
1:2:8	156	2.0
1:2:10	134	1.0

Fuente: Norma Técnica Peruana

#### ✓ Almacenamiento de los cubos

Al final de la unión del hormigón, el conjunto de cubos, molde y losa se coloca en un ambiente húmedo durante 24 horas con las partes superiores abiertas al aire, también se protegerá del agua. Si retira los tubos del molde antes de las 24 horas, los baldes que no se

utilicen para las pruebas de resistencia deben sumergirse en agua en orificios de almacenamiento hechos de material no perecedero. Además, el agua de almacenamiento debe cambiarse regularmente para mantenerla limpia.

✓ **Ensayos de mortero**

❖ **Resistencia en morteros**

Se elabora particularmente por la hidratación del hormigón, el diseño que se logra, es un compuesto por granos de arena envueltos por la cola de hormigón que se solidifica gradualmente, convirtiéndose en una piedra compuesta después de un tiempo. Algunos especialistas han llegado a relacionar abrumadoramente la solidez del mortero con la proporción en peso de agua a solidificar.

La obstrucción del mortero estará igualmente relacionada con distintas propiedades, que en estado solidificado son: espesor, impermeabilidad, retracción por secado, módulo de versatilidad, límite de flexión, comunicadas a través del posterior módulo de estallido. para probar los rayos de mortero sostenidos abiertamente con carga en el punto focal de la gama y la adherencia. Entre los ensayos, el ensayo para evaluar el límite de adherencia de los morteros es básicamente ilustrativo para el caso de la cantería dovela.

Previamente, se mostró una tabla donde se agrupan los morteros por tipos de uso, dependiendo del valor de su protección contra la presión.

En consecuencia, las pruebas de obstrucción no se realizarán en una combinación de hormigón sin adulterar, debido a las dificultades exploratorias del recorte, ya que causan una variedad extraordinaria en los resultados. Por último, para decidir la oposición del hormigón se utilizarán morteros, se dirá que es la combinación de agua, hormigón y fino total, así mismo de

determinadas proporciones, elaborados con materiales caracterizados en condiciones rigurosamente controladas.

**Tabla 6**

*Resistencia en los Morteros*

Tipo de Mortero	Proporción en Volumen		Cemento kg/m <sup>3</sup>	Uso	f'c kg/cm <sup>3</sup>
	Cemento	Arena			
Ricos	1	1	800	Bruñidos y revoques impermeables	160
	1	2	600	enlucidos, revoques de zócalos, corridos de cornisas	
	1	3	450	bóvedas tabicadas, muros muy cargados, enlucidos en pavimento, enfoscados	
Ordinarios	1	4	380	bóvedas de escaleras	130
	1	5	300	tabiques de rasilla	
Pobres	1	6	250	muros cargados, fábrica de ladrillo, enfoscados	98
	1	8	200	fabrías cargadas	75
	1	8	200	muros sin carga	50
	1	10	170	rellenos para solado	30

Fuente: Norma Técnica Peruana

## ❖ Resistencia a la Compresión

INVIAS (2011), refiere que en esta práctica se seguirá el ensayo planteado en las normas.

El agregado fino utilizado debe tener la siguiente gradación:

**Tabla 7**

*Gradación de Agregados Finos*

Tamiz	% Acumulación Retenido
N° 100	98-+2
N° 50	75-+2
N° 30	2-+2
N° 16	0

Fuente: Nivias 2011

Por lo que se seguirá la norma expuesta por INVIAS ya que el proceso se explicará más adelante, aquí se muestra uno de los valores mínimos de resistencia para concreto tipo 1 a unos tiempos determinados.

**Tabla 8**

*Resistencia a la Compresión Mínima*

TIPOS DE CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MÍNIMA (Mpa)			
	1 DIA	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
1 NORMAL	-	12	19	28

Fuente: Nivias 2011

### ➤ Permeabilidad de mortero:

Es la cantidad de agua que pasa por el mortero, cuando el agua está sintiendo el apretón, la capacidad del mortero para oponerse a la infiltración de agua o de diferentes sustancias (líquidos, gases, partículas, etc.). Ya que las mismas propiedades que hacen que el cemento o el mortero sean menos filtrables también lo hacen más resistente al agua y al aire. La permeabilidad total del mortero al agua es un control de la porosidad del pegamento, la porosidad y granulometría del total

y, además, la extensión general de la combinación con respecto al total. La devaluación de la permeabilidad actuará sobre la protección del mortero frente a la presión, ante los sulfatos y diferentes sintéticos, ya la infiltración de partículas de cloruro. La porosidad también influye en la capacidad de matar por congelación en condiciones de inmersión. En consecuencia, la permeabilidad de la mezcla tiene un significado explícito dado que la cola cubre todos y cada uno de los componentes del mortero. La porosidad del pegamento depende de la proporción agua-concreto, la asimilación del concreto o la duración del alivio empapado. Los morteros de baja porosidad requieren una proporción Agua-Hormigón y un adecuado período de restauración en mojado. La presentación de aire ayuda a la impermeabilidad, por lo que afecta insignificamente la permeabilidad y esta se incrementa con el secado. La porosidad de una cola solidificada desarrollada mantiene incesantemente rangos de humedad de  $0,1 \times 10^{-12}$  cm/seg para proporciones Agua-Hormigón que van de 0,3 a 0,7. (López, 2004).

El agua es el elemento más utilizado por el ser humano sin ella no tendríamos vida, por lo que también es causante de un gran problema, que el agua 'en ocasiones insoluble, en la construcción.

No hay ser humano en el mundo que no haya tenido que enfrentar el paso del agua y su aparición en el lugar más incómodo y menos esperado.

El debate contra la entrada de agua, o su desgracia en una estructura de mantenimiento; Se inicia desde el inicio de la obra, durante el propio desarrollo de los diseños, continúa una vez que la circulación ha terminado y no se detiene durante su vida de administración (Hermida, 2009).

El contacto mortero/agua se acepta como un límite donde un material se cierra y otro comienza, ya que dicho límite no es tan razonable ya que el agua entra un poco en la red permeable

del material, podría atravesarla asumiendo que la porosidad, adecuada presión del agua; el componente del muro rebajado que crea la infiltración de agua en el interior del mortero.

Las partes de la entrada de agua dentro de la organización permeable del material pueden seguir componentes reales totalmente diferentes como la permeabilidad, la dispersión, la ingestión delgada, la convección o la reubicación eléctrica. Las peculiaridades más continuas de la entrada de agua en los hormigones en desarrollo son, en conjunto: la capilaridad y la infiltración del agua bajo tensión o porosidad.

El agua puede unir mortero y mampostería de dos maneras: presión hidrostática y capilaridad. Primero, el agua tendrá que atravesar la mayor parte de la solución, rompiendo las heterogeneidades que tiene en forma de comunicación con grietas o poros. En segundo lugar, el deslizamiento de agua se produce por la presencia de micro fisuras de tamaño capilar, que permiten que el agua ascienda por efecto de su tensión sobre la superficie del agua (Barrera, 2003).

## **Componentes**

Originalmente se decía que un mortero es la mezcla de material de revestimiento, ya sea hormigón Portland o varios de un material de relleno, ya sea fino, o arena, agua y posiblemente cal y aditivos.

El concreto es una combinación de 2 partes: y pegamento. El pegamento está hecho de hormigón portland de agua, reúne los totales que son "arena de roca o piedra triturada", luego a "la formación de una masa que se asemeja cuando el pegamento se solidifica debido a la síntesis entre el hormigón y el agua . En general, consisten en dos grupos: grueso y fino

Los agregados finos están constituidos por arena regular o cuyo tamaño de molécula puede alcanzar los 10 mm, los gruesos son aquellos cuyas partículas están retenidas en la red n°16 y

pueden evolucionar hasta 152 mm. El tamaño de agregado más extremo que se usa normalmente es de 19 mm o 25 mm

Respecto a las descripciones, presenta las siguientes propiedades:

**Cemento:** son aquellas que tienen la propiedad de fraguar y solidificarse a la vista del agua, ya que responden sintéticamente a enmarcar un material con grandes propiedades adhesivas.

**El agua,** es el componente que hidrata las partículas de hormigón, esto hace que estas potencien sus propiedades adhesivas.

**Las sustancias adicionadas,** se utilizan como elementos para el concreto y estos se agregan a la mezcla antes o durante su amasado, determinados a cambiar sus propiedades para que sea más adecuado a las circunstancias de funcionamiento; además de disminuir los costos de elaboración (Vélez, 2013).

### CEMENTO PORTLAND

Se produce cuando se transforma el Clinker en polvo, es provocada por la calcinación hasta el inicio de la fusión de materiales calizos y arcillosos.

**Composición Química:** Una de las principales las materias primas para fabricación de cemento y propiedades generales afectadas son:

**Tabla 9**

*Componentes Químicos del Cemento*

%	COMPONENTE QUIMICO	PROCEDENCIA USUAL
95%<	Oxido de calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Sílice (SiO <sub>2</sub> )	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcillas
	Oxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcillas, Mineral de Hierro, piritita
5%<	Oxido de Magnesio, Sodio, potasio, titanio, azufre, fósforo y magnesio	Minerales Varios

Fuente: Nivias 2011

- a. Silicato tricálcico, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.
- b. Silicato di cálcico, el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.
- c. Aluminato tricálcico, es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle y eso durante la fabricación del cemento.
- d. Aluminio- ferrito tetracíclico, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.
- e. Componentes menores, oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio (Araujo, 2011).

Los compuestos químicos, fundamentales de las materias primas para la elaboración del cemento y las proporciones son:

**Tabla 10**

*Porcentaje de las Principales Componentes Químicos*

<b>COMPUESTOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>	<b>ABREVIATURA</b>
(CaO)	61% - 67%	C
(SiO <sub>2</sub> )	20% - 27%	S
(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	4% - 7%	A
(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2% - 4%	F
(SO <sub>3</sub> )	1% - 3%	
(MgO)	1% - 5%	
(K <sub>2</sub> O y Na <sub>2</sub> O)	0.25% - 1.5%	

Fuente: Araujo 2011

**Tabla 11***Condiciones de Sulfatos de Cemento Tipo I*

Componentes	Cemento Pacasmayo Tipo I
Oxido de Sílice: SiO <sub>2</sub>	20.50%
Oxido de Hierro: Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.14%
Oxido de Aluminio: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.07%
Oxido de Calcio: CaO	62.92%
Oxido de Magnesio: MgO	2.10%
Oxido de Azufre: SO <sub>3</sub>	1.83%
Perdida por Calcinación: P.C	1.93%
Residuo Insoluble: R. I	0.68%
Cal Libre: Cao	1.10%
Álcalis: Na <sub>2</sub> O	0.22%
Silicato Tricálcico: C <sub>3</sub> S	44.70%

Fuente: Nivias 2011

**Características del Cemento Portland Tipo I:**

El hormigón tipo I es un hormigón de uso general y en nuestro país este hormigón se produce bajo la norma ASTM-C150, el montaje de este hormigón es como el de cualquier otro tipo de hormigón, este hormigón se compone únicamente de Clinker y mortero. Dado que es un concreto general, este concreto puede ayudar a lograr una alta resistencia y se puede utilizar en asfaltos, pisos, estructuras sólidas construidas y extensiones.

**Características físicas del cemento portland tipo I****Tabla 12***Características Físicas del Cemento Tipo I*

Características	Tipo I - Sol	Requisitos ASTM C-150 NTP 334.002
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	3.11	.....
Fineza malta 200 (%)	0.04	.....
Fineza malta 100 (%)	4.14	.....
Superficie específica Blaine (cm/gr)	3480	Mínimo 2800
Contenido de aire (%)	9.99	Máximo 12
Expansión autoclave (%)	0.18	Máximo 0.8

Fraguado inicial vicat (hr.min)	1.49	Máximo 0.45
Fraguado final vicat (hr.min)	3.29	Máximo 6.15
F'c a 3 Dias (kg/cm <sup>2</sup> )	254	124 (12.4 Mpa)
F'c a 7 Dias (kg/cm <sup>2</sup> )	301	193 (19.3 Mpa)
F'c a 28 Dias (kg/cm <sup>2</sup> )	357	276 (27.6 Mpa)
Calor de hidratación 7 días (cal/gr)	70.6	.....
Calor de hidratación 28 días (cal/gr)	84.3	.....

Fuente: ASTM – C150

## **AGREGADOS**

Estas son las partes que no intervienen directamente en respuestas sintéticas, "la innovación actual propone que, siendo este material, el nivel de soporte más destacado tendrá sus propiedades sus cualidades en unidad cúbico de cemento, por lo que cada una de las propiedades del material concreto (Campos, 2011).

### **Agregado Fino**

Se dirá que un material se obtiene del desmoronamiento regular o ficticio de otros totales mayores. Se incorpora para todos los tamaños que pasan por la red de 3/8 y se mantienen en la red N° 200. Para su utilización en la extensión del cemento, debe cumplir con propiedades reales específicas condicionadas por lineamientos de calidad (Abanto, 2017).

### **Propiedades Físicas del Agregados Fino:**

El agregado fino a utilizarse en el concreto debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones de las Normas Técnicas Peruanas NTP.

La determinación de estos requisitos denominadas propiedades físicas nos permitirán obtener valor que serán utilizadas para los diseños de mezclas de concretos a estudiar. Las propiedades físicas a determinar son: peso específico, peso unitario, granulometría, módulo de finura, porcentaje de

finos que pasa la malla N°200, contenido de humedad y absorción. A continuación, presentamos las propiedades físicas estudiadas.

### **El Peso Específico**

Es la razón del peso neto y el volumen absoluto, se puede utilizar muy bien. La norma ASTM C-128 nos ilumina en cuanto a la técnica para decidir la carga particular de fino total.

En general los alcances que acompañan a los cementos ordinarios son: peso unitario de 2200 kg/m<sup>3</sup> a 2550 kg/m<sup>3</sup> y una carga particular de los totales de 2,4 gr/cm<sup>3</sup> a 2,8 gr/cm<sup>3</sup> .

Peso específico aparente; es la relación del peso en aire de volumen unitario de un agregado al peso en aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada o agua potable libre de gas a la temperatura establecida.

Es necesario para la dosificación de la mezcla de la mezcla, para el cálculo de los volúmenes absolutos del material.

### **Peso Unitario** (N.T.P 400.0172 / A.S.T.M C-29)

El peso alcanza una unidad de volumen específico, teniendo en cuenta los vacíos que se encuentran en su interior; se expresa en kilogramos por metro cúbico.

### **El Peso Unitario Suelto:**

El agregado se llena continuamente hasta completar un volumen determinado sin ningún tipo de compactación.

### **El Peso Unitario Compactado:**

El agregado se llena en tres partes iguales, aplicando compactación por validación por varillado a cada capa de acuerdo a la especificación de la norma.

El peso unitario está influenciado por su:

- Gravedad específica.
- Granulometría
- Perfil y Textura superficial.
- Condición de humedad.
- Grado de compactación de masa.

**Granulometría** (N.T.P 400.012 / A.S.T.M C-33): Se representa por el total a la luz del tamaño del espesor de las partículas que lo componen. Para esta representación de tamaños, se debe diseccionar aislándolo en 7 partes, filtrándolo a través de redes estandarizadas como una "serie estándar" cuyas rupturas se multiplican progresivamente desde la más pequeña, que equivale a 0.15 mm (ASTM No. 100) y aquél cuya estrategia de prueba viene dada por la regla mostrada.

### **Requisitos granulométricos:**

**Tabla 13**

*Requisito para la Granulometría*

<b>Malla</b>		<b>% que pasa</b>
3/8"	9.5 mm	100
N°4	4.75 mm	95-100
N°8	2.36 mm	80-100
N°16	1.18 mm	50-100
N°30	600 um	25-60
N°50	300 um	10-30
N°100	150 um	0

Fuente: Normas ASTM C-33

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

#### **Módulo de Fineza (N.T.P 400.011 / A.S.T.M C-125)**

Siendo igual a la centésima parte de la suma de los porcentajes retenidos acumulados en cada una de las mallas de la serie estándar, el valor del módulo de fineza para la fabricación del concreto debe estar comprendido entre 2.30  $\leq$  m.f.  $\leq$  3.10.

Las arenas que presentan un m.f. inferior a 2.30 se consideran demasiadas finas e inconvenientes para el concepto porque suelen requerir mayor consumo de cemento, lo cual repercute en el aspecto económico y en los cambios volumétricos. Si son mayores a 3.10 resultan demasiados gruesos y también se les juzga inadecuada ya que producen mezclas ásperas y segregables.

El módulo de finura del agregado fino se calcula mediante la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados de los tamices: N°4, 8, 16, 30, 50 y 100, dividiendo entre 100; del ensayo granulométrico. De la forma siguiente:

#### **Material fino que pasa la malla N° 200**

Este ensayo nos permite determinar en porcentaje la cantidad de material de Tamaño menor que la malla N° 200, que se encuentra adherido a las paredes del agregado o que se encuentra como material suelto mezclado con el agregado fino.

### **Contenido de humedad (N.T.P. 400.011/ A.S.T.M. C-12)**

Este valor indica el porcentaje de agua que posee el agregado y se obtiene al determinar el contenido de agua de una muestra húmeda secada al horno a 110°C, entre el peso de la materia; y a este coincide se multiplica por 100. Los agregados usualmente son considerados en un estado saturado y superficialmente seco, es decir con todos sus poros abiertos y llenos de agua y libre de humedad superficial, siendo una condición ideal para fines prácticos de diseño y dosificación ya que se supone que los agregados no añaden ni quitan agua a la mezcla.

### **Porcentaje de absorción (N.T.P. 400.011/ A.S.T.M. C-125)**

La absorción de un agregado se indica por el porcentaje total de agua interna que le es necesario tomar a un agregado para llegar a la condición de saturado con superficie seca; condición del equilibrio. Es una medida de la porosidad del agregado y su valor máximo permite saber cuánto de agua tomara el agregado en la mezcla del concreto.

La absorción en el agregado fino no suele exceder del 5%.

### **Requisitos de uso:**

El agregado fino será arena natural. Sus partículas serán limpias, de perfiles preferentemente angulares, duros, compactos y resistentes.

El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones partículas escamosas o blandas, requisitos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias perjudiciales. Debe cumplir las normas sobre su granulometría.

## AGUA

Para realizar la mezcla el agua debe ser clara, sin aceites, ácidos, bases solubles, sales y materias naturales. Dado que su capacidad fundamental es la de hidratar el hormigón, también se trabaja sobre la utilidad de la mezcla.

### REQUISITOS PARA AGUA DE MEZCLA-NTP 339.088

**Tabla 14**

*Requisitos para Agua de Mezcla*

<b>Descripción</b>	<b>Limite Permissible</b>
Cloruros	300ppm
Sulfatos	300ppm
Sales de magnesio	150ppm
Sales solubles totales	1500ppm
pH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500ppm
Materia Orgánica	10 ppm

Fuente: Norma Técnica Peruana 339.088

## CÁSCARA DE ARROZ

Es un subproducto de la industria molinera, ya que brinda buenas propiedades para su uso como sustrato hidropónico. Entre sus principales propiedades fisicoquímicas, consideramos que es una matriz orgánica con baja tasa de degradación, peso ligero, buen drenaje y buena ventilación, y su principal costo es la carga. La cascarilla de arroz es el sustrato más utilizado para cultivos hidropónicos en Colombia, cruda o parcialmente carbonizada. La principal desventaja de la cáscara de arroz es su baja capacidad de retención de agua y la dificultad para lograr una distribución uniforme, se utiliza como único sustrato para camas o bancos. En cuanto a la temperatura, no debe superar los 700°C, “de lo contrario el dióxido de silicio se cristalizará y

perderá su reactividad. Hacen cemento en Asia, sobre todo en India; explora zonas de África donde se cultiva arroz. Otros desechos agrícolas que pueden usarse como ceniza volcánica incluyen la paja de arroz y el bagazo de caña de azúcar.

### **Propiedades de la Cáscara de Arroz**

Composición química promedio de la Cáscara de arroz:

**Tabla 15**

*Componente Química de Cáscara de Arroz*

Composición química de la Cáscara de arroz		
Componente	Formula	Composición
Celulosa: polímero de glucosa	$C_5H_{10}O_5$	50%
Lignina: polímero de fenol	$C_7H_{10}O_3$	30%
Sílice: componente primario de ceniza	$SiO_2$	20%

Fuente: Vásquez R., (2010)

Se acepta que la sílice en las cáscaras de arroz existe en una estructura de ópalo (un tipo de sílice hidratado y sin forma). Evidentemente, la sílice se extrae de la suciedad y se traslada a la planta de arroz como corrosivo monosilícico, que se acumula en los marcos por disipación y finalmente se polimeriza al tipo de película de silicocelulosa.

La lignina y la celulosa presentes en la cascarilla de arroz se pueden eliminar mediante quema controlada y solo la sílice permanece en los desechos, en una estructura microporosa. La gran cantidad de desechos y lignina presentes en la estructura la excluye para la fabricación de artículos de celulosa.

Una de las propiedades físico-sintéticas fundamentales destaca que es un sustrato natural con bajo ritmo de deterioro, es liviano, de gran volumen, con gran desperdicio y gran circulación de aire. La desventaja fundamental de la (cascarilla de arroz) es su bajo límite de mantenimiento

de la humedad y que es tan difícil lograr su transporte homogéneo; cuando se utiliza como único sustrato en camas o asientos.

La deficiencia ocurre en 3 zonas de temperatura, entre 50 °C y 550 °C, respectivamente, y hay una ligera pérdida de peso de casi 6% por encima de 150 °C, seguida de descomposición térmica; entonces se resuelve el segundo paso de calentamiento. a 150 °C - 38% de pérdida de peso se presentó entre 375 °C, la tercera etapa procesa 34% de pérdida de peso en el rango 375 - 550 °C debido al proceso de carbonización, al final 22% de pérdida de peso es por acumulación (residuos). sustancias de sílice y contaminantes inorgánicos.

### **Tabla 16**

#### *Características de la Cáscara de Arroz*

Características Físicas de la Cáscara de Arroz	
Características	g/cm <sup>3</sup>
Densidad real	0.78
Densidad global sin compactar	0.108
Densidad global compactado	0.143

Fuente: Julián et. al,(2015)

#### **Análisis Químico de Cáscara de Arroz**

El análisis químico empleado por medio de múltiples técnicas de caracterización son: ICP-AES, FOTOMETRÍA de fuego, GRAVIMETRÍA, que ha verificado que contiene un alto nivel de material natural (82%), intensifica que contiene carbono, el segundo componente en desbordarlo. se convierte en sílice (17%). Las diferentes mezclas son óxidos que se dirigen al 1% en peso. Para conocer la morfología de la cascarilla de arroz se ha llevado a cabo una investigación con un instrumento filtrador de electrones.

En una micrografía transversal de cáscara de arroz ampliada a 558X, la superficie interna de la cáscara de arroz aparece como una estructura morfológicamente indeterminada que puede

contener niveles más altos de compuestos orgánicos porque debe estar en contacto con el grano de arroz; en cuanto a la superficie exterior, se observó una estructura porosa y más rígida, probablemente con mayor contenido de sílice, ya que esta zona protege a los granos de arroz de influencias externas.

En una etapa similar, la capa permeable es claramente visible en medio del camino. Esto se debe al bajo espesor de este material y su construcción permeable puede contener altos niveles de sílice y por lo tanto su alta dureza y protección contra la corrosión. . El examen subjetivo de los compuestos base en ambos lados del caparazón nos permitió determinar que el contenido de carbono era alto en el interior del caparazón y el de silicio en el exterior era mucho mayor (Juárez, 2012).

➤ **COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CASCARILLA DE ARROZ Y DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ**

**Tabla 17**

*Componentes Química de Cascarilla de Arroz y Ceniza de Arroz*

CASCARILLA DE ARROZ		CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ	
Componente	%	Componente	%
Carbono	39.1	Ceniza de Sílice (SiO <sub>2</sub> )	94.1
Hidrogeno	5.2	Oxido de Calcio (CaO)	0.55
Nitrógeno	0.6	Oxido de magnesio (MgO)	0.95
Oxigeno	37.2	Oxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	2.1
Azufre	0.1	Oxido de Sodio (Na <sub>2</sub> O)	0.11
Ceniza	17.8	Sulfatos	0.06
		Cloro	0.05
		Oxido de Titanio (TiO <sub>2</sub> )	0.05
		Oxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.12
		Otros Componentes (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1.82
Total	100.0	Total	100.0

Fuente: (Juárez, 2012).

La composición química de la ceniza puede considerarse definitivamente normal ya que, de acuerdo con la bibliografía examinada, matizando un apreciado contenido de sílice de cuyas particularidades mineralógicas y cristalográficas dependerá la mayor o menor actividad para concertar con la cal y formar silicatos cálcicos hidratados en medio acuoso, con capacidad para desenvolver propiedades cementicias.

La Tabla 1 recoge, título comparativo, resultados de análisis de distintos trabajos, y en la Tabla 2 los resultados obtenidos sobre tres muestras de RHA después de desecar (105° C) y de calcinar (1.000° c) respectivamente.

Villegas (2012), indica que la ceniza de cáscara de arroz es una puzolana de origen industrial y que lo puedes utilizar como una adición mineral en el concreto. El empleo de esta adición mineral se encuentra activa en la industria del cemento y del concreto por lo que se viene desarrollando rápidamente en gran parte del mundo para perseverar el medio ambiente y la evolución del mercado y la normativa internacional. Tenemos la ventaja de sumar este subsidio porque ahorra energía no renovable, reduce la cantidad de cemento y el consumo de energía ayudando así a proteger y proteger el medio ambiente, mejorando así la estabilidad del cemento y el concreto.

Las cáscaras de arroz están cubiertas con granos de arroz y varían en tamaño de 5 mm a 11 mm. Su apariencia superficial es inusual, por ejemplo, las incisiones longitudinales le dan un carácter inusualmente rugoso.

**Tabla 18***Composición Química de Arroz*

<b>Composición química de la cascarilla de arroz</b>	
<b>Elemento</b>	<b>% en peso</b>
Carbono	39 - 42
Oxígeno	32 - 34
Minerales	14 - 24
Hidrogeno	4 - 5
Nitrógeno	0.3 - 2

Fuente: Villegas, C. (2012)

La cáscara presenta una HR del 9.08% , con un espesor de 92 kg/m<sup>3</sup> y así también tiene un poder calorífico base de 14,22 MJ/kg. Con propiedades retardantes de llama, diríamos que no puede iniciar la ignición de manera efectiva porque reacciona a la estructura del material de la cáscara de arroz, donde gana el dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) y, por lo tanto, forma el esqueleto de la cáscara de arroz. Esto se puede verificar comprobando si hay residuos de cal; ver la Tabla 3 para una revisión completa. (Villegas, 2012).

**Tabla 19***Análisis Químico de la Ceniza de Cascarilla de Arroz*

<b>Análisis Químico de la Ceniza de Cascarilla de Arroz</b>	
<b>Compuesto</b>	<b>% en peso</b>
SiO <sub>2</sub>	90 - 97
K <sub>2</sub> O	0.6 - 2.5
Na <sub>2</sub> O	0.6 - 1.8
Ca <sub>2</sub> O	0.1 - 1.19
MgO	0.2 - 1.5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.3
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.1 - 1.1
SO <sub>3</sub>	0.1 - 1.1
Cl	0.1 - 0.4

Fuente: Villegas, C. (2012)

Según Chur, G. (2010), explicó que la cascarilla de arroz es un efecto secundario del ciclo agrícola moderno, pero los ensayos son limitados porque cada vez más se percibe como un desecho común, por cada producción a gran escala de 200 kg de cascarilla o cáscaras de arroz. Es un tejido vegetal constituido por celulosa ( $\pm 40\%$ ) y dióxido de silicio, que contiene un alto contenido de dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), que al disolverse con otros óxidos metálicos crea diversos vidrios, que eventualmente se convierten en materiales para la producción de hormigón y tejas.

### Composición de Cáscara de Arroz

**Tabla 20**

*Parámetros de Cáscara de Arroz*

Parámetros (%)	Tipos de Arroz			
	Canadá	California, USA	China	Colombia
Material Volátil	66.4	63.6	52.0	16.7
Carbono Fijo	13.2	16.2	25.1	17.9
Ceniza	20.0	20.3	16.9	66.6
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Villegas, C. (2012)

El volumen y peso de la cascarilla de arroz produce altos costos de capacidad y transporte para la empresa, ya que su utilización en la elaboración de alimentos concentrados para animales se ve limitada por su lamentable absorción.

La concentración de agua de la cascarilla de arroz cuando sale de la descascarilladora fluctúa entre un 5% y un 40% después de haber estado al aire libre (presenta un 10% de humedad).

## PRODUCTIVIDAD DE LA CÁSCARA DE ARROZ

### A Nivel Internacional

La cosecha principal del hemisferio norte está llegando a su fin, y la FAO pronostica una producción mundial de arroz de 748 millones de toneladas (496,7 millones de toneladas molidas) en 2016, 1,8 millones de toneladas menos que el informe SMA de octubre. La revisión refleja en gran medida una rebaja en la perspectiva de la cosecha de China, y los funcionarios dicen que el clima inusualmente húmedo de este año ha reducido la producción más de lo esperado. Los cultivos afectados por un tiempo inclemente, Ecuador y Viet Nam también deberían de obtener cosechas inferiores a las previstas anteriormente.

Las revisiones a en estos países son bajas ya que se contrarrestaron con creces el alza, los mayores de los cuales correspondieron a Bangladesh, Guinea, Malí y Nepal.

**Figura 2**

*Producción y Superficie Mundial de Cascarilla de Arroz*



## **A Nivel Nacional**

Según el Instituto Nacional de Información Estadística (INEI), la producción de arroz del país llegó este año a 3 millones de toneladas y 147.200 toneladas, un aumento de alrededor del 0,6% respecto al año pasado.

Explicó que este incremento se explica por el aumento de 0,3% en la productividad promedio nacional y del área. De igual forma, las regiones que reportaron un mayor aumento de superficie entre agosto de 2015 y junio de 2016 fueron San Martín (13,6%) y Loreto (8,2%).

Informamos que el precio agrícola del arroz también ha mejorado de enero a junio de este año, de 1,11 soles el kilogramo a 1,21 soles, el precio más alto en 18 meses. Resaltó que la producción nacional de arroz creció a un ritmo anual de 3,1% entre los años 2001 y 2015, especialmente por el incremento de las áreas cosechadas (2%), donde los rendimientos mejoraron en un 1.1%.

## **A Nivel Regional**

Los más importantes son San Martín (5,8%), Amazonas (5,8%), Piura (4,8%) y Arequipa (3,4%), con importantes tasas de crecimiento. El grupo intercultural más alto, que permite alcanzar un rendimiento de 3,13 millones de t (t).

La mayor producción de este grano el año pasado llegó a 2 millones

555,400 soles. Representa el 8,1% del producto agrícola bruto (PIB) y el 13,4% del PIB agrícola, que es el cultivo más importante para la agricultura del país.

Según el INEI, las principales zonas productoras en 2015 fueron San Martín con el 21,6% de la producción nacional, Piura (16,1%), Lambayeque (14,1%), Amazonas (11,2%) y La Libertad (11%). Le siguieron Arequipa (8,4%) y Cajamarca (6,4%).

El mayor rendimiento se logró en la región de Arequipa con un rendimiento promedio de 13 ton y en Ancas (11,8 ton/ha), La Libertad (10,6 ton/ha), Piura (8,7 ton/ha) y Tumbes (8,3 ton/ha). /decir ah). ha) ton/ha). En todos estos casos, el rendimiento estuvo por encima del promedio nacional de 7,9 t/ha.

Actualmente estos 'granos' se siembran en casi todas las épocas del año, con mayor concentración de marzo a agosto”, donde se acumula un total del 80 por ciento de los volúmenes del movimiento agrícola nacional (Villegas, 2012).

## **JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Mediante esta metodología experimental, se determino la permeabilidad y la resistencia a la compresión de un mortero al 15% con ceniza de cáscara de arroz (CCA) en lugar de concreto para reemplazar esta proporción.

Por otra parte, tiene un elemento fundamental que es ayudar a cuidar los problemas naturales, por lo que a medida que se disminuye la utilización del concreto, tendremos respuestas electivas para proteger el clima, la penetrabilidad y en consecuencia la oposición legítima para el desarrollo, descubrir cómo abordar de forma limitada el tema del intercambio, así como garantizar que nuestras obras sean de utilidad extraordinaria para nuestra población.

### **Aporte Científico**

En nuestra investigación tratamos de contribuir avances tecnológicos por lograr un mejor mortero, por lo que importa es el aspecto económico y así en el alcance de la población de nuestro distrito, Chimbote donde se diseñó un mortero con la utilización de ceniza de cascará de arroz y se mejoró la permeabilidad y la resistencia, obteniendo así un mortero que logrará satisfacer a las carencias constructivas de la provincia del santa.

## **Beneficio Social**

En la actualidad, buscar opciones de activos de manera característica para el plan de concreto de alta resistencia, suscita mayor interés y expansión de la innovación que en las naciones creadas la ha utilizado proactivamente con anterioridad y percibiendo que en nuestra división de Ancash tiene un extraordinario variedad de cuencos hidrológicos, por lo que nuestra exploración se basa allí temporalmente, será una opción fascinante para el desarrollo, ya que los planes de desarrollo ofrecerán diseños con elementos más livianos y esbeltos, pero con una oposición mucho más prominente e incluso costo más bajo

## **Problema**

En nuestro país se encuentran muchos casos de malas técnicas constructivas, asimismo de edificios de albañilería confinadas que finalmente terminan con las caídas de estructura o de fallas en las estructuras de soporte, ya que posiblemente se deba a que carezca de adecuados diseños de ingeniería o el empleo de materiales de mala calidad.

Justificación por la cual, para lograr mayor porosidad y obstrucción, es importante conseguir un mortero con alta penetrabilidad y oposición, razón por la cual se utiliza el aprovechamiento de restos de cascarilla de arroz, aún falta mejorar la penetrabilidad y obstrucción introductoria, lo cual nos impulsa a proponer el tema adjunto:

¿De qué manera se mejoraría la permeabilidad y la resistencia de un mortero utilizando la ceniza de cáscara de arroz en la sustitución parcial del cemento?

## CONCEPTUACIÓN DE LAS VARIABLES

**Tabla 21**

*Variable Dependiente*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Resistencia a la Compresión</b>	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E., 2013.)	Esta variable será medida mediante una prensa para ensayos de compresión en la cual nos dará el valor de cuanto resistirá si le cargamos una fuerza axial sobre dicha probeta donde según valores será una variable cuantitativa continua	Área. Tiempo de curado Carga Axial.	Promedio de las resistencias a la compresión. - Varianza -Desviación Estándar

**Tabla 22***Variable Dependiente*

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>Permeabilidad de la mezcla de mortero</b>	Es la cantidad de migración de agua a través del mortero, cuando el agua se encuentra a presión, o a la capacidad del mortero de resistir la penetración de agua u otras sustancias (líquido, gas, iones, etc.). (Lopez 2004)	la permeabilidad será medida a través del grado de absorción, cuya unidad es el porcentaje (%) del peso de agua absorbida por el mortero en 24 horas y el peso seco de la probeta de mortero.	Grado de absorción de agua. Capilaridad del mortero.	Porcentaje de agua absorbida (%). - Cantidad de agua en el fleco capilar.

Fuente: Elaboración del autor

**Tabla 23***Variable Independiente*

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>Diseño de Mezcla de Mortero</b>	El proporciona miento de mezclas de concreto, más comúnmente llamado diseño de mezclas es un proceso que consiste de pasos dependientes entre si: Selección de los agregados, (cemento, agregados, agua, etc). Determinación de sus cantidades relativas “proporciona miento” para producir un, tan económico como sea posible, un concreto de trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad apropiada.	Sustitución de un porcentaje de cemento por ceniza de cáscara de arroz en el diseño de concreto f'm.	Relación agua/cemento (A/C) Dosificaciones. Curado de mortero. Granulometría de los agregados. Hipótesis.	Mortero de concreto patrón con 0% de cáscara de arroz. Mortero de concreto con 15% de cáscara de arroz

## **HIPÓTESIS**

Reemplazar el cemento por 15% de ceniza de cáscara de arroz, se podría conseguir una reacción puzolánico en la cual mejorará la permeabilidad y la resistencia a compresión en balance a un mortero convencional.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

Determinar la Permeabilidad y Resistencia a la compresión de un mortero utilizando ceniza de Cáscara de arroz como sustituto de un 15% de cemento en comparación a un mortero convencional.

### **Objetivos Específicos**

- ✓ Determinar el (ATD) de la ceniza de Cáscara de arroz.
- ✓ Determinar de la composición química de la ceniza de Cáscara de arroz por fluorescencia de Rayos "x".
- ✓ Determinar del PH de ceniza de cáscara de arroz.
- ✓ Determinar de la fluidez de la pasta del mortero, mediante ensayo en la mesa de fluidez.
- ✓ Obtener las mezclas de mortero homogéneas estableciendo las proporciones de mezcla y correlación a/c del mortero patrón y experimental sustituido con cemento al 15% de ceniza de cáscara de arroz.
- ✓ Establecer y comparar la permeabilidad de los cubos de mortero con la sustitución de 15% de ceniza de cáscara de arroz, con un diseño patrón.
- ✓ Establecer y comparar la resistencia de los cubos de mortero con la sustitución de 15% de ceniza de cáscara de arroz, con un diseño patrón en los días 3, 7, 28 días de curado.

## II METODOLOGIA

Esta investigación será experimental, en ello se empleó un nuevo tipo de material, para la producción de un mortero de concreto, aplicando un 15% de ceniza de cáscara de arroz (CCA), para la sustitución del cemento en el diseño de mezcla del mortero, luego se comparará con un mortero convencional (grupo control).

La parte experimental se desarrollará por medio de, “pruebas, ensayos en laboratorios especializados. La mayor parte de la investigación, se realizará en el laboratorio, observando y por lo cual se debatirá los resultados.

El nivel de investigación es experimental. Ya se realizó un manejo de la variable a investigar la cual es un precursor puzolánico, efectuando así el aumento de la resistencia del mortero y evaluándose su permeabilidad de acuerdo a la Norma Técnica Peruana y las especificaciones Técnicas ASTM y su vez que el costo sea más accesible.

### **Tipo y Diseño de Investigación:**

El tipo de investigación es aplicada, ya que los resultados serán utilizados para la solución de problemas relacionados al mortero de concreto y generar así otras alternativas para diseñar viviendas con una mayor durabilidad, está servirá como una nueva técnica para el proceso constructivo. Por lo cual se logrará fortalecer los problemas a través de esta propuesta en su proceso constructivo.

La investigación se aplicó, ya que se busca resolver problemas conocidos para encontrar respuestas a preguntas específicas. Usando métodos innovadores y naturales de bajo costo, la permeabilidad y la resistencia a la compresión de los morteros de concreto se probaron experimentalmente utilizando el conocimiento de estudios previos usando 15% de Ceniza Cáscara

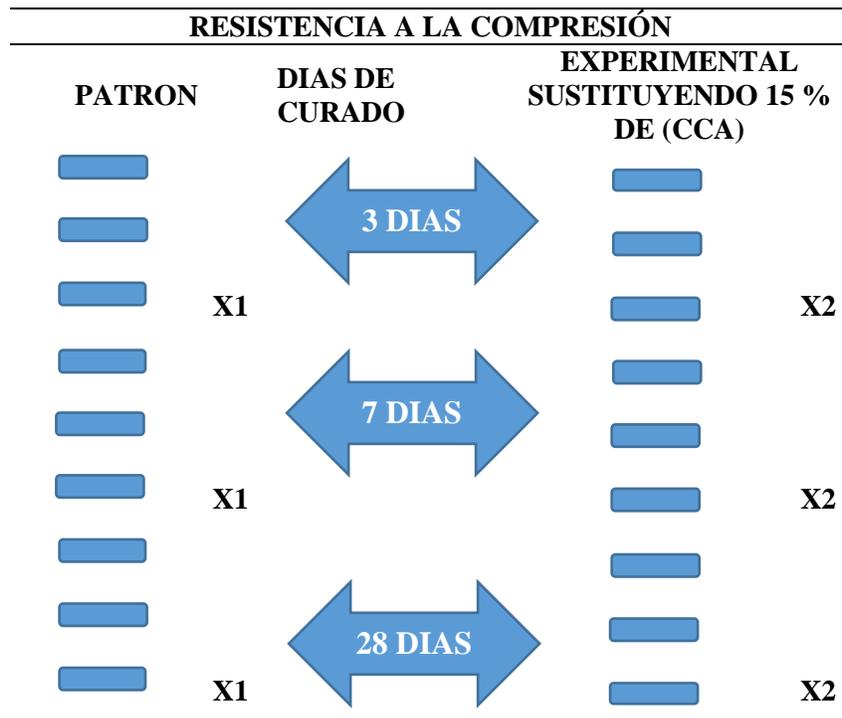
de Arroz (CCA) en comparación con los morteros de concreto convencionales. La prueba se lleva a cabo experimentalmente.

### Diseño de Investigación

El diseño de investigación será experimental de un nivel **Cuasi Experimental**, ya que se evaluarán las dos muestras en donde se obtendrán los resultados de dos grupos de estudio llamados, **Grupo Control** y **Grupo Experimental**, en donde se utilizará como material el 15% de ceniza de cáscara de arroz en relación al proceso de un mortero de concreto experimental con el de un mortero de concreto convencional.

**Tabla 24**

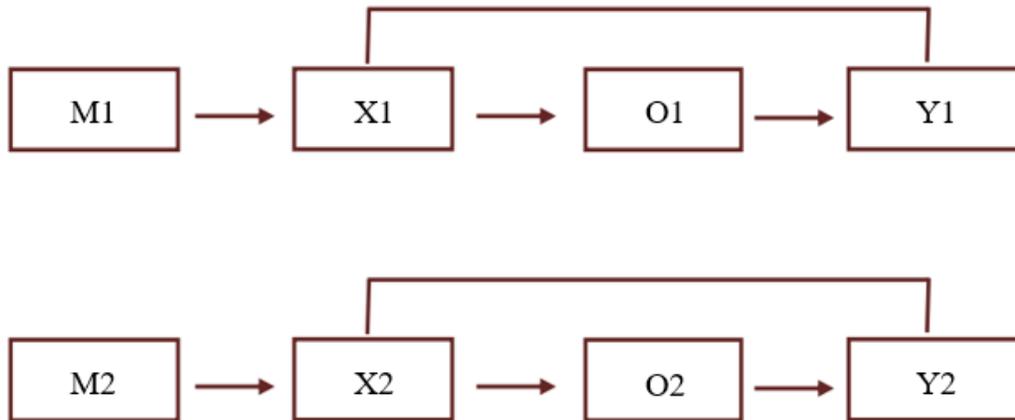
*Diseño de Probetas Según días de Curado*



Fuente: Elaboración del autor

**Figura 3**

*Muestras de Grupo de Control*



Fuente: Elaboración del autor

Donde:

M1: Representa al grupo de control y lo constituyen las muestras de probetas con el Método Tradicional.

M2: Representa al grupo experimental y lo constituyen las muestras de probetas sustituyendo el 15% de cenizas de cáscara de arroz.

X1: Diseño de mezcla convencional.

X2: Diseño de mezcla utilizando el 15% de cenizas de cáscara de arroz.

O1: Diseño de mezcla convencional.

O2: Diseño de mezcla utilizando el 15% de cenizas de cáscara de arroz.

Y1: Permeabilidad y resistencia a la compresión del mortero convencional.

Y2: Permeabilidad y resistencia de mortero utilizando el 15% de cenizas de cáscara de arroz.

Población y Muestra.

**La población** es un conjunto de morteros elaborados de forma "tradicional y experimental" sustituidos por un 15% de ceniza de cáscara de arroz (CCA) para fabricar 24 morteros que serán los adoptados por la población. Se crearán dos tipos de grupos porque nuestros morteros requieren dos tipos de ensayos, cada uno con requisitos diferentes.

N1: Conformado por 18 morteros

N2: Conformado por 6 morteros

Estos serán realizados en la USP en el Laboratorio de mecánica de suelos

**Muestra** utilizaremos testigos probetas de cubos de mortero de 5 x 5 x 5 cm, necesarios para poder experimentar en el laboratorio de Mecánica de Suelos, para lograr establecer nuestra hipótesis.

Las muestras estarán compuestas por 18 morteros (normales y experimentales), cada juego contendrá 9 muestras estándar y 9 muestras experimentales creadas de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 334.051 para hallar la resistencia a la compresión. También queremos un juego de 6 morteros (normales y experimentales). Para verificar los ensayos de permeabilidad, el laboratorio de mecánica de suelos determinó la permeabilidad y la resistencia a la compresión de ambos grupos.

## Tabla 25

### *Técnicas e Instrumentos de Investigación*

Método o Técnica	Instrumento	Nivel de investigación	Naturaleza de la investigación	Ámbito de la investigación
Observación experimental	Guía de Observación	Experimental	Prospectivo	Muestras

Fuente: Elaboración del autor

## **Procesamiento y Análisis de la Información**

Se aplicó las metodologías estadísticas, descriptivos como inferenciales. Dentro de las técnicas descriptivas, la recolección se clasificará metódicamente y se presentó tablas estadísticas de distribución de frecuencias, se visualizó de una mejor manera el comportamiento de variables, por lo que se construirán como:

Gráficos de barra, Distribución de frecuencias, y se automatizaran medidas estadísticas como: coeficiente de correlación lineal (coeficiente de Pearson).

Los Instrumentos son tomados con respecto a los siguientes ensayos:

- Ensayo de Fluorescencia.
- Ensayo de Difracción de Rayos “X”.
- Diseño de Mezcla.
- Ensayo de Fluidéz.
- Preparación de Unidades.
- Ensayo de Permeabilidad.
- Ensayo de Resistencia a la Compresión.
- Guía de alistamiento se hizo sin ayuda de nadie, y en consecuencia ver la mejora de nuestros morteros ya que se tardará a los tres, siete y 28 días
- Para los cómputos y para el examen de los resultados adquiridos en el centro de investigación de mecánica de terrenos, dependeremos de la asistencia de los proyectos
- En las pruebas a realizar contamos con especialistas en el laboratorio de suciedad
- Se utilizaron cosas, por ejemplo, una cámara y diferentes materiales que permitieron registrar y mostrar lo que se proponía en este emprendimiento

## PROCESO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

- ✓ Presentación de solicitud al laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro para lograr tener el acceso a dicho establecimiento.
- ✓ La obtención de nuestros materiales que se utilizaron para la fabricación de nuestros morteros.
- ✓ Se conto con un registro de apuntes, mediante fichas, filmación, acompañadas de un registro fotográfico para ver el avance de nuestras pruebas.
- ✓ Se efectuó un diseño de mezcla f'c concreto con su relativa desviación estándar.
- ✓ Se fabrico los morteros de concreto con el diseño tradicional.
- ✓ Se Fabrico los morteros de concreto sustituyéndole a un 15% de ceniza de cáscara de arroz.

### Procedimiento de Elaboración de Nuestro Diseño Patrón

Se extrajo la selección del material de nuestra arena con la que trabajaremos para nuestro diseño de mortero el cual fue extraída de la cantera Ruben de Chimbote y que luego se procedió a ser gradada como se aprecia en la imagen siguiente.

#### Imagen 1

*Cuarteo de la Arena y Tamizado*



Fuente: Elaboración del autor

finalizando el cuarteo y la gradación de la arena, se pasó a ser verificado por la “Norma Técnica Peruana”.

- Luego pasamos al desencofrado y curado de nuestros morteros

## Imagen 2

*Desencofrado y Curación de Muestras de Diseños de Patrón*



Fuente: Elaboración del autor

Luego de haber cumplido con los días que son establecidas (3; 7; 28) días pasan a hacer pesadas y medidas, y después se lleva a cabo el ensayo de Resistencias a la Compresión.

## Imagen 3

*Pesado de Muestras de Diseño de Patrón y Ensayo a la Compresión*



Fuente: Elaboración del autor

## ELABORACIÓN DE DISEÑO EXPERIMENTAL

Primer paso se hizo el proceso calcinación del material que será sustituido como CEMENTO para nuestro Diseño Experimental.

- La ceniza de arroz que fue llevado a la mufla en un recipiente con un peso de 1200 g para el proceso de calcinación a 430 °C, por 1hrs. Ante de ello se tuvo que hacer un Pre-Calcinación que se realizó en una olla de barro.
- Luego de haber esperado 1 hrs de calcinación de nuestra muestra se observó una disminución del material.
- Luego de la calcinación en la mufla se llevó a cabo el procedimiento del tamizado pasado por la malla N° 200.
- El material que sale del tamizado (plato) se saca unos 10 g para hallar el análisis de fluorescencia y lo resto pasaría para el Diseño del Mortero Experimental.

### Imagen 4

*Pre-calcinación de las Cáscaras de Arroz y Calcinación en la Mufla*



Fuente: Elaboración del autor

### III RESULTADOS

A continuación, detallamos el análisis de los cuadros que mostraremos, podemos constatar que se cumplió un excelente trabajo Técnico en el (Laboratorio de Mecánica de Suelos) para la Elaboración del Mortero y demás ensayo, para este mismo proyecto de investigación exponiendo con satisfacción los resultados logrados.

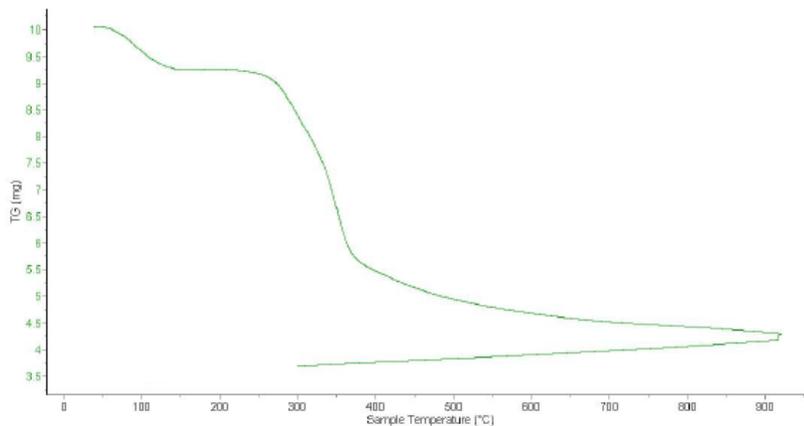
Para llevar a cabo este proyecto de investigación, hemos adoptado fielmente las normas como los Métodos Peruanos de Diseño de Morteros, todos los estándares excesivos van más allá de los establecidos para la producción de morteros convencionales y se consideran adecuados.

#### ➤ Estudio de ATD

Se realizó el estudio de ATD para poder determinar el nivel de temperatura para calcinar nuestra ceniza de Cáscara de arroz, como lo demuestra el gráfico.

#### Gráfico 1

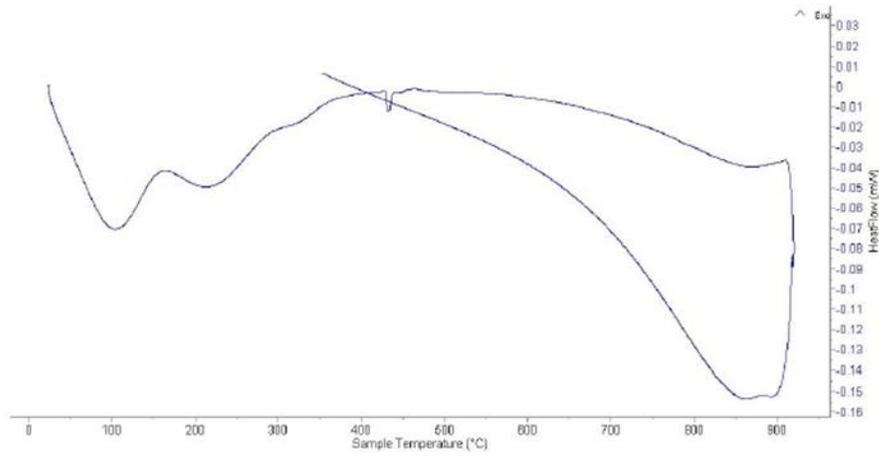
*Curva de Pérdida de Masa - Análisis Termo Gravimétrico*



Fuente: Laboratorio de Polímeros (UNT)

## Gráfico 2

Curva Calorimetria ATD



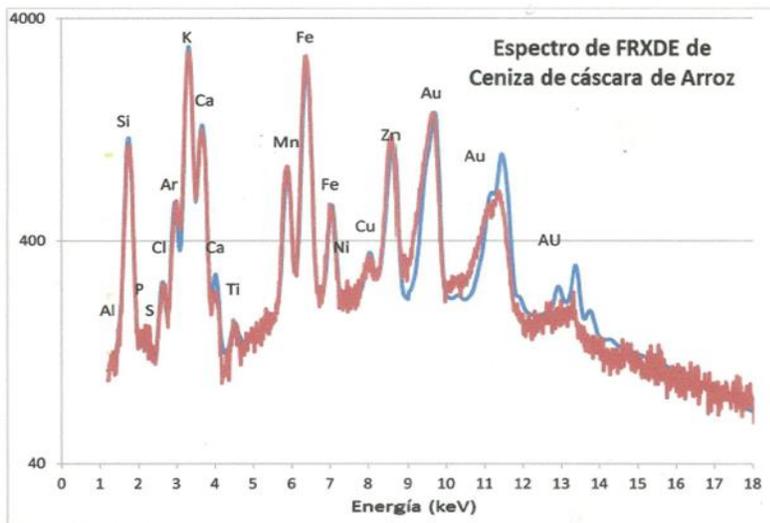
Fuente: Laboratorio de Polímeros (UNT)

### ➤ Ensayo de Florescencia

Estudio de Composición Química Mediante Florescencia de Rayos X de la Ceniza de Cáscara de Arroz

## Gráfico 3

Espectro de FRXDE de Ceniza de Cáscaras de Arroz



Fuente: Laboratorio de Archeometría (UNSM)

➤ **Ensayo de PH**

Estudio y Análisis Químico de la Ceniza de Cáscara de Arroz Estudio De PH (Colecbi S.A.C).

**Tabla 26**

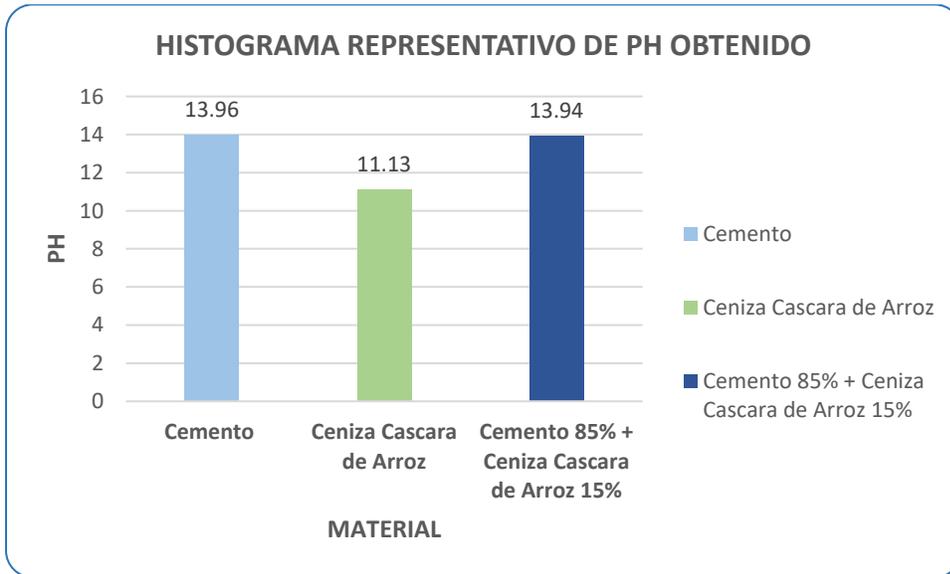
*Estudio de PH*

<b>MUESTRA</b>	<b>ENSAYO PH</b>
Cemento	13.69
Ceniza Cáscara de Arroz	11.13
Cemento 85 % + Ceniza Cáscara de Arroz 15%	13.74

Fuente: Estudio de PH (Colecbi S.A.c)

**Gráfico 4**

*Histograma Representativo de PH Obtenido*



Fuente: Estudio de PH (Colecbi S.A.c)

➤ **Ensayo de Fluidez para el Mortero (Patrón).**

**Tabla 27**

*Datos de Fluidez del Diseño del Patrón*

<b>FLUIDEZ PARA EL PATRÓN</b>		
<i>L1</i>	21.10	cm
<i>L2</i>	22.08	cm
<i>L3</i>	21.93	cm
<i>L4</i>	21.33	cm
<b>Promedio Total</b>	<b>21.61</b>	

Fuente: Elaboración del autor

➤ Resultados de la fluidez para el diseño de Patrón:

$$FLUIDEZ = \frac{DO - DI}{DI} \times 100$$

Dp: Diámetro promedio de las cuatro mediciones realizadas.

Di: Diámetro inicial de la pasta o diámetro máximo del anillo (10.16 cm).

El rango requerido de la fluidez debe estar entre 105-115

➤ Reemplazando en formula:

$$FLUIDEZ = \frac{21.61 - 10.16}{10.16} \times 100$$

$$FLUIDEZ = 112.69$$

Con una fluidez de 112.69, notamos que cumple el rango establecido para nuestro diseño de mortero, luego pasamos al diseño de mortero de patrón para 03 especímenes, luego de haber hecho la fluidez. Y después vaciamos a los moldes de morteros.

## Imagen 5

Resultado de la Fluidéz para el Diseño e Patrón



Fuente: Elaboración del autor

### ➤ Ensayo de Fluidéz para el Diseño Experimental

#### Tabla 28

Datos de Fluidéz del Diseño del Experimental

<b>FLUIDEZ PARA EL EXPERIMENTAL</b>	
<i>L1</i>	21.25 cm
<i>L2</i>	20.7 cm
<i>L3</i>	21.1 cm
<i>L4</i>	21.1 cm
<b>PROMEDIO TOTAL</b>	<b>21.04</b>

Fuente: Elaboración del autor

$$FLUIDEZ = \frac{DO - DI}{DI} \times 100$$

Dp: Diámetro promedio de las cuatro mediciones realizadas

Di: Diámetro inicial de la pasta o diámetro máximo del anillo (10.16 cm)

El rango requerido de la fluidéz debe estar entre 105-115

➤ **Remplazando en fórmula:**

$$FLUIDEZ = \frac{21.04 - 10.16}{10.16} \times 100$$

$$FLUIDEZ = 107.06$$

Con una fluidez de 107.06, notamos que cumple el rango establecido para nuestro diseño de mortero.

En el cuarto paso procedeos hacer la combinación de nuestro material sustitutorio.

### **Imagen 6**

*Resultado de la Fluidez de Diseño Experimental y Medición*



Fuente: Elaboración del autor

Al ser combinado se procedió al mezclado con los demás ingredientes que sería la arena (687.33 g) + el agua - FLUIDES (158.25) que la cantidad de arena sería igual al diseño del patrón, para luego ase su llenado en los moldes.

➤ **Determinación de material (Patrón)**

**Tabla 29**

*Determinación de cantidades de material para el Diseño de Patrón*

<b>MATERIAL</b>	<b>PROPORCION</b>
Arena	687.33 g
Cemento	250 g
Agua	121 ml.

Fuente: Elaboración del autor

➤ **Determinación de relación A/C (Patrón)**

**Tabla 30**

*Datos de Relación A/C para el Diseño del Patrón*

<b>RELACION A/C</b>	
Agua	98.83
Cemento	166.6
<b>Total</b>	<b>0.59</b>

Fuente: Elaboración del autor

**Imagen 7**

*Procedimiento de Elaboración de Diseño de Patrón*



Fuente: Elaboración del autor

Sustitución del 15 % de Cemento por Cascará de arroz que será empleado para Diseño Experimental. Procedemos al cálculo de porcentaje al ser reemplazado que vendría hacer el 15%.

**Figura 4**

*Calculo del Porcentaje de Cemento - Ceniza de Cáscara de Arroz 15%*

**CALCULO DE PORCENTAJE AL 15 %**

CEMENTO	250 g
SUSTITUCION C.A.	15%
SUSTITUCION C.A. AL 15%	37.5 g
CEMENTO - SUSTITUCION C.A.	212.5 g

$$100\% \longrightarrow 250$$

$$15\% \longrightarrow X$$

$$X = \frac{15\% \times 250 \text{ g}}{100\%}$$

$$X = 37.5 \text{ g}$$

Fuente: Elaboración del autor

➤ **Determinación de relación A/C (Experimental)**

**Tabla 31**

*Datos de Relación A/C para el Diseño del Experimental*

<b>RELACIÓN A/C</b>	
Agua	117.83
Cemento	166.6
<b>Total</b>	<b>0.71</b>

Fuente: Elaboración del autor

➤ **Ensayo de Permeabilidad (28 DIAS).**

El ensayo de Permeabilidad se elaboró el instrumento de permeámetro según la guía UNE-EN-12390-8, con lo que se realizó dicho ensayo de permeabilidad, para ello se ejecutó un total de 06 muestras de mortero permeable de los siguientes diseños:

- Mortero patrón 03 especímenes.
- Mortero experimental 03 especímenes

Procediendo con el ensayo de Permeabilidad de los 28 días de curado considerando que para establecer la permeabilidad en los morteros se emplea el método de permeabilidad de agua.

**Tabla 32**

*Ensayo de Profundidad de Penetración de Agua Bajo Presión - Patrón*

N <sup>o</sup>	Testigos	Ensayo de Penetración de Agua			Prof.Penetrac	P.P.
		Inicio	Termino	Horas	.Max	Promedio
01	Probeta Patrón día - 28	18/07/2022 18:00	21/07/2022 18:00	72	3.10	
02	Probeta Patrón día - 28	18/07/2022 18:00	21/07/2022 18:00	72	2.90	2.98
03	Probeta Patrón día - 28	18/07/2022 18:00	21/07/2022 18:00	72	2.95	

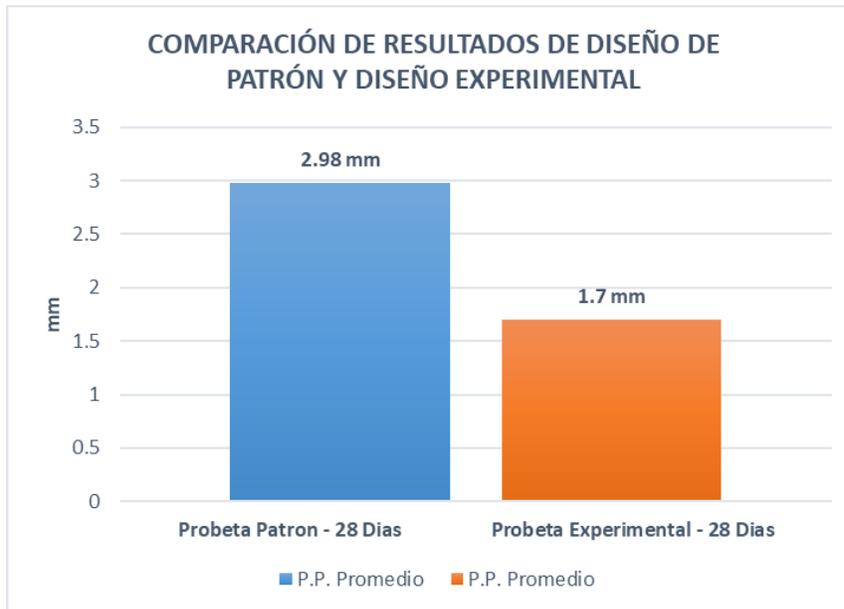
*Nota:* La P.P Promedio es de 2.98 mm Fuente: Resultados de los Ensayos del Laboratorio de la USP.

**Tabla 33***Ensayo de Profundidad de Penetración de Agua Bajo Presión - Experimental*

N°	Testigos	Ensayo de Penetración de Agua			Prof.Penetrac.	P.P.
		Inicio	Termino	Horas	Max	Promedio
01	Probeta Experimental día - 28	18/07/2022 18:00	21/07/2022 18:00	72	1.60	
02	Probeta Experimental día - 28	18/07/2022 18:00	21/07/2022 18:00	72	1.80	1.7
03	Probeta Experimental día - 28	18/07/2022 18:00	21/07/2022 18:00	72	1.70	

*Nota:* La P.P Promedio es de 1.70 mm Fuente: Resultados de los Ensayos del Laboratorio de la USP

➤ **Gráfico Comparativo de Permeabilidad(Patrón y Experimental).**

**Gráfico 5***Comparación de Resultados de Permeabilidad Patrón - Experimental*

Fuente: Elaboracion del Autor

➤ **Resultados de Resistencia a la Compresión Patrón**

**Tabla 34**

*Resumen de Ensayo de Mortero Patrón 03 Días*

Datos	Espécimen 01	Espécimen 02	Espécimen 03
N° Días	03	03	03
Peso (GR)	284.9	285	281.5
Carga Máxima (Kg)	5023	4954	5198
Área (cm <sup>2</sup> )	25	25	24.75
Resistencia f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	200.97	198.16	210.02
Resistencia Promedio f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	203.03		

*Nota:* la Resistencia Promedio es de 203.03 kg/cm. Fuente: Propio.

**Tabla 35**

*Resumen de Ensayo de Mortero Patrón 07 Días*

Datos	Espécimen 01	Espécimen 02	Espécimen 03
N° Días	7	7	7
Peso (GR)	291.1	293.7	296.5
Carga Máxima (Kg)	7221	7697	7384
Área (cm <sup>2</sup> )	25.1	24.85	25.25
Resistencia f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	287.69	309.74	292.44
Resistencia Promedio f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	296.62		

*Nota:* la Resistencia Promedio es de 296.62 kg/cm. Fuente: Propio.

**Tabla 36**

*Resumen de Ensayo de Mortero Patrón 28 Días*

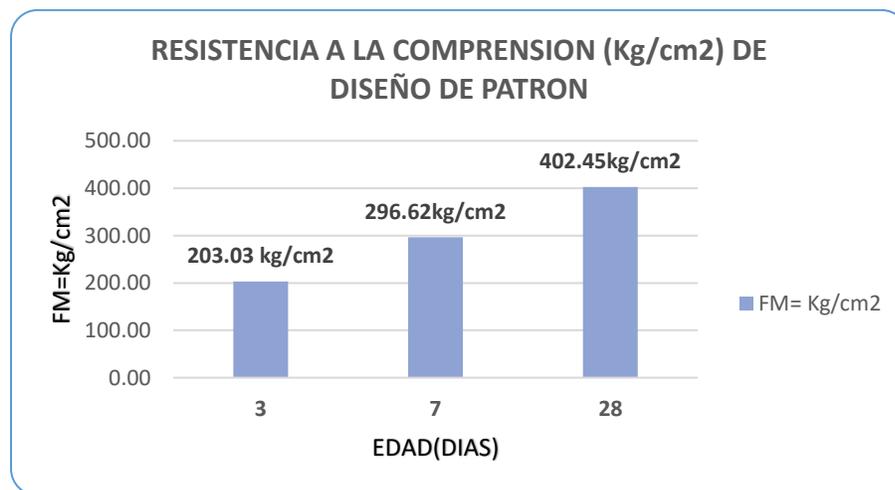
Datos	Espécimen 01	Espécimen 02	Espécimen 03
N° Días	28	28	28
Peso (GR)	292.2	294.7	290.1
Carga Máxima (Kg)	10310	9892	9960
Área (cm <sup>2</sup> )	24.9	24.9	25.15
Resistencia f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	414.06	397.28	396.02
Resistencia Promedio f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	402.45		

*Nota:* la Resistencia Promedio es de 402.45 kg/cm. Fuente: Propio.

Tabla de Frecuencia de las Resistencias Promedios de los Morteros de Diseños Patrón

**Gráfico 6**

*Resistencia a la Compresión de Patrón*



Fuente: Elaboración del Autor

➤ **Resultados de Resistencia a la Compresión Experimental**

**Tabla 37**

*Resumen de Ensayo de Mortero Experimental 03 Días*

Datos	Espécimen 01	Espécimen 02	Espécimen 03
Nº Días	3	3	3
Peso (GR)	293.20	289.60	290.70
Carga Máxima (Kg)	3642.00	3612.00	3733.00
Área (cm <sup>2</sup> )	25.00	25.00	24.75
Resistencia f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	145.68	144.48	150.83
Resistencia Promedio f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	147.00		

*Nota:* la Resistencia Promedio es de 147.00 kg/cm. Fuente: Propio.

**Tabla 38**

*Resumen de Ensayo de Mortero Experimental 07 Días*

Datos	Espécimen 01	Espécimen 02	Espécimen 03
Nº Días	7	7	7
Peso (GR)	294.50	295.80	293.70
Carga Máxima (Kg)	6196.00	5875.00	6800.00
Área (cm <sup>2</sup> )	25.00	25.00	24.75
Resistencia f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	247.84	235.00	274.75
Resistencia Promedio f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	252.53		

*Nota:* la Resistencia Promedio es de 252.53 kg/cm. Fuente: Propio.

**Tabla 39**

*Resumen de Ensayo de Mortero Experimental 28 Días*

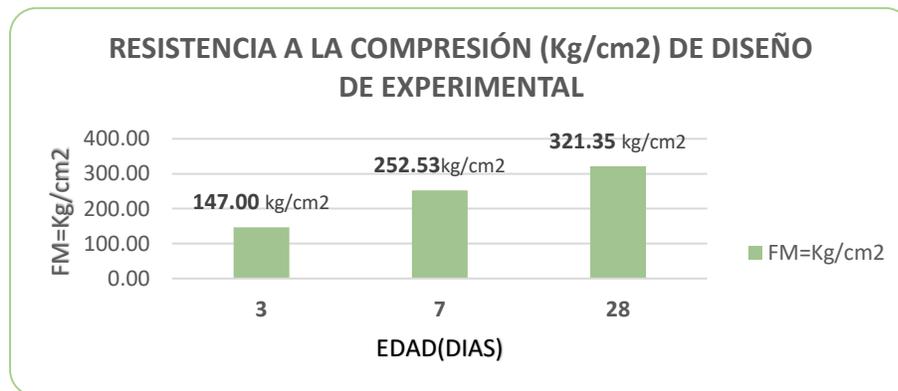
Datos	Espécimen 01	Espécimen 02	Espécimen 03
N° Días	28	28	28
Peso (GR)	298.30	297.90	295.60
Carga Máxima (Kg)	7917.00	8173.00	8010.00
Área (cm <sup>2</sup> )	25.05	24.90	25.05
Resistencia f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	316.05	328.24	319.77
Resistencia Promedio f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	321.35		

*Nota:* la Resistencia Promedio es de 321.35 kg/cm. Fuente: Propio.

Tabla de Frecuencia de las Resistencias Promedios de los Morteros de Diseños Patrón.

**Gráfico 7**

*Resistencia a la Compresión de Diseño de Experimental*



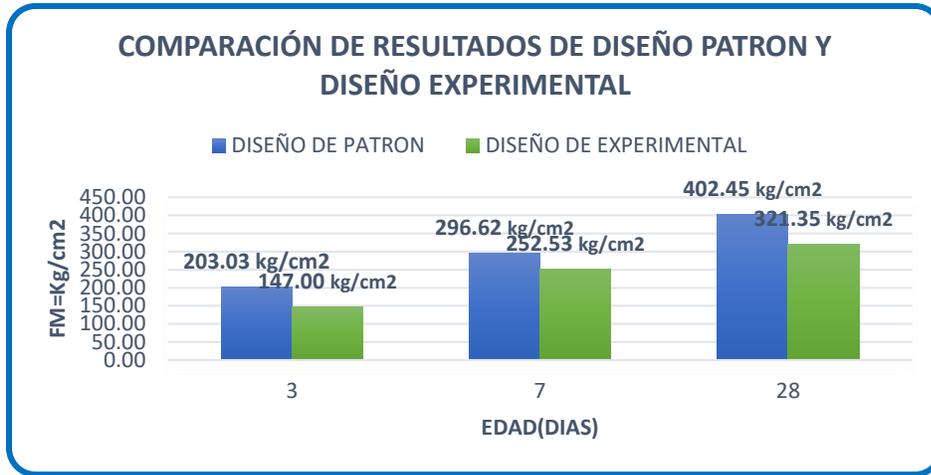
Fuente: Elaboracion del Autor

**Resultados de Comparación en Barras del Diseño de Patrón y Experimental**

Tabla de Frecuencia en Barras Comparaciones de Resultados del Diseño Patrón y Diseño Experimental.

### Gráfico 8

Comparación de Resistencia a la Compresión Patrón y Experimental



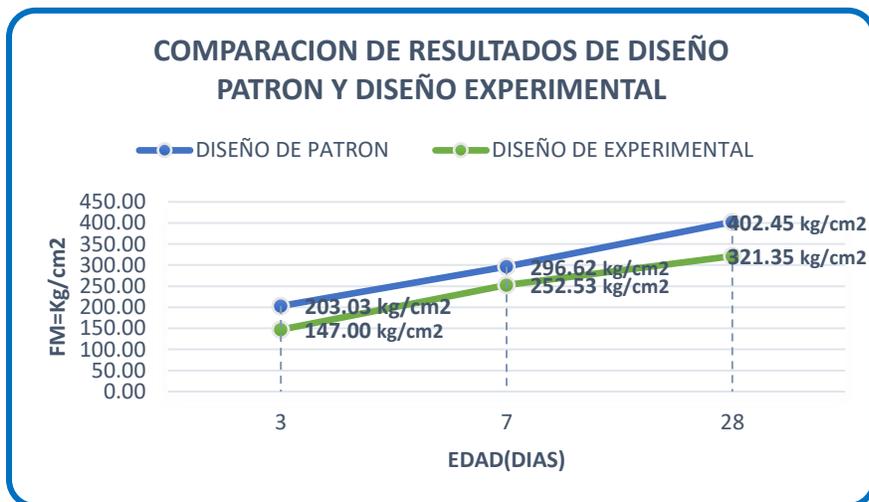
Fuente: Elaboración del Autor

#### ➤ Resultados de Comparación Lineal

Tabla de Frecuencia Lineal, Comparación de Resultados del Diseño de Patrón y Diseño Experimental.

### Gráfico 9

Comparación de Resistencia a la Compresión por Metodo Lineal



Fuente: Elaboración del Autor

#### **IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

Este análisis discutirá los resultados de las pruebas de laboratorio con el único propósito de posponer la hipótesis de trabajo presentado en este estudio. Las variables dependientes estudiadas fueron las características del mortero, como su resistencia a la compresión y permeabilidad.

Los componentes utilizados en este tema de investigación, obtenidos de la cantera de Chimbote, cumplen con los requisitos de las Normas Técnicas del Perú (NTP) etc. en cuanto a sus propiedades y características: análisis de granulometría, contenido de humedad, gravedad específica y tasa de absorción y peso unitario, en las áreas del Laboratorio de Mecánica de Suelos

se realizan con adecuado desempeño técnico y profesional y están acreditados para verificar los resultados obtenidos mediante NTP y ASTM.

El coeficiente de correlación ( $a/c$ ) entre el agua y el cemento es de 0,59 para la muestra estándar y de 0,71 para la muestra de ensayo. Se estimó la cantidad de agua de acuerdo a las tablas 23 y 24 y también se obtuvo la cantidad requerida. Para modificar las 9 muestras de mortero se siguió el mismo procedimiento o método para las muestras experimentales.

De acuerdo a la Tabla 25, se muestra como observamos que cada estructura desarrolló resistencia a compresión, durante 3 días de curado del mortero para ambos diseños, la estructura patrón presentó una resistencia de 203.03 kg/cm<sup>2</sup> y la estructura experimental presentó una resistencia de 147.00 kg/cm<sup>2</sup>, que es inferior a la resistencia de diseño del patrón, por un margen de 56,03 kg/cm<sup>2</sup>.

De igual manera, también podemos observar que después de 7 días de curado, la resistencia de diseño del patrón es de 296,62 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia del diseño experimental es de 252,53 kg/cm<sup>2</sup>, la cual es menor que la del diseño. Los patrones difieren en 44,09 kg/cm<sup>2</sup>.

Cómo también podemos observar también que, en los 28 días de curado del mortero de ambos diseños, el Diseño de Patrón mantiene una resistencia de 402.45 kg/cm<sup>2</sup> y el Diseño Experimental llega a unas resistencias de 321.35 kg/cm<sup>2</sup>, menor que el del Diseño de Patrón con una diferencia de 81.1 kg/cm<sup>2</sup> como se ha plasmado en las barras de comparación del Gráfico 7 así mismo en la comparación lineal como se muestra en el Gráfico 8.

Por lo tanto, se observar el DISEÑO DEL PATRÓN tiene mayor resistencia que el DISEÑO EXPERIMENTAL. se debe a que la ceniza de Cáscara de arroz posee mayor porosidad por lo que absorbe demasiada agua sabiendo que en el Diseño Experimental se realizó una fluidez

para tener una relación A/C favorable para dicho diseño. Es por ello que en el Diseño Experimental tenemos una resistencia baja.

Para determinar la permeabilidad del mortero, según los resultados obtenidos de los ensayos que realizamos a los 28 días mediante el método “Absorción de agua de muestras con baja presión de agua, según la Tabla 38, los valores obtenidos en el ensayos para las muestras patrón fue de 2,98 mm, que es superior al rango de la norma UNE-EN-12390-8 de 2,50 mm, por lo que se utiliza con cemento tipo I, por lo que es un mortero permeable, valor obtenido del ensayo de permeabilidad de una muestra experimental con 15% de ceniza de cascarilla de arroz. El grado es de 1,70 mm según la Tabla 39, en el rango de 2,50 mm, por lo que es un mortero impermeable con mejor pasta y menos vacíos.

También se pasó hacer el ensayo del peso específico relativo para ver porque tiene baja resistencia y se obtuvo un resultado de 3.39 que llegamos a la conclusión que posee una segregación. (separación de agua y cemento).

Se observa en el grafico que el cemento tipo I, domina un PH de 13.96, a lo que diremos que es un material alcalino, cementante.

Se observa que en la ceniza de Cáscara de arroz denomina un PH de 11.13, que es un contenido mínimo de PH para poder decir que es un material cementante.

A la vez también observamos que en la mezcla de materiales como el cemento y la ceniza de cascará de arroz domina un PH de 13.94 y esta será una muestra que se puede usar como material cementante y altamente alcalino.

En base al análisis calorimétrico, la curva nos muestra regiones ligeramente endotérmicas alrededor de los 100°C y 210°C. Luego hay un gran pico de absorción térmica alrededor de 430°C, lo que indica un cambio en las propiedades del material.

El cemento tiene un peso específico de 3.12, que se puede construir y tiene buena resistencia.

Los resultados obtenidos en el peso específico de ceniza de cáscara de arroz (CCA) fueron 2,58 y deberían estar en el rango de 3,10 a 3,22 para poder obtener una resistencia a la compresión.

Los resultados en la combinación entre cemento más ceniza de Cáscara de arroz tienen como resultado 3.39 que tiene una deficiencia al momento de su diseño por que presenta baja resistencia. Se debe porque tiene una segregación “que quiere decir que tiene una separación de cemento y agua”.

## V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Podemos concluir que el agregado de la cantera Ruben en Chimbote tiene excelentes propiedades físicas y mecánicas, lo cual se confirma con pruebas de alta calidad realizadas en laboratorio para preparar la mezcla de mortero.
- Se cree que la cáscara de arroz es una de las ventajas de su uso: reduce los efectos de la reactivación de álcali y sílice y mejora la trabajabilidad [21].
- Diseño de patrón bien desarrollado y probado con resistencia a la compresión de 3, 7 y 28 días, logramos una resistencia de 203,03 kg/cm<sup>2</sup>, 296,62 kg/cm<sup>2</sup> y 402,45 kg/cm<sup>2</sup>.  
Al desarrollar el diseño experimental, absorbía demasiada agua, por lo que tuvimos que diseñar un flujo con una relación de aire acondicionado de 0.71 porque la absorción de agua está relacionada con la porosidad de la ceniza de cascarilla de arroz.
- Según nuestro análisis de fluorescencia de "rayos x" de la "Universidad Nacional Mayor de San Marcos", la ceniza de cascarilla de arroz contiene mucha sílice, por lo que es necesaria para la elaboración de morteros. El valor de pH (11.13) obtenido en la ceniza de cascarilla de arroz estuvo dentro de lo normal para la elaboración de mortero.
- Combinación de gravedad específica (85% cemento + 15% ceniza de cascarilla de arroz). La puntuación es 3,39. Algo que no repercute en la resistencia del mortero, pero sí en una mayor trabajabilidad.
- Con base en los resultados que obtuvimos en nuestra prueba de permeabilidad de 28 días, concluí que el plan experimental es el diseño óptimo, refiriéndose al método de absorción de agua en un tubo de ensayo con baja presión de agua, "que proporciona valores más bajos de acuerdo con el Norma UNE-EN-12390-8, para el área

especificada de 2,50 mm, la sílice también ayuda a obtener una buena pasta y ayuda a eliminar huecos, por lo que es un mortero impermeable.

## **RECOMENDACIONES**

Para el diseño mezclas se recomienda utilizar los métodos que propone la NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 334.051 – 2006 y la regla UNE-EN-12390-8 para el ensayo de permeabilidad de mortero se usa en el método de Absorción de agua en probetas sometidas a baja presión de agua.

Se recomienda para la determinación de la relación A/C, en el uso de la mesa de fluidez, se debe girar la manija 25 veces en un tiempo de 15 segundos, debe ser tal como se indica, para que la relación A/C, sea admisible, y no afectar en nuestra resistencia.

Ya que el contenido de vacíos depende de distintas variables como la granulometría y forma del agregado, es transcendental antes de realizar mezclas definitivas, hacer mezclas de prueba para alcanzar el porcentaje de vacíos que se ha estimado en el diseño.

Al momento de realizar el vaciado de mortero en los moldes, se debe realizar los 32 chuceos correspondientes como indica la normal técnica, y vibrarlo manualmente, así se evitará globos de aire y cangrejeras, que podrían ser notados al momento del desencofrado.

Para el curado de mortero, se deberá colocar en recipientes de agua limpia, libre de residuos que puedan contaminar y hacer deficiente el proceso de curado, en el caso se ensuciarse el agua, se deberá de cambiar el agua de manera rápida, y que cumpla su edad de curado.

Asimismo, se pretende con estos resultados favorables, hacer uso del mortero para fabricación de algunos materiales de construcción a base de mortero, comprobar su resistencia.

Se sugiere que, para este tipo de mortero, la adición del 15% de la construcción dio buenos resultados en la prueba de permeabilidad, especialmente a los 28 días de curado, indicando menos vacíos y mejor pasta.

## **VIAGRADECIMIENTOS**

Primeramente, agradecer a Dios por haberme dado la sabiduría y el conocimiento para realizar mi proyecto de investigación y por haber sido mi guía y mi fortaleza para ser posible mis metas propuestas.

A mi hijo Jordan quien ha sido mi gran motivación para nunca rendirme en los estudios para así poder llegar a ser un buen ejemplo para él. Asimismo, a mi compañera de vida Katuska quien ha sido parte fundamental para poder cumplir esta meta.

A mis padres Sonia y Carlos quienes siempre me han brindado su apoyo para superarme y desear siempre lo mejor para mí y aunque el camino es difícil siempre están ahí para mí.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además su apoyo incondicional a lo largo de esta trayectoria.

## VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo Flavio (2017). *“Tecnología del Concreto”*. Perú. Composición, diagramación y montaje Editorial “San Marcos”.  
<https://acortar.link/c1kGUQ>
- Akhter Jamil, Md Rezaul Karim, Zain Zain, Fu-chih Lai (2012). *“La resistencia del mortero y el hormigón como influencia de la ceniza de cascarilla de arroz: una revisión”*. Revista Mundial de ciencias aplicadas.  
<https://acortar.link/O3wuE7>
- Avalos, E. & Saldaña, C. (2015).” *Efecto del contenido de sílice amorfa en la ceniza de la Cáscara de arroz sobre la resistencia a la compresión en morteros de cemento portland y porosidad y absorción en concretos de cemento portland”*. (Tesis para optar el grado de bachiller en Ingeniería química). Perú. Universidad Nacional de Trujillo.  
<https://acortar.link/3w4KAU>
- Cottier Caviedes Juan Luis (2012). *“Manual de tecnología del concreto”*. México. Editorial Limusa.  
<https://acortar.link/gY9V6P>
- Coyasamin Maldonado Oscar Vinicio (2016). *“Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón tradicional, con hormigón adicionado con cenizas de Cáscara de arroz(cca) y hormigón adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar(cbc)”*. Ecuador. Universidad Técnica de Ambato.  
<https://acortar.link/yXdQZt>

- Chur Pérez Giancarlo (2010). “*Evaluación del uso de la cascarilla de arroz como agregado orgánico en mortero de mampostería*”. (Tesis para optar el título de ingeniero civil). Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala.

<https://acortar.link/LgaIhc>

- Fresneda Sánchez Santiago, Méndez Chaparro Jefferson (2019). “*Impermeabilizante natural a partir de la ceniza cascarilla de arroz para muros en adobe*”. Universidad La Gran Colombia.

<https://acortar.link/OeLlS>

- Gutiérrez de López, Libia (2003). “*El concreto y otros materiales para la construcción*”. Manizales-Colombia. Universidad Nacional de Colombia.

[.http://www.bdigital.unal.edu.co/6167/17/9589322824\\_Parte5.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/6167/17/9589322824_Parte5.pdf)

- IECA (2015). “*Componentes y propiedades del cemento*”

[https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id\\_rep=179](https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id_rep=179).

- IMCYC (2011). “*Cemento para Albañilería (Mortero)*”. México.

<https://acortar.link/L6B1qZ>

- Juárez Quevedo Belcky María de los Ángeles (2012). “*La utilización de Cáscaras de arroz bajo el proceso de calcinación controlada como puzolana artificial en el diseño de morteros para acabados*”. (Tesis para optar el título de ingeniero civil). Guatemala. Universidad de san Carlos de Guatemala.

<https://acortar.link/hWomE4>

- Martínez I. (2010). “*Cementos y Morteros*”. Universidad Nacional del Comahue.

- Novoa Galeano Martha Alix, Becerra León Luisa Daniela, Vásquez Piñeros María Paula (2016). *“La ceniza de cascarilla de arroz y su efecto en adhesivos tipo mortero”*. Bogotá- Colombia.  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6684748.pdf>
- NTP 334.009. CEMENTOS. *Procedimientos para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica*.  
<https://cupdf.com/document/231282716-norma-tecnica-peruana.html>.
- NTP 334.057. CEMENTOS. *Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de Cemento Portland*.  
<https://cupdf.com/document/231282716-norma-tecnica-peruana.html>.
- Quiroz Crespo Mariela Vivian, Salamanca Osuna Esteban Lucas (2006). *Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de “tecnología del hormigón”*. (Para optar al diploma académico de licenciatura en Ingeniería Civil). Cochabamba- Bolivia. Universidad Mayor de San Simón facultad de ciencias y tecnología carrera de ingeniería civil.  
<https://acortar.link/IDpwLQ>
- Ramos Fernández Christian Silvestre (2019). *“Diseño de mortero empleando cenizas de cáscaras de arroz”*. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Pimentel- Perú. Universidad Señor de Sipán.  
<https://acortar.link/SQFpf5>
- Salas, J. & Isabel, S. (2010). *“Empleo de cenizas de Cáscara de arroz como adiciones en morteros”*. España. Instituto Eduardo Torroja.

<https://acortar.link/jcwFOX>

- Serrano Tomas, Borrachero Victoria, Monzó José., Payá Jordi. (2012). “*Morteros aligerados con cascarilla de arroz: diseño de mezclas y evaluación de propiedades*”. España.

<https://acortar.link/8GhFbe>

- Villegas Martínez Carlos Alberto (2012). “*Utilización de puzolanas naturales en la elaboración de prefabricados con base cementicia destinados a la construcción de viviendas de bajo costo*”. Perú. Universidad Nacional de Ingeniería.

<https://acortar.link/cxZaE2>

## **VIII ANEXOS**

## ANEXO N°01 PANEL FOTOGRAFICO



Figura 01: recolección de Cáscara de arroz “Peladora Zavaleta”



Figura 02: limpiado de Cáscara de arroz de desechos inorgánicos.



Figura 03: nolición de Cáscara de arroz con batan.



Figura 04: Pre calcinación del arroz en una olla de barro con briqueta.



Figura 05: laboratorio de la universidad nacional de Trujillo (UNT)



Figura 06: laboratorio de Polímeros - Análisis del ATD (Análisis Térmico Diferencial)



Figura 07: Análisis del ATD (Análisis Térmico Diferencial)



Figura 08: Cantera Rubén – Extracción de la Arena Gruesa



Figura 09: Cuarteo del Material a Gradación



Figura 10: medición de muestra de los 8 k.



figura 11: Peso de la muestra de los 500 gr.



Figura 12: Haciendo la Gradación por la malla N° 04



figura 13: Haciendo la Gradación



figura 14: Mezcladora de materiales Para determinar la Fluidez



figura 15: Mezcladora de materiales



figura 16: Colocación de la mezcla en el anillo y chuseo



figura 16: Colocación de la mezcla en la mesa de Fluidos



figura 17: Vaciado de mortero en el molde y chuseo



figura 18: Desencofrado y se procedió al pasamiento de los cubos de morteros



figura 19: Curado de los cubos de mortero, luego serán sacados del agua como está programado de 3 – 7 – 28 días



figura 20: Ensayo de Resistencia a la Compresión

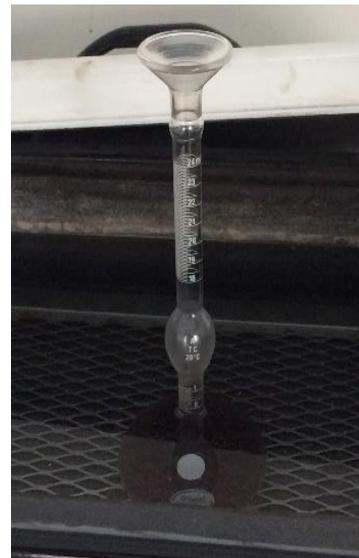


figura 21: Aparato del Baño María y Le Chatelier para el ensayo del Nuevo Cemento (CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ + CEMENTO) Peso Específico Relativo



figura 22: Llenado de la Combinación de la mezcla de Cemento + Ceniza de Cáscara de Arroz.



figura 23: Medición del nuevo cemento.



figura 24: Determinación de la Fluides en el Laboratorio de la USP – Ensayo de Permeabilidad



figura 25: Determinación de la Fluides en el Laboratorio de la USP – Ensayo de Permeabilidad



figura 26: Vaciado de la mezcla en los moldes en el Laboratorio de la USP – Ensayo de Permeabilidad.



figura 27: Facultada de Ciencias físicas – Ensayo de Florescencia – UNSM.



figura 28: Facultad de Ciencias físicas – Laboratorio de Arqueometría Equipo de Espectro FRXDE – Ensayo de Florescencia – UNSM.



figura 29: Facultad de Ciencias físicas – Laboratorio de Arqueometría Equipo de Espectro FRXDE – Ensayo de Florescencia - UNSM.



figura 29: Ing. Responsable Laboratorio de Arqueometría Equipo de Espectro FRXDE – Ensayo de Florescencia – UNSM.

**ANEXO N°02 RESULTADO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS**

## Determinación de cantidades de material para el Diseño de Patrón.

**Tabla 40**

*Determinación de Cantidades de Arena para el Diseño de Patrón*

<b>TOTAL, DE ARENA CON PROPUESTA</b>					
Peso Retenido	Peso de un Cubo por Norma	Peso Total	Total, para un Cubo	Número de Veces (Cubos)	Peso Total para 3 Cubos
18.05	229.11	500.00	8.27	3.00	<b>24.81</b>
104.12	229.11	500.00	47.71	3.00	<b>143.13</b>
145.11	229.11	500.00	66.49	3.00	<b>199.48</b>
94.95	229.11	500.00	43.51	3.00	<b>130.52</b>
30.05	229.11	500.00	13.77	3.00	<b>41.31</b>
86.10	229.11	500.00	39.45	3.00	<b>118.36</b>
21.62	229.11	500.00	9.91	3.00	<b>29.72</b>
<b>TOTAL, EN ARENA</b>					<b>687.33</b>

Fuente: Elaboración del autor

**Tabla 41**

*Determinación de Cantidades del Cemento para el Diseño de Patrón*

<b>CEMENTO POR NORMA</b>			
Cemento, (g)	Nº Especímenes	Nº de Cubos	Total, para 3 cubos (g)
500	6	3	250

Fuente: Elaboración del autor

**Tabla 42**

*Determinación de Cantidades del Agua para el Diseño de Patrón*

<b>AGUA POR NORMA</b>			
Agua, (ml)	Nº Especímenes	Nº de Cubos	Total, para 3 cubos (ml)
242	6	3	121

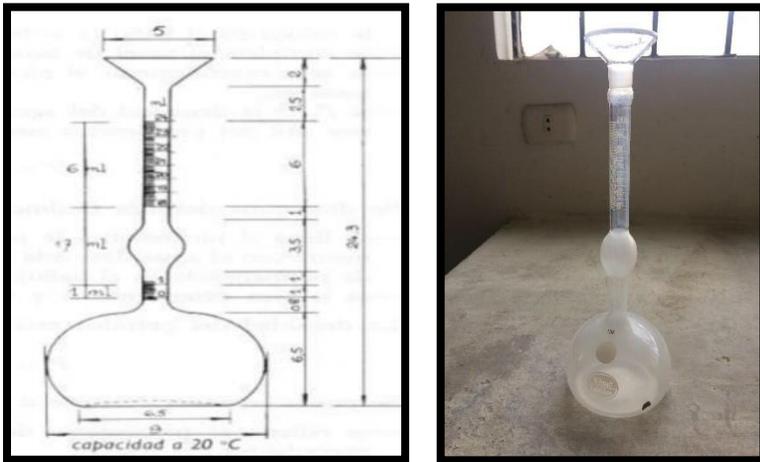
Fuente: Elaboración del autor

## Procedimiento para el Nuevo peso Específico (Cemento + Ceniza de Cáscara de Arroz)

1.- Primero se efectuó la selección del material que es ceniza de Cáscara de arroz y lavamos el frasco LeChatelier y luego secamos su interior (asegurándonos que se encuentre libre de residuos y asimismo de humedad).

### Imagen 8

*Combinación de Muestras en el Frasco Le Chatelier*



Fuente: Elaboración del Autor

2.- luego se prende la bandeja de baño María a 20° o 25° por 15 min hasta el agua este maso menos caliente.

### Imagen 9

*Bandeja de baño Maria a 20° o 25°*



Fuente: Elaboración del Autor

3.- Las botellas de Le Chatelier se llenan entre la marca de 0 y 1 ml (se recomienda llenar la botella hasta la marca de 0 ml), con el líquido especificado y las piezas correspondientes a los materiales y equipos. Si es necesario, limpiamos el cuello de la varilla.

4.- Sumerja la botella en un baño de agua a temperatura ambiente hasta que se observe una diferencia de no más de 20 °C entre la temperatura del líquido dentro del botón y la temperatura del líquido fuera del botón. Como el líquido del interior del botón caerá cuando soltemos la burbuja, lo llenaremos con una pipeta entre las marcas de 0 y 1 ml (por lo que se recomienda mantener la medida en cero).

### **Imagen 10**

*Sumergimiento del Frasco Le Chatelier en el Baño María*



Fuente: Elaboración del Autor

5.- Pesar una cantidad de (Cemento 85% + Ceniza de Cascara de Arroz 15%) de 64 g y guardado en el recipiente. Al colocar el cemento, tenga mucho cuidado de no derramarlo y que el cemento no se pegue al interior de la botella por encima del líquido. También podemos utilizar un vibrador o un embudo para acelerar la colocación del cemento para que no se pegue al cuello del sillín

## Imagen 11

*Vaciado de la Mezcla de Cemento + Ceniza de Cáscara de Arroz*



Fuente: Elaboración del Autor

6.- Ubicamos el tapón en el frasco y hacemos girar y que éste en una posición inclinada o giramos horizontalmente y dócilmente en círculo, de tal forma de liberar de aire el cemento hasta que ya no tenga ningún escape de burbujas hacia la superficie.

## Imagen 12

*Liberación de Aire*



Fuente: Elaboración del Autor

7.- Sumerja el matraz en un baño de agua y verifique su temperatura de acuerdo con los números de esta sección. Medimos el volumen y lo registramos.

### Imagen 13

#### *Control de Temperatura*



Fuente: Elaboracion del Autor

8.- Por último, una vez llenado pasamos a la medición del matraz hasta donde ha llegado al introducir la (Cemento 85% + Ceniza de Cascara de Arroz 15%) para luego por formula sacar el Peso Específico (Cemento 85% + Ceniza de Cascara de Arroz 15%).

### Imagen 14

#### *Medición del Peso Específico del Nuevo Cemento*



Fuente: Elaboración del Autor

9.- El resultado de la medida del Matraz es de 24.8

10.- Calcular

Para determinar la Densidad (Cemento 85% + Ceniza de Cascara de Arroz 15%) haremos uso de la siguiente ecuación:

$$\rho_c = M / (V_f - V_i)$$

En el cual:

M: Masa de la muestra de (Cemento 85% + Ceniza de Cascara de Arroz 15%)

Vi: Volumen inicial del líquido introducción al frasco Le Chatelier, en cm<sup>3</sup>

Vf: Volumen final del líquido (después de introducir los 64 g de C.C.A), en cm<sup>3</sup>

pc: Densidad de la (Cemento 85%+ Ceniza de Cascara de Arroz 15%), en g/cm<sup>3</sup>

El peso específico relativo del (Cemento 85% + Ceniza de Cascara de Arroz 15%) se calcula de la siguiente forma:

$$PER_c = \frac{\rho_c}{\rho_{H2O}}$$

Donde:

pc: Densidad de (Cemento 85% + Ceniza de Cáscara de Arroz 15%) en g/cm<sup>3</sup>.

ph<sub>2</sub>O: Densidad del agua a 4°C = 1g/cm<sup>3</sup>.

PERC: Peso específico relativo (Cemento 85%+ Ceniza de Cáscara de Arroz 15%).

### **CALCULO ILUSTRADO DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.**

DATOS:

DATOS:

Peso de la Ceniza de Cáscara de Arroz: 64 g

Volumen Inicial del Líquido: Vi = 0 cm<sup>3</sup>

Volumen Final del Líquido: Vf = 24.8 cm<sup>3</sup>

Temperatura: T=25°C

Determinación de la densidad de la Ceniza de Cáscara de Arroz:

$$\rho_c = M/(V_f - V_i) = 64 \text{ g} / (24.8-0) \text{ cm}^3 = 2.58 \text{ g/cm}^3$$

Determinación del Peso Específico Relativo de la Ceniza de Cáscara de Arroz:

$$PER_c = \frac{\rho_c}{\rho_{H2O}} = (2.58 \text{ g/cm}^3) / (1.0 \text{ g/cm}^3) = 2.58$$

➤ **CALCULO ILUSTRADO DEL CEMENTO + CENIZA DE CÁSCARA DEARROZ.**

DATOS:

Peso de la Ceniza de Cáscara de Arroz: 9.6 g

Peso del Cemento: 54.4 g

Volumen Inicial del Líquido: Vi = 0 cm<sup>3</sup>

Volumen Final del Líquido: Vf = 18.9 cm<sup>3</sup>

Temperatura: T=25°C

Determinación de la densidad de la Ceniza de Cáscara de Arroz:

$$\rho_c = M/(V_f - V_i) = 64 \text{ g} / (18.9 - 0) \text{ cm}^3 = 3.39 \text{ g/cm}^3$$

Determinación del Peso Específico Relativo de la Ceniza de Cáscara de Arroz:

$$PER_c = \frac{\rho_c}{\rho_{H2O}} = (3.39 \text{ g/cm}^3) / (1.0 \text{ g/cm}^3) = 3.39$$

## ✓ ENSAYO DE PESO ESPECIFICO

verificación del cemento más el aditivo experimental

Materiales y Equipos utilizar

- 1.- Ceniza de Cáscara de Arroz 64 g
- 2.- Cemento + Ceniza de Cáscara de Arroz (54.4 g + 9.6 g = 64 g)
- 2.- Gasolina 1Lt
- 3.- Frasco Le Chatelier
- 4.- Aparato Baño Maria a temperatura constante
- 5.- Embudo

### Imagen 15

*Material para el Proceso del Nuevo Cemento*



Fuente: Elaboración del Autor

### Tabla resultados del Peso Específico.

#### Tabla 43

*Resultados del Peso Específico*

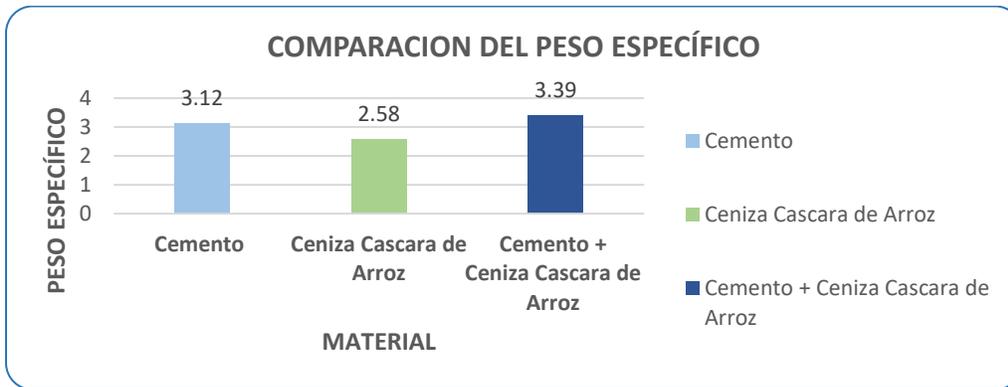
RESULTADOS DEL PESO ESPECÍFICO	
Cemento	3.12
Ceniza	2.58
Cemento + CCA	3.39

Fuente: Elaboración del autor

➤ **Gráfico de Comparaciones del Peso Específico.**

**Gráfico 10**

*Comparacion del Peso Especifico*



Fuente: Elaboración del Autor



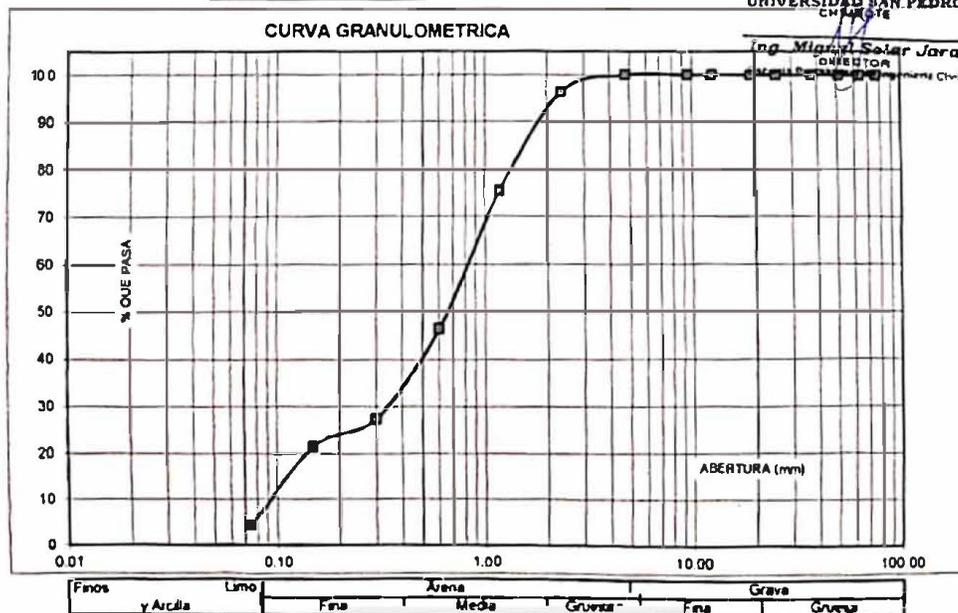
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO**  
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : PAREDES MESA MARLON JORDAN GUSTAVO  
 TESIS : PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO CON CEMENTO  
 SUSTITUIDO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 04/08/2022

TAMIZ	Abert (mm)	Peso retenido (gr)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu (%)	% Que pasa (gr)
N° 3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 8	2.36	18.05	3.6	3.6	96.4
N° 16	1.18	104.12	20.8	24.4	75.6
N° 30	0.60	145.11	29.0	53.5	46.5
N° 50	0.30	94.95	19.0	72.4	27.6
N° 100	0.15	30.05	6.0	78.5	21.5
N° 200	0.08	66.10	17.2	95.7	4.3
PLATO	ASTM C-117-04	21.82	4.3	100.0	0.0
TOTAL		500.0	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Módulo de Fineza	2.32

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solor Jara  
TOMADOR



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO  
(ASTM D-2216)**

SOLICITA : PAREDES MESA MARLON JORDAN GUSTAVO  
TESIS : PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO CON CEMENTO  
SUSTITUIDO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
CANTERA : RUBEN  
MATERIAL : AREÑA GRUESA  
FECHA : 04/08/2022

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	892.3	686.7	
TARA + SUELO SECO (gr)	890.3	683.5	
PESO DEL AGUA (gr)	2.0	3.2	
PESO DE LA TARA (gr)	203	206.3	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	687.3	477.2	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.29	0.67	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.48	

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN AGREGADO FINO**  
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : PAREDES MESA MARLON JORDAN GUSTAVO  
 TESIS : PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO CON CEMENTO  
 SUSTITUIDO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 04/08/2022

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr.	668.90	668.90
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm <sup>3</sup>	968.90	968.90
D	Peso de picnometro + agua + material	gr.	858.80	858.80
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm <sup>3</sup>	110.10	110.10
F	Peso de material seco en estufa	gr.	298.30	298.30
G	Volumen de masa (E-(A-F))		108.40	108.40
H	P e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.709	2.709
I	P e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.725	2.725
J	P e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.752	2.752
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100		0.57	0.57

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.709  
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.725  
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.752  
 Absorción (%) : 0.57

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO  
(ASTM C29 / C29M - 09)**

SOLICITA : PAREDES MESA MARLON JORDAN GUSTAVO  
 TESIS : PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO CON CEMENTO  
 SUSTITUIDO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 04/06/2022

**PESO UNITARIO SUELTO**

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7840	7820	7900
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4514	4494	4574
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1619	1612	1641
Peso unitario prom. ( Kg/m <sup>3</sup> )	1624		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1616		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8350	8350	8350
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	5024	5024	5024
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1802	1802	1802
Peso unitario prom. ( Kg/m <sup>3</sup> )	1802		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1793		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE  
MORTERO-PATRON  
(MTC E 616-NTP 334.126)**

SOLICITA : PAREDES MESA MARLON JORDAN GUSTAVO  
TESIS : PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO CON CEMENTO  
SUSTITUIDO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
MATERIAL : ARENA GRUESA  
FECHA : 04/08/2022

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
21.10	21.61	10.16	112.70
22.08			
21.93			
21.33			

OBSERVACIÓN La fluidez se debe encontrar dentro del rango 110 +/-5%

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE  
MORTERO-PATRON  
(MTC E 616-NTP 334.126)**

SOLICITA : PAREDES MESA MARLON JORDAN GUSTAVO  
TESIS : PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO CON CEMENTO  
SUSTITUIDO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
MATERIAL : ARENA GRUESA  
FECHA : 04/08/2022

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
20.30	20.65	10.16	103.25
20.60			
20.80			
20.90			

OBSERVACIÓN La fluidez se debe encontrar dentro del rango 110 +/-5%

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Cuenta Profesional de Ingeniería Civil

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Cludad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [lmsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:lmsyem@usanpedro.edu.pe)



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE  
MORTERO-EXPERIMENTAL  
(MTC E 616-NTP 334.126)**

SOLICITA : PAREDES MESA MARLON JORDAN GUSTAVO  
TESIS : PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO CON CEMENTO  
SUSTITUIDO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
MATERIAL : ARENA GRUESA  
FECHA : 04/03/2022

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
21.25	21.04	10.16	107.06
20.70			
21.10			
21.10			

**OBSERVACIÓN** La fluidez se debe encontrar dentro del rango  $110 \pm 5\%$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm  
(ASTM C 109)**

**SOLICITA :** PAREDES MESA MARLON JORDAN GUSTAVO  
**TESIS :** PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO CON CEMENTO  
 SUSTITUIDO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
**LUGAR :** CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
**FECHA :** 04/08/2022

N°	TESTIGO ELEMENTO	FECHA DE ROTURA	f <sub>caso</sub>	Densidad	Longitud	Longitud	Longitud	Area	Carga	Resistencia
			Muestra (MP)	(g/cm <sup>3</sup> )	(a) (cm)	(b) (cm)	(c) (cm)	(a*b) (cm <sup>2</sup> )	Máxima (kg)	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	PATRON 3 DIAS	9/06/2016	284.9	2.288	5.00	5.00	4.98	25.00	5023.00	200.92
02	PATRON 3 DIAS	6/06/2016	285.0	2.275	5.00	5.00	5.01	25.00	4954.00	198.16
03	PATRON 3 DIAS	9/06/2016	281.5	2.302	4.98	4.97	4.94	24.75	5198.00	210.02
PROMEDIO RESISTENCIA f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )							203.03			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO A LA COMPRESION DE CUIOS 5.08 cm  
(ASTM C 109)**

**SOLICITA** : PAREDES MESA MARLON JORDAN GUSTAVO  
**TESIS** : PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO CON CEMENTO  
 SUSTITUIDO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
**LUGAR** : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
**FECHA** : 04/08/2022

TESTIGO	FECHA DE ROTURA	Peso Muestra (gr)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Longitud (a) (cm)	Longitud (b) (cm)	Longitud (c) (cm)	Area (a*b) (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01 PATRON 7 DIAS	13/06/2016	291.1	2.320	5.00	5.02	5.00	25.10	7221.00	287.69
02 PATRON 7 DIAS	13/06/2016	293.7	2.354	4.97	5.00	5.02	24.85	7697.00	309.74
03 PATRON 7 DIAS	13/06/2016	296.5	2.353	5.05	5.00	4.99	25.25	7344.00	292.44
<b>PROMEDIO RESISTENCIA f<sub>c</sub>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>						<b>296.62</b>			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm  
(ASTM C 109)**

SOLICITA : PAREDES MESA MARLON JORDAN GUSTAVO  
 TESIS : PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO CON CEMENTO  
 SUSTITUIDO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
 FECHA : 04/08/2022

TESTIGO	FECHA DE ROTURA	Peso Muestra (gr)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Longitud (a) (cm)	Longitud (b) (cm)	Longitud (c) (cm)	Area (a*b) (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	
N°	ELEMENTO									
01	PATRON 28 DIAS	4/07/2016	292.2	2.342	4.98	5.00	5.01	24.90	10310.00	414.06
02	PATRON 28 DIAS	4/07/2016	294.7	2.353	4.96	5.02	5.03	24.90	9892.00	397.28
03	PATRON 28 DIAS	4/07/2016	290.1	2.307	5.03	5.00	5.00	25.15	9960.00	396.02
PROMEDIO RESISTENCIA Fc(kg/cm <sup>2</sup> )							402.45			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm-EXPERIMENTAL  
(ASTM C 109)**

**SOLICITA** : PAREDES MESA MARLON JORDAN GUSTAVO  
**TESIS** : PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO CON CEMENTO  
SUSTITUIDO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
**LUGAR** : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
**FECHA** : 04/08/2022

N°	TESTIGO ELEMENTO	FECHA DE ROTURA	Tipo	Densidad	Longitud	Longitud	Longitud	Area	Carga	Resistencia
			Muestra (gr)	(gr/cm <sup>3</sup> )	(a) (cm)	(b) (cm)	(c) (cm)	(a*b) (cm <sup>2</sup> )	Maxima (kg)	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	EXPERIMENTAL 3 DIAS	20/05/2022	293.2	2.346	5.00	5.00	5.00	25.00	3642.00	145.68
02	EXPERIMENTAL 3 DIAS	20/06/2022	289.6	2.298	5.00	5.00	5.04	25.00	3612.00	144.48
03	EXPERIMENTAL 3 DIAS	20/08/2022	290.7	2.349	4.95	5.00	5.00	24.75	3733.00	150.83
<b>PROMEDIO RESISTENCIA f<sub>c</sub>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>						<b>147.00</b>				

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE**

**Ing. Miguel Solar Jara**  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [lmsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:lmsyem@usanpedro.edu.pe)



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm-EXPERIMENTAL  
(ASTM C 109)**

SOLICITA : PAREDES MESA MARLON JORDAN GUSTAVO  
TESIS : PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO CON CEMENTO  
SUSTITUIDO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
FECHA : 04/08/2022

TESTIGO	FECHA DE ROTURA	Peso Muestra (gr)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Longitud (a) (cm)	Longitud (b) (cm)	Longitud (c) (cm)	Area (a*b) (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	
N°	ELEMENTO									
01	EXPERIMENTAL 7 DIAS	294.5	2.342	5.00	5.00	5.03	25.00	6196.00	247.84	
02	EXPERIMENTAL 7 DIAS	295.8	2.343	5.00	5.00	5.05	25.00	5875.00	235.00	
03	EXPERIMENTAL 7 DIAS	293.7	2.369	4.95	5.00	5.01	24.75	6800.00	274.75	
PROMEDIO RESISTENCIA Fc(kg/cm <sup>2</sup> )						252.53				

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm  
(ASTM C 109)**

**SOLICITA :** PAREDES MESA MARLON JORDAN GUSTAVO  
**TESIS :** PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO CON CEMENTO  
 SUSTITUIDO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
**LUGAR :** CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
**FECHA :** 04/08/2022

TESTIGO	FECHA DE ROTURA	Peso Muestra (gr)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Longitud (a) (cm)	Longitud (b) (cm)	Longitud (c) (cm)	Area (a*b) (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	
01 EXPERIMENTAL 28 DIAS	15/07/2018	298.3	2.363	5.01	5.00	5.04	25.05	7917.00	316.05	
02 EXPERIMENTAL 28 DIAS	15/07/2018	297.9	2.388	4.96	5.02	5.01	24.90	8173.00	328.24	
03 EXPERIMENTAL 28 DIAS	15/07/2018	295.6	2.328	4.98	5.03	5.07	25.05	8010.00	319.77	
<b>PROMEDIO RESISTENCIA Fc(kg/cm<sup>2</sup>)</b>							<b>321.35</b>			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION-EXPERIMENTAL**

**SOLICITA :** PAREDES MESA MARLON JORDAN GUSTAVO  
**TESIS :** PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO CON CEMENTO  
SUSTITUIDO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
**LUGAR :** CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
**FECHA :** 04/08/2022

N°	TESTIGO ELEMENTO	ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENETRAC. MAX. cm	P. P. PROMEDIO cm
		INICIO	TERMINO	HORAS		
01	PROBETA EXPERIMENTAL Dia - 28	18-7-22 18:00	21-7-22 18:00	72	1.60	1.70
02	PROBETA EXPERIMENTAL Dia - 29	18-7-22 18:00	21-7-22 18:00	72	1.80	
03	PROBETA EXPERIMENTAL Dia - 30	18-7-22 18:00	21-7-22 18:00	72	1.70	

**ESPECIFICACIONES :** Los ensayos responde a la norma de UNE-EN-12390-8

**OBSERVACIONES :** Los testigos fueron elaborados por los Alumnos del Curso.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Iny. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [lmsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:lmsyem@usanpedro.edu.pe)



**ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION**

SOLICITA : PAREDES MESA MARLON JORDAN GUSTAVO  
 TESIS : PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO CON CEMENTO  
 SUSTITUIDO POR CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SASTA - ANCASH  
 FECHA : 04/08/2022

N°	TESTIGO ELEMENTO	ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENETRAC. [mm]	P. P. PROMEDIO
		INICIO	TERMINO	HORAS		
01	PROBETA PATRON Dia - 21	18-7-22 18:00	21-7-22 18:00	72	3.10	2.91
02	PROBETA PATRON Dia - 21	18-7-22 18:00	21-7-22 18:00	72	2.90	
03	PROBETA PATRON Dia - 21	18-7-22 18:00	21-7-22 18:00	72	2.95	

**ESPECIFICACIONES** : Los ensayos responde a la norma de UNE-EN-12390-8.

**OBSERVACIONES** : Los testigos fueron elaborados por los Alumnos del Curso.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

Iny. Miguel Sojar Jara  
DIRECTOR  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales



**CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES**

**“COLECBI” S.A.C.**

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

**INFORME DE ENSAYO N° 20220719-011**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : MARLON PA REDES MEZA.  
 DIRECCIÓN : Manuel Gonzales Prada Mz. A Lote 15 San Pedro Chimbote.  
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA  
 PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE) : A BAJO INDICADO.  
 LUGAR DEMUESTREO : NO APLICA  
 MÉTODO DEMUESTREO : NO APLICA  
 PLAN DEMUESTREO : NO APLICA  
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA  
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA  
 CANTIDAD DE MUESTRA : 03 muestras.  
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno, cerrada.  
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2022-07-19  
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2022-07-19  
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2022-07-20  
 LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.  
 CÓDIGO COLECBI : SS 220719-6

**RESULTADOS**

MUESTRA	ENSAYO
	pH
CEMENTO	13,69
CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ	11,13
CEMENTO + CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ	13,74

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

pH : Potenciométrico.

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :  
 Proporcionadas por el Solicitante ( X ) Muestras por COLECBI S.A.C. ( )
- COLECBI S.A.C. no es responsable de la información declarada por el cliente, que pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Diferencia por su perechibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : SI ( ) NO ( X )
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Julio 21 del 2022.  
 GvRjms

LC-MP-HRIE  
 RLU DS  
 Fecha 202205-28

*A. Gustavo Vargas Ramos*  
 Gerente de Laboratorio  
 BIOLÓGO MICROBIÓLOGO  
 L. R. P. 128  
 COLECBI S.A.C.

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752  
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127  
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
 Web: www.colecbi.com



Trujillo, 23 de julio del 2022

**INFORME N° 77 - JUL-22**

**Solicitante:** Marlon Jordan G. Paredes Meza – Universidad San Pedro

**RUC/DNI:** 70556929

**Supervisor:** .....

**1. MUESTRA:** Cáscara de arroz (1.0 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-77J	10.1 mg	.....

**2. ENSAYOS A APLICAR**

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

**3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 10.1 mg.

**Jefe de Laboratorio:**

Ing. Danny Chávez Novoa

**Analista responsable:**

Ing. Danny Chávez Novoa




Trujillo, 23 de julio del 2022

INFORME N° 77 - JUL-22




4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica ATD





Trujillo, 23 de julio del 2022

INFORME N° 77 - JUL-22

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra dos caídas de la masa, la primera se da en un rango entre 80 y 130°C y la más importante, la segunda, se da entre 270 y 350°C, posteriormente la caída es lenta, hasta llegar a perder un total de 54% de su masa inicial aproximadamente cuando se ha alcanzado su máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar picos endotérmicos en 100°C y 210°C y posteriormente, más adelante, se muestra un ligero pico de absorción térmica a 430°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características del material.

Trujillo, 23 de julio del 2022



Ing. Danny Mesías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polímeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

**Informe N°015-LAQ/2022**

**Análisis de ceniza de cáscara de arroz por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de ceniza de cáscara de arroz a pedido del Sr. **Paredes Meza, Marlon Jordán Gustavo**, egresado de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, que forma parte de su proyecto de tesis para titulación:

**“Permeabilidad y Resistencia a la Compresión de un Mortero con Cemento Sustituido por Ceniza de Cáscara de Arroz”**

La muestra fue previamente calcinada a 430°C y pasada por malla 200, y está en forma de grano fino de color plomo.

**Arreglo experimental.**

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15  $\mu$ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 500 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 1000 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Na (Z=11) y Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos.. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra, y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

#### Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de cáscara de arroz. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en éste estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento presente y la energía del rayo-X.





**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Archeometría**

La Tabla 1 muestra los resultados cuantitativos del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es ligeramente mayor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos diferentes de óxidos y/o hay una ligera deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de polvo de ceniza de cáscara de arroz en % de la masa total.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.993	2.908
SiO <sub>2</sub>	91.207	88.629
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.696	0.676
SO <sub>2</sub>	0.407	0.396
ClO <sub>2</sub>	1.299	1.262
K <sub>2</sub> O	4.209	4.090
CaO	1.138	1.106
TiO <sub>2</sub>	0.032	0.031
MnO	0.188	0.183
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.588	0.571
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.006	0.005
CuO	0.009	0.009
ZnO	0.138	0.134
Total	102.910	100.00





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría




Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de cáscara de arroz en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire, así como los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos.....  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 25 de julio del 2022