

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Influencia en la resistencia a compresión, con la sustitución  
del cemento, por cenizas de la panca de maíz y cascara de  
huevo, en la elaboración de mortero**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Jhonatan Andy Peña Huacanca

**Asesor:**

Segundo Moncada Saucedo

Huaraz – Perú

2020

Palabras clave

Tema	Resistencia a la compresión
Especialidad	Tecnología del concreto

Keywords

Subject	Concrete strength
Specialty	Concrete technology

<b>Línea de investigación</b>	Construcción y Gestión de la Construcción
<b>Área</b>	Ingeniería y Tecnología
<b>Subarea</b>	Ingeniería Civil
<b>Disciplina</b>	Ingeniería de la Construcción

Título de la investigación

**Influencia en la resistencia a compresión, con la sustitución del cemento, por cenizas de la panca de maíz y cascara de huevo, en la elaboración de mortero.**

## Resumen

El presente trabajo tuvo por objetivo determinar la influencia de sustituir cemento en un 15% y 30% por la mezcla de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo en la resistencia a la compresión de un mortero, con la finalidad de elaborar morteros que cumplan las especificaciones técnicas, para lo cual se utilizó una metodología de tipo de investigación aplicada, con un diseño de investigación experimental, para este trabajo se tuvo la unidad de análisis el cubo de mortero (dimensiones 5cm\*5cm), la población y la muestra fueron 27 unidades, el muestreo fue por conveniencia con la finalidad de determinar el efecto de la mezcla de la ceniza de panca de maíz y cascara de huevo en las propiedades mecánicas de un cubo de mortero, para ello se inició el proceso recolectando la panca de maíz, la cascara de huevo y los agregados naturales, luego se evaluaron las resistencias a la compresión de los cubos de mortero patrón obteniéndose  $194,13\text{kg/cm}^2$  y los experimentales con sustitución de cemento en 15% y 30% por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo, de lo cual se obtuvo una resistencia a la compresión promedio  $193,52\text{kg/cm}^2$  y  $195,37\text{kg/cm}^2$  respectivamente a los 28 días de curado, lo cual represento un la cual presento un 101,85% y 102,83% de lo que se concluyó que la sustitución de cemento por la mezcla de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo aumenta la resistencia a compresión de un cubo de mortero.

## Abstract

The present work was aim to determine the influence of substituting cement by 15% and 30% by the combination of corn pan ash and eggshell on the compressive strength of a mortar, in order to develop mortars that comply the technical specifications, for which an applied research type methodology was used, with an experimental research design, for this work the unit of analysis was the mortar cube (dimensions 5cm \* 5cm), the population and the sample were 27 units, the sampling was for convenience in order to determine the effect of the combination of corn pan ash and eggshell on the mechanical properties of a mortar cube, for this the process was started by collecting corn pan , the eggshell and the natural aggregates, then the compressive strengths of the standard mortar cubes were evaluated, obtaining 194.13kg / cm<sup>2</sup> and the experimental ones with substitution d and cement in 15% and 30% by the combination of corn pan ash and eggshell, from which an average compressive strength of 193.52kg / cm<sup>2</sup> and 195.37kg / cm<sup>2</sup> respectively was obtained at 28 days of cured, which represented a which presented 101.85% and 102.83% of which it was concluded that the substitution of cement for the combination of corn pan ash and eggshell increases the compressive strength of a cube mortar.

## Índice

Tema	Página N°
Palabras clave .....	i
Título de la investigación.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice .....	v
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras.....	vii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>19</b>
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>23</b>
<b>IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>34</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>38</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>39</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS Y APÉNDICE .....</b>	<b>46</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Resistencias de cubos de mortero. ....	20
Tabla 2. Técnicas e instrumentos de investigación.....	22
Tabla 3. Ensayos realizados a los agregados naturales y al aditivo.....	25
Tabla 4. Diseño de mezcla del concreto patrón y experimental .....	25
Tabla 5. Resistencia a la compresión de las probetas con concreto patrón y experimental.....	26
Tabla 6. Resistencia a la compresión promedio de los morteros patrón y experimental .....	27
Tabla 7. Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error <sup>a,b</sup> .....	31
Tabla 8. Pruebas de efectos inter – sujetos .....	32
Tabla 9. Pruebas de efectos inter – sujetos – Método HSD Tukey .....	33
Tabla 10. Pruebas de efectos inter – sujetos – Método Bonferroni .....	33
Tabla 11. Resistencia a la compresión promedio de los cubos de mortero patrón y experimental.....	77
Tabla 12. Factores inter – sujeto.....	78
Tabla 13. Estadísticos descriptivos para los bloques y factores .....	78
Tabla 14. Pruebas de efectos inter – sujetos .....	79
Tabla 15. Operacionalización de las variables.....	87

## Índice de figuras

Figura 1. Resistencia a la compresión promedio del mortero patrón y experimental respecto al tiempo de curado. ....	28
Figura 2. Resistencia a la compresión promedio de morteros patrón y experimental	29
Figura 3. Extracción de la materia prima, panca de maíz.....	80
Figura 4. Recolección de la cascara de huevo .....	80
Figura 5. Recolección y pre quemado de la panca de maíz en la provincia de Carhuaz – Áncash .....	81
Figura 6. Cantera Tacllan – Huaraz, donde se extrajo los agregados para el proyecto .....	82
Figura 7. Pasando la malla 200 el agregado fino .....	83
Figura 8. Cálculo de agua para diseño .....	83
Figura 9. Molde de metal de 5x5cm para el mortero.....	84
Figura 10. Pasando la malla N° 200 cenizas.....	84
Figura 11. Ceniza de PM Y CH para el laboratorio.....	85
Figura 12. Espécimen moldeado para curado .....	85
Figura 13. Cubos de mortero listo para curar .....	86
Figura 14. Morteros en cubos .....	86



## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se busca nuevas formas de realizar diseños de mezclas con el propósito fundamental de minimizar los costos y maximizar las propiedades mecánicas y físicas del concreto para elaboración de morteros, pavimentos rígidos, entre otras obras civiles, es por ello que a nivel mundial se ha realizado esfuerzos para realizar de un manera sinérgica concretos de alto rendimiento a bajo costo. Además la explosión económica que se ha visto inmerso en todos los países desarrollados y en vías de desarrollo, que tienen objetivos de mejorar las condiciones de calidad en sus servicios e infraestructura se genera un crecimiento económico sostenible, esto da origen a las demandas de concretos elaborados que en su mayoría están hechos a base de cemento y agregados naturales tales como el agregado fino y el agregado grueso; el requerimiento de estos materiales es proporcional al crecimiento de la economía y el sector construcción, lo que da origen a una demanda excesiva de cemento. Esto se ve reflejado en el consumo de energía para la elaboración de cemento es aproximadamente 13,50% de la energía que se consume totalmente a nivel global y ocasiona el 7% de las emisiones de dióxido de carbono que se emite en el planeta y acelera el calentamiento global (Ali et al., 2011).

Por otro lado la se aborda el problema de la producción de residuos de panca de maíz y cascara de huevo, los cuales en muchos casos contaminan el medio ambiente o es usado como abono para la agricultura sin darle mayor valor agregado, y en otros casos son derivados a rellenos sanitarios como basura, lo cual no son gestionados correctamente y aumentan considerablemente la contaminación y el impacto negativo de las aguas superficiales y subterráneas, es allí donde se presentan métodos alternativos como son la incineración y reciclaje de los materiales que no sean necesarios depositarlos en rellenos sanitarios que muchas veces los países que no tienen un correcto orden demográfico no tienen espacio para la instalación de estos dispositivos de gestión de residuos (Saikia et al., 2007).

Es por ello que en el presente trabajo de investigación se realizó el estudio de la influencia en la resistencia a compresión, con la sustitución del cemento, por cenizas de la panca de maíz y cascara de huevo, en la elaboración de mortero, para una mejor comprensión se realizó el estudio de los trabajos que antecedieron a la presente investigación, la fundamentación científica donde se realizó las teorías relacionadas al tema, además de la realidad problemática que se tuvo para abordar la investigación.

Para ello se estudió a varios investigadores en el ámbito internacional tales como Alwesabi et al. (2020), en su artículo de investigación titulado *Resistencia al impacto de hormigón llano y cauchutado que contiene acero y fibra híbrida de polipropileno*, en dicho trabajo de investigación los investigadores tuvieron por propósito determinar el efecto que tiene las fibras de híbrida de polipropileno en la resistencia al impacto del concreto, para ello utilizaron una metodología de tipo de investigación aplicada y un diseño de investigación experimental, para lo cual utilizaron concreto reforzado con fibra (FRC) y concreto recubierto de caucho reforzado con fibra (FRRuC), para ello prepararon probetas en forma de prisma cuyas dimensiones fueron 0.1x0.1x0.5 mm (profundidad x anchura x longitud), manipularon la variable de diferentes porcentajes tales como el 0%, 0,75%, 0,825%, 0,9%, 1,0% de fibra de micro acero (MS) y 0%, 0,1%, 0,175, 0,25%, 1% de fibra de polipropileno (PP) con/sin caucho granulado (CR) con reposición parcial de agregado fino a razón de 20% en volumen, de lo cual obtuvieron como resultados que la muestra, que fue reforzada con 0.9% MS + 0.1% PP híbrido FRRuC, produjo una alta energía de impacto final de aproximadamente 887.2 J, concluyendo así que las fibras híbrida de polipropileno mejora las propiedades mecánicas del concreto.

También Gooi et al. (2020), en su artículo de investigación titulado *Una revisión crítica y un análisis de brechas sobre el uso de cenizas de fondo de carbón como un componente sustituto en el concreto*, para ello se plantearon proponer el uso de las cenizas de fondo de carbón (CBA) como sustituto del cemento y agregados naturales tales como el agregado fino y agregado grueso, para la elaboración de

concretos, morteros u otros productos, para ello cotejaron críticamente las características físicas y químicas reportadas de CBA y analizaron el impacto de la fuente (localidad) sobre sus características, también realizaron tratamientos el tamizado, molienda e inclusión de superplastificantes o activadores alcalinos en CBA para mejorar su reacción puzolánica o propiedades mecánicas para su uso en concretos y morteros, observaron que el tipo de tratamiento CBA tiene un mayor impacto en la resistencia a la compresión que fluctúan entre 1 a 163 MPa, para el concreto, el mortero y la pasta de cemento, según la utilización y la mezcla de CBA diseño, por lo cual llegaron a la conclusión que las cenizas de carbón de fondo pueden ser utilizadas en diferentes aplicaciones como la elaboración de concreto, morteros, entre otros.

Además Soto et al. (2018), en su artículo de investigación titulado *Propiedades físicas y mecánicas del hormigón usando polvo residual de desechos orgánicos como reemplazo parcial del cemento*, propusieron evaluar la sustitución parcial del cemento tipo Portland por un polvo que se genera a través de la descomposición química de los residuos orgánicos tales como la carne, vegetales, frutas, cascara de huevo, entre otros; para ello utilizaron una metodología tipo aplicada y un diseño de investigación experimental, tuvieron como muestras de estudios a la variación del tipo de mezcla con una relación de agua/cemento en 6, 10 y 15 y diseñaron la mezcla con una sustitución de 5%, 10%, 15% y 20% de cemento por polvo orgánico, de lo que obtuvieron un aumento de 2.1% de la resistencia de referencia para las mezclas preparadas a base de 5% de polvo y una relación de agua/cemento de 10/1 y una sustitución de 10% de polvo y relación de agua/cemento de 6/1 aumento el 13%, por lo que llegaron a la conclusión que se mejora las propiedades mecánicas del concreto, con las que se puede mejorar las propiedades mecánicas y físicas de un concreto.

Según Duran y Velásquez (2016), en su trabajo de investigación titulado *Evaluación de la aptitud de concretos, reemplazando parcialmente el cemento Portland por cenizas volantes y cenizas de bagazo de caña de azúcar*, dichos investigadores tuvieron por objetivo evaluar el comportamiento del concreto cuando

se reemplaza la ceniza por cemento, para lo cual utilizo una metodología con un tipo de investigación aplicada y un diseño de investigación experimental desarrollándose técnicas e instrumentos para la recolección de la información como la observación y las fichas de laboratorio, elaboraron mezclas con la sustitución del cemento en 5%, 10%, 15% y 20% en peso por cenizas volantes y cenizas de bagazo de caña de azúcar, analizaron las propiedades fisicoquímicas de las cenizas y la mezcla de cemento y cenizas, como resultados obtuvieron que el porcentaje de 5% de ceniza de bagazo de caña de azúcar a los 28 días de curado fue de 26,13 MPa, el patrón para el mismo periodo fue de 26.97 MPa representando 9,16% más de lo esperado y para las cenizas volantes se presentó una disminución en la resistencia a la compresión, de lo cual llegaron a la conclusión que la sustitución de cemento por ceniza de bagazo de caña de azúcar mejora las propiedades mecánicas de un concreto convencional.

Además Orrala y Gómez (2015), en su trabajo de investigación, *titulado Estudio de la resistencia a la compresión del hormigón con adición de puzolana obtenido de la calcinación de residuos del cultivo de maíz producido en la provincia de santa Elena, La Libertad*, dicho autor tuvo como objetivo general determinar los indicadores de resistencia a la compresión, que esta ceniza es un material valido en la sustitución parcial del cemento portland, respaldado por normas y ensayos que avalan la puzolana así obtenida. El hormigón con sustitución puzolánica al 10% fue comparada con la muestra patrón según lo especificado, logrando este un aumento en la resistencia a la compresión de 21% a los 28 días de curado. Además, este hormigón es 3,3% más ligero, basándonos en los resultados de la densidad promedio de las probetas en estado seco. De todo ello concluyeron que se debe realizar sustituciones de puzolana para mejorar la resistencia a la compresión y además mejorar la sostenibilidad del medio ambiente.

En el ámbito nacional se estudió a investigadores tales como Chachi (2019), en su trabajo de investigación *titulado Análisis de la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo parcialmente el cemento portland por cenizas*

*de rastrojo de maíz*, para lo cual se planteó como objetivo evaluar el efecto de la adición de ceniza de rastrojo de maíz en 5%, 7,5% y 10% respecto al cemento en la resistencia a la compresión de un concreto convencional  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ , para cumplir con dicho propósito utilizo un tipo de investigación aplicada con un diseño de investigación experimental, para la muestra utilizo 36 probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. El diseño de mezcla lo realizo con agregados naturales y cemento Portland para el patrón y para el experimental adicionó el 5%, 7,5% y 10% por ceniza de rastrojo de maíz, con lo obtuvo como resultado que para una adición del 10% del cemento por ceniza de rastrojo de maíz presento mayor trabajabilidad y respecto a los promedios de la resistencia a la compresión obtuvo un valor de 112% a los 28 días de edad, llegando a la conclusión que la adición de ceniza de rastrojo de maíz mejora las propiedades físicas y mecánicas de un concreto convencional.

También Gonzales y Mariños (2019), en su trabajo de investigación titulado *Propiedades físico mecánicas de ladrillo tipo V de concreto al sustituir al cemento por 6%, 12% y 18% de una combinación de cenizas de cascarilla de arroz y polvo de Donax sp - Nuevo Chimbote-2019*, los autores se plantearon como propósito general evaluar la resistencia a la compresión de un ladrillo de concreto tipo V, que ha sido previamente sustituido el cemento en 6%, 12% y 18% por cenizas de cascarilla de arroz en combinación con polvo de Donax sp, para lo cual utilizaron una metodología con un tipo de investigación aplicada y un diseño de investigación experimental, para lo cual tuvieron como población 100 ladrillos de concreto tipo V lo que les llevo a los resultados de que la los ladrillos de concreto experimentales, elaborados a partir de la sustitución de cemento en 6%, 12% y 18% por ceniza de cascarilla de arroz y polvo de Donax sp, presento una resistencia a la compresión de  $182.66\text{kg/cm}^2$ ,  $181.80\text{kg/cm}^2$  y  $179.06\text{kg/cm}^2$  respectivamente, de lo cual llegaron a la conclusión que la sustitución de cemento en 6% por ceniza de cascarilla de arroz y Donax sp mejora la resistencia a la compresión en 1.48%.

Según Saldaña (2018), en su trabajo de investigación titulado *Resistencia a la compresión y permeabilidad de mortero sustituyendo el cemento en 10% y 20% por polvo de cáscara de huevo y ceniza de cáscara de arroz*, el investigador tuvo por objetivo determinar las propiedades físicas y mecánicas de un concreto utilizando para ello una sustitución del cemento por polvo de cascara de huevo (PCH) y ceniza de cascara de arroz (CCA) en diferentes porcentajes, para ello utilizo una metodología con un tipo de investigación aplicada y un diseño de investigación experimental, para lo ello elaboro 27 probetas de concreto de las cuales 9 fueron elaborados con el concreto patrón y para las probetas experimentales elaboradas en base a una sustitución de cemento en 10% y 20% por PCH y CCA fue de 9 probetas para cada porcentaje, como resultado obtuvo una resistencia a la compresión promedio para la probeta experimental de 10% y 20% de sustitución de cemento por PCH y CCA de  $388\text{kg/cm}^2$  y  $403\text{kg/cm}^2$  respectivamente a los 28 días de edad, con lo que llegaron a la conclusión que la sustitución de cemento por PCH y CCA aumenta la resistencia a la compresión del mortero experimental.

Según Caro (2018), en su trabajo de investigación, titulado *Resistencia de un concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  con sustitución de cemento 5% y 10% por cenizas de hoja de maíz*, dicho autor tubo como su principal objetivo evaluar las resistencias del concreto al sustituir porcentajes de la ceniza de la hoja de maíz, para lo cual utilizaron una metodologia de tipo de investigación aplicada y un diseño de investigación experimental, con lo que desarrollaron los ensayos de compresión en probetas, para lo cual elaboraron probetas con concreto patrón y experimentales, con lo que obtuvo una resistencia a la compresión promedio en el concreto patrón de  $215.54\text{ kg/cm}^2$ , en el concreto con sustitución de 5% se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de  $232.53\text{kg/cm}^2$ , y el concreto experimental que lo elaboraron a base de sustitución del 10% de cemento por ceniza de hoja de maíz, presento una resistencia a la compresión promedio de  $257.46\text{kg/cm}^2$ , estos datos lo tomaron a los 28 días de edad, por lo cual llegó a la conclusión que conforme se aumenta los porcentajes de sustitución aumentan las resistencias, ya que la sustitución del 10% fue mayor al 5% y al concreto patrón.

Según el autor Solar (2016) en su trabajo de investigación titulado *Resistencia de morteros con cemento sustituido en 15%, 18%, 20% por las cenizas de hoja de bambú*. el autor se planteó como objetivo general determinar la resistencia a la compresión de un mortero con sustitución de 15, 18 y 20% del cemento por ceniza de hojas de bambú, para ello se determinó y comparó la resistencia de un mortero patrón con otro donde se sustituye el cemento por ceniza hojas de bambú, previamente activada a una temperatura de 750°C, en porcentajes de 15%, 18% y 20% de los cuales le permitieron obtener resistencia similar al patrón, la metodología empleada es explicativa, experimental en bloques completo al azar, se elaboraron 27 cubos de mortero, nueve para cada tratamiento. Se determinó las resistencias a los 3, 7, y 28 de curado, obtuvo por resultado que la sustitución de ceniza en fracción de 15%, 18% y 20% es favorable con respecto a la resistencia a la compresión y llegó a la conclusión que se debe emplear sustituciones de cemento, por ceniza de hojas de bambú en valores mayores al 15 %.

También Rojas (2015), en su trabajo de investigación titulado *Estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico*, para lo cual tuvo como propósito general estudiar el efecto que tiene al adicionar vidrio sódico cálcico en la resistencia a la compresión de un concreto convencional  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , para ello utilizó un tipo de investigación aplicada, con un diseño de investigación experimental, para lo cual elaboró probetas de concreto patrón y experimentales, analizando previamente los ensayos para los agregados naturales y el aditivo que adicionó, obteniendo como resultados que la resistencia a la compresión a los 28 días de curado fue de  $318,75\text{kg/cm}^2$  lo cual fue consecuencia de los estudios de los ensayos granulométricos, cumpliendo la NTP 400.037, de lo que llegó a la conclusión que las mezclas elaboradas para el diseño de las mezclas para el concreto experimental lo cual presentó un efecto negativo en la resistencia a la compresión, respecto al diseño del concreto patrón con  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

En el ámbito local se estudió a investigadores tales como Reyes (2019), que realizó el trabajo de investigación titulado *Resistencia a compresión de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  al sustituir al cemento en 4%, 6% y 8% por cascara de huevo*, el autor tuvo por objetivo general determinar el efecto de sustituir cemento en 4%, 6% y 8% por cascara de huevo en la resistencia a la compresión de un concreto, para ello utilizó una metodología con un tipo de investigación aplicada y un diseño de investigación experimental, presentó para ello una población y muestra de 36 probetas de concreto utilizados para el ensayo de la resistencia a la compresión utilizando un muestreo no probabilístico por conveniencia, obteniendo como resultado una resistencia a la compresión promedio para los concretos experimentales elaborados a partir de la sustitución de cemento en 4%, 6% y 8% por cascara de huevo de  $212,21\text{kg/cm}^2$ ,  $213,05\text{kg/cm}^2$  y  $214,96\text{kg/cm}^2$  respectivamente a los 28 días de edad, con lo que llegó a la conclusión que la sustitución de cemento en 4%, 6% y 8% por cascara de huevo mejora las propiedades mecánicas de un concreto convencional  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

Según Matías (2018), en su trabajo de investigación titulado *Resistencia de un concreto  $F'C=210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cascara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto*, el autor tuvo como propósito principal determinar el efecto de la sustitución de cemento por ceniza de hoja eucalipto y cascara de huevo, para lo cual hizo uso de una metodología que consistió en un tipo de investigación aplicada y un diseño de investigación experimental, para ello utilizó una población y muestra de 27 probetas, de lo cual 9 probetas fueron elaborados para el concreto patrón y 18 probetas de concreto experimental que lo 9 probetas lo elaboro a base de 2.5% de ceniza de hoja de eucalipto (CHE) más 7.5% de polvo de cascara de huevo (PCH) y 9 probetas a base de 4% de CHE más 12% de PCH, de donde obtuvo que la resistencia a la compresión promedio fue 102% y 111% para la sustitución de 10% y 16% de cemento por una combinación de PCH y CHE, respectivamente, de lo cual llegó a la conclusión que la sustitución cemento por cascara de huevo y ceniza de hoja de pino en 10% y 16%, mejoran la resistencia a la compresión de un concreto.



Y por último según Camones (2018), en su trabajo de investigación titulado *Resistencia de adoquines de concreto  $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ , sustituyendo el cemento en 10% por la combinación de ceniza de bagazo de cebada y cáscara de huevo*, para ello el investigador tuvo como propósito general determinar la resistencia a la compresión de los adoquines usados para tránsito peatonal con  $f'c=320\text{kg/cm}^2$  al sustituir cemento en 10% por la combinación de ceniza de bagazo de cebada (CBC) y cascara de huevo (CH), para ello utilizo una metodología con un tipo de investigación aplicada y un diseño de investigación experimental, para conto con una población y muestra de 24 adoquines, siendo el muestreo no aleatorio por conveniencia, de lo que obtuvo una resistencia a la compresión promedio del adoquín patrón de  $351,10\text{kg/cm}^2$  y para el adoquín experimental elaborado a base de sustitución de cemento en 10% por la combinación de 6% de CBC y 4% CH, su resistencia a la compresión promedio fue de  $353,93\text{kg/cm}^2$ , estas mediciones lo realizo a los 28 días de edad, con lo cual llego a la conclusión que sustituir cemento por la combinación de 6% de CBC y 4% CH aumenta la resistencia a la compresión del adoquín experimental.

En este apartado de definen las teorías relacionadas al tema de investigación como la variable resistencia a la compresión y la variable combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo, para la elaboración de morteros, es por ello que se empieza definiendo a los conglomerantes, según Pasquel (1998), el concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción. Se tiene que conocer los materiales y sus componentes para un adecuado diseño, es afectado por sustancias agresivas y se rompe si es sometido a esfuerzos que superan sus posibilidades, por lo que responde perfectamente a las leyes físicas y químicas.

Sanjuán y Chinchón (2014), afirman que en el sector de la construcción es un término muy utilizado lo cual se refiere a una gama de materiales que tienen la capacidad de mezclarse y adherirse a otros componentes dando lugar a la formación de otros componentes con diferentes propiedades físicas y mecánicas, a causa del cambio de las propiedades químicas, a un elemento en particular se le conoce como cemento, el cual es un conglomerado hidráulico que varía las propiedades mecánicas y físicas de acuerdo a tiempo de exposición al aire de dicha mezcla, se endurece y se vuelve resistente a la compresión y a la flexión. Además afirmaron que los conglomerantes pueden ser aéreos, los cuales tienen la capacidad de fraguar la mezcla con agua y endurecen al aire libre, cabe indicar que estos elementos no son resistentes al agua y necesitan otros componentes externos para que se puedan dotar de dureza como son la cal, anhídrido carbónico, entre otros; por otro lado los conglomerantes hidráulicos, son elementos que al ser mezclados con agua adquieren sus propiedades mecánicas y físicas a través del aire o sumergidos en agua, es decir en ambos medios.

Según Abanto (2013), afirma que las **propiedades del concreto** son intrínsecas de dicho elemento, destacando la trabajabilidad, resistencia, durabilidad, impermeabilidad cuyas funciones son aumentar la eficiencia o rendimiento del concreto, prediciendo así las propiedades tanto en estado fresco o en su estado final como concreto endurecido, esto ayuda para las correcciones o ajustes que se deben realizar antes del vaciado del concreto, es por ello que se analizan las propiedades de los agregados naturales y aditivos, pues dependen directamente las condiciones finales a partir de estos elementos. La propiedad mecánica como la resistencia a la compresión, a la tracción indirecta de un concreto que generalmente se realiza a través de equipos calibrados que someten a fuerza a una probeta o testigo de concreto o mortero, en una determinada área y un tiempo de curado del concreto; cuando se presenta fractura en la probeta o ladrillo de concreto o mortero se dice que esta presión máxima puede soportar y para ello se realiza a los 7 días, 14 días y 28 días de edad del concreto, complementario a ello se puede realizar pruebas de absorción de agua debido

a las porosidades del concreto, pues ello también afecta a la resistencia a la compresión de dicho elemento.

Y por último se tiene a las propiedades de durabilidad, en el cual se tiene presente a las condiciones climáticas extremas como la intemperie, las bajas temperaturas, el sol, entre otras condiciones, es por ello que el concreto debe mejorar su rendimiento o eficiencia, teniendo para ello elementos que se deben variar tales como la relación agua cemento, este valor debe ser el menor posible teniendo en cuenta la resistencia del concreto a elaborar y los costos que se incurre en el diseño de la mezcla, así mismo se tiene en cuenta a los agregados naturales, tales como el agregado fino, agregado grueso, cemento Portland y algunos aditivos, teniendo en cuenta que para un mortero no se incluye el agregado grueso. Estas propiedades se han tratado de mejorar desde siempre, teniendo en cuenta la sostenibilidad de los agregados naturales y en lo posible optimizar los costos de producción de dichos concretos que son utilizados en obras de construcción civil o de ingeniería.

Según Portugal (2007), afirmo que los elementos que se mezclan para formar concretos son denominados agregados, los cuales se diferencian obligatoriamente por agregados finos, los cuales pasan por la malla N°16, y pueden tener diámetros de hasta 10 mm, dependiendo del uso y la aplicación que se le quiera dar a dicho agregado, también se tiene al agregado grueso, este elemento se queda retenido en la malla N°16, teniendo diámetros que pueden llegar a los 152 mm, que son utilizados para construcciones de alto rendimiento, pero para elaborar concretos se debe incluir en la mezcla el cemento Portland, el cual es un material pulverizado que tiene produce una reacción química con el agua para dar la propiedad de dureza al concreto elaborado, al tiempo que demora el concreto en endurecerse y adoptar las propiedades de resistencia a la compresión se le denomina tiempo de fraguado o curado, además según el RNE E.070 (2016), afirmo que para que se produzca la reacción química en el cemento, se debe tener presente al elemento agua, el cual es el responsable de hidratar las partículas del cemento Portland y que juntos desarrollan las propiedades de dureza del concreto

o mortero según sea el caso, para ello se debe utilizar agua que cumplan las condiciones de baja salinidad, sin presencia de ácidos o agentes extraños.

También Portugal (2007) afirmó que las propiedades físicas de los agregados son fundamentales para el diseño de la mezcla por cada metro cúbico elaborado, en donde son considerables los volúmenes adicionados a dicha mezcla, es por ello que se debe tener en cuenta las normas vigentes que indican los distintos ensayos tales como la granulometría, humedad absoluta, peso específico aparente, peso suelto unitario y peso compactado unitario, así como el módulo de fineza, tamaño máximo nominal, la densidad, absorción entre otros ensayos, esto debe cumplir cabalmente el método A.C.I y su diseño se debe ajustar al requerimiento de la obra que se ejecutara y los tipos de usos que se le da al concreto o mortero que se elabora. Estos ensayos garantizan las propiedades mecánicas del mortero necesario para la obra.

Según Torres (2004) afirmó que todos los elementos que conforman la elaboración del concreto son importantes, pero el agua debe tener propiedades que influyen en la resistencia a la compresión, es por ello que si el agua que vamos a utilizar no cumple los requisitos de acuerdo a la norma, no se debe utilizar para ese propósito ya que alterara las propiedades mecánicas y propiedades físicas del concreto elaborado, pero también se necesita un tiempo para la hidratación del concreto en donde también se utiliza agua, a este tiempo se le denomina tiempo de fraguado que por lo general los ensayos se realizan a los 7 días, 14 días y 28 días, cabe indicar que para morteros se realiza la prueba de la resistencia a los 3 días de elaborado el mortero ya sea patrón o experimental de allí la importancia de realizar los ensayos para caracterizar tanto física como químicamente, pues se debe controlar el pH de la mezcla para un concreto de alto rendimiento.

Según Campos (2009) afirmó que aparte del agua y el cemento que producen una reacción en el concreto de tiene otros elementos auxiliares como los agregados

naturales, artificiales, estos elementos no intervienen en la reacción que produce el endurecimiento del concreto o mortero, es por ello que se les considera elementos no imprescindibles, son necesarios para disminuir el volumen de cemento que se utilizara en las obras civiles, destacando así por su tamaño y su influencia en los volúmenes utilizados para la construcción de una obra de ingeniería, que a su vez se relacionan directamente en las propiedades finales tanto físicas como mecánicas del concreto y la edificación u obra civil que se desarrolla en un determinado lugar. Es por ello la importancia de estos elementos pues a pesar que no intervienen en la reacción de la mezcla, disminuyen los costos debido a su alto volumen ocupado en la mezcla que sirve para elaborar el concreto.

Según Salazar (2000) afirmo que el **mortero** es una mezcla flexible formada por cemento, el agua para que se produzca la reacción química y el agregado fino, esto forma un producto que es utilizado para usarlo en la unión de unidades de albañilería, tales como los ladrillos de concreto o algunos bloque se utilizan para los muros, cercos perimétricos, paredes, entre otras actividades, en ese mismo sentido Sánchez (2001) afirmo que un mortero es el resultado de mezclar en proporciones establecidas un elemento aglutinante como el cemento, agregado fino como la arena, líquido para la reacción como el agua y en algunos casos aditivos para elevar o modificar las propiedades físicas y mecánicas del mortero resultante, además también se debe considerar tiempo de fraguado para conocer las propiedades finales de los morteros y así poder utilizarlos de acuerdo a su resistencia a la compresión, dentro de lo más representativo se tiene a las uniones en piezas de mampostería y para elucido y acabados de las obras civiles o de construcción.

Según Sanjuán y Chinchón (2014), afirmaron que dentro sus componentes para la elaboración del mortero se tiene al cemento el cual es producto de la pulverización de que se denomina el Clinker, esencialmente sólida de silicatos y que normalmente contiene uno de los elementos: agua, sulfato de calcio, 4.99% de piedra caliza y adiciones del procedimiento según la necesidad. Los componentes **químicos** son el silicato tricíclico, Silicato di cálcico, Aluminato tricíclico, Aluminato ferrito

tetra cálcico, además se tiene diferentes tipos de cemento, además se tiene distintos tipos de cemento Portland, desde el tipo I hasta el tipo V, esto está especificado en la Norma ASTM C150, la cual indica que el tipo I es utilizado para construcciones generales y de uso común, excepto que se especifiquen características especiales para la obra ejecutada, si se tiene en el lugar de construcción sulfatos o hidratación normal se debe utilizar el cemento tipo II, el cemento tipo III se debe utilizar en las obras que requieran resistencias elevadas al inicio de la construcción utilizando el concreto, y si la hidratación es baja se debe utilizar el cemento tipo IV y por último si en el lugar de la construcción se tiene presencias de altas concentraciones de los sulfatos se debe utilizar el cemento Portland tipo V en dicha obra civil.

Olarte (2017) afirmó que el tipo de cemento influye en las propiedades mecánicas y físicas del concreto o mortero, la cual se debe principalmente al ensayo de rotura, es decir está dado por la fuerza que puede soportar una probeta cilíndrica o paralelepípedo en una determinada área, esto se realiza a una determinada edad denominada tiempo de fraguado este tiempo es a los 28 días aproximadamente y para ello se presentan estados tales como fresco, en este estado el concreto no presenta resistencia y es fácilmente moldeable, es por ello que en esta etapa se realiza el moldeado y trabajado de acuerdo a lo diseñado en el plano, utilizando para ello el encofrado y otros mecanismos de soporte del concreto moldeable, y luego cuando ya se realizó el encofrado o moldeado del concreto o mortero se empieza la siguiente etapa que consiste en la saturación a través del agua para dichos elementos que se mantendrá hasta la compactación y las propiedades finales del concreto o mortero y por último se tiene el estado endurecido, el cual forma parte de las propiedades finales del concreto, en donde presenta mayor resistencia y durabilidad, el mismo autor afirmó que un mortero o un concreto no deben de tener mayor resistencia a compresión que la que tienen los áridos que lo forman.

Para un correcto diseño de mezcla se consideran la relación agua/cemento, la cual es de vital importancia para mejorar las propiedades mecánicas del concreto,

mortero endurecido. Un diseño de mezcla desarrollada para la resistencia relativamente buena o mala, dependiendo del porcentaje de agua que usa, a mayor cantidad de agua menor es la resistencia; se tiene en cuenta la cantidad de cemento en la mezcla; las características de los agregados naturales y algunos aditivos agregados a la mezcla, además del tiempo de curado del y por último la carga axial a la que será sometido, cabe indicar que la carga Axial es la Fuerza que actúa en el eje en forma horizontal de un miembro estructural aplicada al dendroide de la sección longitudinal de la misma estructura lo cual produce un esfuerzo uniforme.

Por otro lado según Cruz (2009), afirmo que de la planta de maíz se obtienen los rastrojos que serán transformados en cenizas por acción del calor de calcinación, dichos ejemplares pertenecen a la familia denominadas Paseas, lo cual presentan un crecimiento acelerado cuya altura puede superar los 2.00 metros de altura y presenta una característica que sus hojas presentan un área de  $0.1 \text{ m}^2$ . La investigación se desarrolló con Plantas de Maíz cultivadas en el callejón de Huaylas departamento de Ancash, este residuo será recolectado después del aprovechamiento del maíz para la elaboración de alimentos balanceados para animales y para las personas, los rastrojos de la panca de maíz fueron recolectados después de cosecharlo los frutos. Este material el cual queda como panca, es usado para el alimento de los animales, al margen de todo esto se tiene que tener en cuenta que es necesario un almacenamiento adecuado de los recursos fibrosos, con baja humedad.

El proceso del **quemado** de la panca de maíz de maíz controlado se determinó según el análisis térmico diferencial ya que este ensayo indica la temperatura de calcinación más óptima para alcanzar un material adecuado. Después del quemado se procedió a someter el material a un proceso de **molienda** con el fin de homogenizar la muestra, El propósito de este proceso fisicoquímico es lograr que la ceniza adquiera un grado de finura parecido al material a sustituir que es el cemento seguidamente de este proceso se lleva a cabo el proceso de tamizado para asemejar al cemento.

Otro factor importante es la cascara de huevo, según Vargas (2019), afirmo que el **huevo** es un alimento que es obtenido a partir de la avicultura derivado de las aves de corral, éste se conoce como uno de los alimentos que posee muchos nutrientes provenientes de un animal, para los cual está protegido por una cáscara de colágeno natural y es un alimento versátil. Se considera como alimento primordial en la dieta alimenticia, su estructura está compuesta por una piel resistente y quebrantable cuando se someta a una presión. Está formado por tres constituyentes básicos. La cáscara: representa en promedio alrededor del 10%, clara representa alrededor del 57%, Yema alrededor de 1/3 (33%), además presenta otros componentes como el carbonato de calcio con un 94%, carbonato de calcio 1%, materia orgánica 4%, entre otros.

El proceso del **quemado** de la cascara de huevo se realiza según el análisis térmico diferencial, este ensayo es el encargado de determinar la temperatura de calcinación más óptima para alcanzar un material adecuado, luego se procede a someter el material a un proceso de **molienda y el tamizado** con el fin de homogenizar el material, teniendo como propósito fundamental lograr que la cascara de huevo adquiriera un grado de finura parecido al material a sustituir que es el cemento.

Además es importante resalta que en la **realidad problemática**, el concreto ha sido estudiado a nivel internacional en sus diversas formas de presentación estructural, la determinación de las resistencias del concreto ante la adición de porcentajes de materiales ha constituido siempre un problema para los diseñadores de concreto, se ha estudiado la resistencia del concreto cuando en sus componentes se han añadido diversas sustancias con la finalidad de determinar en qué medida estas sustancias aumentan o disminuyen sus propiedades mecánicas como la resistencia a tracción, los resultados obtenidos han sido diferentes. La sustitución de diferentes puzolanas, tales como la ceniza de panca de maíz y la ceniza de cascara de huevo en el concreto a nivel internacional y nacional, no se ha presentado como tal, pero si con la adición con sustancias; los estudios con estas sustancias han obtenido resultados diversos, por lo tanto, la determinación de la resistencia a tracción del concreto con adición de la ceniza



de panca de maíz y la ceniza de cascara de huevo constituye una necesidad de cálculo con la finalidad de observar si la ceniza de panca de maíz y la ceniza de cascara de huevo ayuda a mejorar la resistencia a tracción indirecta del concreto.

También es importante mencionar el uso masivo de los materiales de construcción al nivel mundial, como consecuencia se da la explotación masiva de las canteras y de recursos naturales para la obtención de materias primas para el concreto, por lo que a nivel mundial se está buscando materiales alternativos a los tradicionales.

Es por ello que se justifica el presente trabajo de investigación se justifica a nivel **científico** el presente trabajo se proyecta al desarrollo tecnológico de nuevos materiales que es de vital importancia para mejorar o mantener las propiedades del concreto sustituyendo al cemento por materiales nuevos que se encuentra al paso de las sociedades, también brindara conocimientos solidos sobre el efecto que tiene sustitución de cemento por cenizas de la panca de maíz y cascara de huevo en la resistencia de un mortero a través de estos ensayos de compresión se podrán conocer algunas propiedades físicas mecánicas del concreto sustituido al cemento y también si nuestros resultados sean favorables se tendrá un material que es capaz de transmitir calor en las construcciones alto andinas del Perú.

A nivel **social** el presente trabajo de investigación mejorara las condiciones de la resistencia a la compresión de los morteros, también ayuda a las condiciones de estudio sobre la elaboración de mortero con residuos de la comunidad, por ende, busca una solución para los diferentes concretos utilizadas en las obras civiles, además que no afecte nuestro ecosistema y de que en su medida se pueda realizar con agregados de la misma zona como usar la cenizas como parte de dicho elemento, así resolver en parte el problema de traslado, contaminación y que nuestras obras sean de gran resistencia y durabilidad, y con ello ayudara a la sociedad.

De lo anterior se planteó el siguiente problema ¿Cuál es la influencia de la sustitución del cemento, por cenizas de panca de maíz y cascara de huevo en la resistencia a compresión de un concreto para la elaboración de un mortero? y para ello se planteó hipótesis La sustitución de cemento en un 15% y 30% por cenizas de panca de maíz y cascara de huevo mejora la resistencia a compresión en morteros., de lo cual se planteó el siguiente objetivo general Determinar la influencia de sustituir cemento en un 15% y 30% por cenizas de panca de maíz y cascara de huevo en la resistencia a compresión de un mortero, de donde se desprendieron los objetivos específicos tales como Caracterizar la ceniza de la panca de maíz y cascara de huevo para la sustitución de la mezcla para la elaboración de un mortero., Diseñar la mezcla para la elaboración del mortero patrón y experimental con la sustitución de cemento en 15% y 30% por la combinación de ceniza de panca de maíz (CPM) y cascara de huevo (CH), Determinar la resistencia a compresión del mortero patrón y experimental a los 3, 7 y 28 días de edad, y evaluar la influencia de la sustitución de cemento en 15% y 30% por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

Hernández et al. (2014) afirmaron que el tipo de investigación aplicada o tecnológica es la encargada de solucionar problemas reales con la aplicación de la ciencia básica o de las teorías que ayuden al entendimiento y la solución tecnológica de los procesos, que pueden mejorar la eficiencia y otras propiedades que se está estudiando, además Ñaupas et al. (2013), afirmo que este tipo de investigación se orienta a optimizar el funcionamiento de los sistema de una forma holística mejorando constantemente los flujos de información de acuerdo al avance de la ciencia, lo cual lo diferencia de una investigación básica o pura.

Es por ello que el trabajo de investigación presento un tipo de investigación aplicada, porque los resultados obtenidos sirvieron para la solución de problemas relacionados a la construcción, específicamente a las propiedades del concreto, explicando cómo se comporta la resistencia de un mortero cuando se sustituye un porcentaje de cemento por la combinación de cenizas de la panca de maíz y cascara de huevo, fue de tipo aplicada, porque resolvió un problema relacionado a las propiedades físicas, químicas y mecánicas del diseño de mortero específicamente su resistencia a la compresión generando una nueva alternativa de diseño con mejores características y donde analizamos las cenizas de la panca de maíz y cascara de huevo, como material que ayudara a mejorar las propiedades mecánicas del mortero. A su vez la investigación permitirá analizar y comparar de manera experimental las características y el comportamiento de las sustituciones en 15% y 30% del cemento por la combinación de cenizas de la panca de maíz y cascará de huevo, la hipótesis planteada se comprobó por medios matemáticos y estadísticos.

Carrasco (2013), afirmo que el **diseño de investigación** experimental es una técnica del tipo estadístico que sirve para identificar a su vez cuantificar todas las posibles causas que generan un efecto de un estudio experimental, en el cual se

manipulan las variables para probar su incidencia o efecto sobre otra variable llamada dependiente la cual es de interés del investigador.

Es por ello que el trabajo presento un diseño de investigación experimental porque es un proceso en el cual se estudió el diseño convencional del mortero concreto en comparación con el nuevo diseño elaborado con el remplazo o sustitución de un porcentaje de cemento por la combinación de cenizas de panca de maíz y cascara de huevo en 15% la cual estuvo compuesta por 3,75% de ceniza de panca de maíz y 11,25% de ceniza de cascara de huevo y la sustitución del cemento por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo en 30% la cual estuvo compuesta por 7,50% de ceniza de panca de maíz y 22,50% de cascara de huevo, el estudio en su mayor parte se concentró en las pruebas realizadas en el laboratorio de mecánica de suelos, concretos y pavimentos los cuales fueron realizados por el investigador obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos. Siendo su diseño de investigación experimental con un modelo en bloque completamente al azar para controlar las diferencias del comportamiento de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Para el análisis de los resultados se realizó a través de un diseño en cubo (mortero) completamente al azar, con la comparación de un patrón.

Tabla 1. Resistencias a la comprensión de cubos de mortero.

Tiempo de edad	Sustitución de la combinación de cenizas de la panca de maíz y cascara de huevo		
	0%	15% (3,75% + 11,25%)	30% (7,50% + 22,50%)
3 días	P1	E10	E19
	P2	E11	E20
	P3	E12	E21
	P4	E13	E22
7 días	P5	E14	E23
	P6	E15	E24
	P7	E16	E25
28 días	P8	E17	E26
	P9	E18	E27

Fuente: Elaboración propia.

## 2.2. Población, muestra y muestreo

Para esta investigación se tuvo como **población**, un conjunto de unidades de cubos (mortero) con características comunes que son objetos de análisis, con la sustitución del cemento en un 15% y 30% por la combinación de cenizas de la panca de maíz y cascara de huevo en la cual se realizó en un molde (cubos) según el estándar de construcción establecido por la norma técnica peruana, el material será llevado de la provincia de Carhuaz en sacos de polietileno al laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Privada San Pedro.

La **muestra** estuvo constituida por 27 cubos (morteros) de concreto, 9 cubos para 0% de sustitución, 9 cubos para 15% y 9 cubos para 30% de sustitución los cuales se dividieron en dos grupos de estudio denominados: Grupo control conformado por un diseño de mezcla elaborado de manera convencional y el grupo experimental conformado por un diseño de mezcla como consecuencia de sustituir porcentualmente el cemento por las cenizas de la panca de maíz y cascara de huevo y el muestreo que se realizó en la presente investigación fue no probabilístico por conveniencia.

## 2.3. Técnicas e instrumentos de investigación

Las técnicas e instrumentos de investigación que se utilizaron para la recolección de los datos que permitió evaluar el efecto de la sustitución de cemento por 15% y 30% de cenizas de panca de maíz y cascara de huevo, fue la investigación bibliográfica y la observación, lo cual dieron origen a los instrumentos como la ficha bibliográfica y los formatos del laboratorio de mecánica de suelos, concretos y pavimentos, esto sirvió para la observación de la caracterización de las variables y la observación de las resistencias a la compresión de los morteros patrón y experimental, estos instrumentos no fue necesario la validación pues fueron proporcionados por el laboratorio de mecánica de suelos, concretos y pavimentos. Esto se puede visualizar en la Tabla 2.

Tabla 2. Técnicas e instrumentos de investigación

Variable	Técnica	Instrumentos	Fuente
Combinación de las Cenizas de la panca de maíz y cascara de huevo	Investigación bibliográfica	Ficha Bibliográfica	Bibliotecas físicas y virtuales
	Observación	Fichas de laboratorio	Encargado del laboratorio
Resistencia del mortero	Observación	Formatos de laboratorio	Encargado del laboratorio
	Investigación bibliográfica	Ficha Bibliográfica	Bibliotecas físicas y virtuales

Fuente: Elaboración propia

#### 2.4. Procesamiento y análisis de la información

Entiéndase por procesamiento de la información como una secuencia correctamente estructurada alineada y ordenada para realizar clasificación de estudios experimentales, para lo cual se necesita el apoyo de las herramientas descriptivas de ordenamiento, selección y tamizado de la información que se ha recopilado con los instrumentos de investigación, con la finalidad de responder al problema de investigación, los objetivos planteados y la hipótesis formulada, además el análisis de la información o datos recopilados en la investigación si no se realiza un análisis exhaustivo no representan la esencia del trabajo es por ello que se debe realizar un análisis profundo y sistémico de los principales resultados.

Para el trabajo de investigación el procesamiento y análisis de la información se utilizó la estadística descriptiva, con la cual se clasificó los datos recolectados en campo y para la comprobación de la hipótesis se utilizó la inferencia estadística apoyado en el software SPSS v.25, en el cual se analizó un grupo de métodos y técnicas diseñadas para el análisis y comprensión de los datos obtenidos en el laboratorio de lo cual se llegó a un resultado conciso y concluyente del trabajo de investigación que se enfocó en determinar el efecto de la sustitución de cemento por la mezcla de cenizas.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. Caracterización de la ceniza de la panca de maíz y cascara de huevo para la sustitución de la mezcla para la elaboración de un mortero**

Para la caracterización de la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo, se realizó los ensayos de Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/Análisis térmico diferencial DTA, el Análisis termogravimétrico TGA, el análisis de fluorescencia de rayos – X dispersiva en energía (FRXDE), incineración y análisis de pH para ambos componentes por separado.

Para la ceniza de panca de maíz, según el análisis termogravimétrico se observó una importante caída en la masa causada por el aumento de temperatura lo cual se da en un rango de 80°C y 150°C dando como resultado que el material pierda aproximadamente el 28% de la masa de muestra cuando se llega a la máxima temperatura de ensayo, además el análisis calorimétrico presento un banda endotérmica en torno a una temperatura de 150°C y otra más ligera a una temperatura de 650°C, lo cual indica que existe la posibilidad de que se presenten cambios estructurales en las propiedades del material estudiado (Ver Anexo 1).

Para la cascara de huevo, según el análisis termogravimétrico se observó una importante estabilidad térmica del material hasta una temperatura de 720°C, a partir de esa temperatura la masa del material sufre cambios respecto a la disminución de la masa a causa del efecto térmico, dando como resultado que el material pierda aproximadamente el 45% de la masa de muestra inicial cuando se llega a la máxima temperatura de ensayo, además el análisis calorimétrico presento un banda endotérmica en torno a una temperatura de 100°C, otra más ligera a una temperatura de 200°C y mayor a esta temperatura y en torno a una temperatura de 910°C se presentó un gran pico endotérmico, lo cual indica que existe la posibilidad de que se presenten cambios estructurales en las propiedades tales como el cambio de fase y las características del material estudiado (Ver Anexo 1).

Para la ceniza de panca de maíz y para la cascara de huevo según el análisis de fluorescencia de rayos – X dispersiva en energía (FRXDE), de lo cual se observó que el rango de energía fue de 1 a 18 keV, de lo cual se observó la presencia del pico de argón, aluminio, silicio entre otros hasta completar la composición en concentración en masa de los óxidos presentes en la muestra (Ver Anexo 1).

Para la panca de maíz se realizó la incineración con una muestra de 5.00 kg, y fue sometida a una temperatura constante de 650°C en una mufla por un tiempo aproximado de 4 horas, para la cascara de huevo se realizó la incineración con una muestra de 5.00 kg, la cual fue sometida a una temperatura constante de 910°C en una mufla por un tiempo aproximado de 4 horas; luego se realizó el análisis de pH para cada componente como la ceniza de panca de maíz para lo cual se obtuvo un pH de 11,26 y para la mezcla de cemento con el 15% de la combinación de ceniza de panca de maíz más ceniza de cascara de huevo lo cual fue de 12,43 y para la mezcla de cemento con el 30% de la combinación de ceniza de panca de maíz más ceniza de cascara de huevo se obtuvo un pH de 12,27 que comparado con el cemento que presento un pH de 12,40 fueron pH calificado como extremadamente alcalinos (Ver Anexo 1).

### **3.2. Diseño de la mezcla para la elaboración del mortero patrón y experimental con la sustitución de cemento en 15% y 30% por la combinación de ceniza de panca de maíz (CPM) y cascara de huevo (CH).**

Para el diseño de mezcla se analizó todos los elementos que intervienen en la mezcla que se usaron para elaborar el mortero patrón y experimental, en los cuales se cumplió con los ensayos de calidad de los agregados naturales y los aditivos utilizados en la mezcla según la norma A.C.I, entre los ensayos realizados se tuvo a la granulometría, contenido de humedad, peso específico aparente, absorción, peso unitario suelto y peso unitario compactado, entre otros (Ver Anexo 2). El resumen de dichos análisis y su valor reportado se presentan en la tabla 3



Tabla 3. Ensayos realizados a los agregados naturales y al aditivo

Tipo de ensayo	Valor reportado
	Agregado fino
Contenido de humedad	5,36%
Tamaño máximo nominal	#8
Módulo de fineza	3,24
Peso específico aparente	2,69
Absorción	1,25%
Peso unitario suelto	1571kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1691kg/m <sup>3</sup>

(\*) Ceniza de panca de maíz. (\*\*) Cascara de huevo

Fuente: Elaboración propia, basado en los ensayos reportados por el Laboratorio de mecánica de suelos, concretos y pavimentos.

Para el cálculo de la relación de los agregados naturales y el aditivo con respecto al cemento, posteriormente se determinó la cantidad necesario de cada componente para los 9 morteros patrones y los 18 morteros experimentales, de los cuales 9 morteros fueron elaborados con una sustitución de 15% del cemento por combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo y los 9 últimos morteros experimentales fueron elaborados a base de sustituir el 30% de cemento por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo (Ver Anexo 3). El resumen de la información se puede observar en la tabla 4.

Tabla 4. Diseño de mezcla del mortero patrón y experimental

Mortero	Relación	Cantidad materiales para 9 morteros			
	C/C : A/C : AF/C : (CPM+CH)*C	Cemento (kg)	Agua (l)	Agregado Fino (kg)	(CPM+CH)* (kg)
Patrón	1: 4,15: 0,71: ----	0,468	0,333	1,944	----
Experimental 15%	1: 4,91: 0,84: 0,18	0,396	0,333	1,944	0,072
Experimental 30%	1: 6,00: 1,03: 0,44	0,324	0,333	1,944	0,144

(\*) Es la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo

Fuente: Elaboración propia, basado en los ensayos reportados por el Laboratorio de mecánica de suelos, concretos y pavimentos.

### 3.3. Determinación de la resistencia a compresión del mortero patrón y experimental a los 3, 7 y 28 días de edad.

Para la determinación de la resistencia a la compresión del mortero patrón y experimental los cuales estuvieron elaborados a partir de la sustitución de cemento en 15% y 30% por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo, para ello se consideró los días de curado 3, 7 y 28 días de edad. Los resultados de resistencia a la compresión de los morteros patrones y experimentales fueron calculados en el laboratorio de mecánica de suelos, concretos y pavimentos de la Universidad San Pedro (Ver Anexo 4). El resumen de las resistencias a la compresión se observa en la tabla 5.

Tabla 5. Resistencia a la compresión de los cubos de mortero patrón y experimental

Tiempo de edad	Sustitución de cemento por la combinación de ceniza de cascara de panca de maíz y cascara de huevo		
	0%	15%	30%
3 días	128,84 kg/cm <sup>2</sup> (*)	127,00kg/cm <sup>2</sup> (*)	129,36kg/cm <sup>2</sup> (*)
	129,64	126,24	128,84
	131,64	128,84	126,96
7 días	165,32	163,04	162,68
	161,48	160,68	161,08
	163,32	163,28	163,24
28 días	193,92	192,12	195,84
	191,56	193,32	192,52
	196,92	195,12	197,76

(\*) Resistencia a la compresión a las condiciones de sustitución y días de curado

Fuente: Elaboración propia, basado en los ensayos reportados por el Laboratorio de mecánica de suelos, concretos y pavimentos.

Al tener por triplicado cada medida de la resistencia a la compresión de los morteros patrón y experimental, se realizó un promedio de la resistencia para cada día de curado de dichos morteros.

Tabla 6. Resistencia a la compresión promedio de los morteros patrón y experimental

Tiempo de edad	Sustitución de cemento por la combinación de ceniza de cascara de panca de maíz y cascara de huevo		
	0%	15%	30%
3 días	130,04 kg/cm <sup>2</sup> (*)	127,36kg/cm <sup>2</sup> (*)	128,39kg/cm <sup>2</sup> (*)
7 días	163,37	162,33	162,33
28 días	194,13	193,52	195,37

(\*) Resistencia a la compresión a las condiciones de sustitución y días de curado.

Fuente: Elaboración propia, basado en la Tabla 5.

En la Figura 1 se observa el comportamiento de la resistencia a la compresión de un mortero patrón y experimental, donde destaca la máxima resistencia a la compresión promedio de 195,37kg/cm<sup>2</sup> que pertenece al mortero experimental elaborado a base de la sustitución de cemento en 30% por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo, además se presenta la menor resistencia a la compresión de 130,04kg/cm<sup>2</sup> en el mortero patrón elaborado a base de la sustitución de cemento en 0% por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo, estos valores han sido registrados a los 28 días de curado. La resistencia a la compresión promedio de los morteros experimentales es ligeramente mayor al mortero experimental.

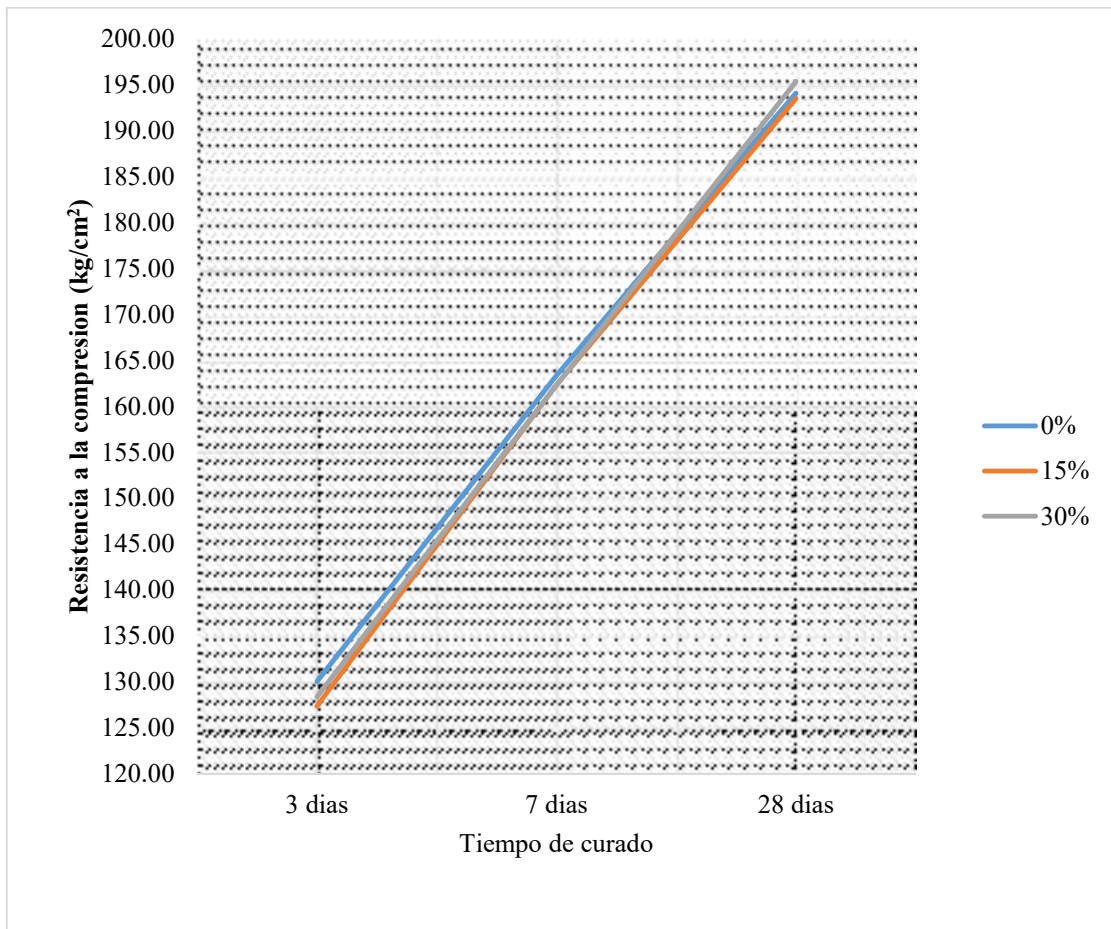


Figura 1. Resistencia a la compresión promedio del mortero patrón y experimental respecto al tiempo de curado.

En la figura 2, se observa la resistencia a la compresión promedio de los morteros patrón y experimental, destacando los días de curado y el porcentaje de sustitución de cemento por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo, presentan similar resistencia a la compresión a los 3, 7 y 28 días de curado, lo que indica que la sustitución es beneficiosa para el mortero, pues mejora la resistencia a la compresión y además disminuye el costo y reduce la utilización de cemento en la elaboración de morteros.

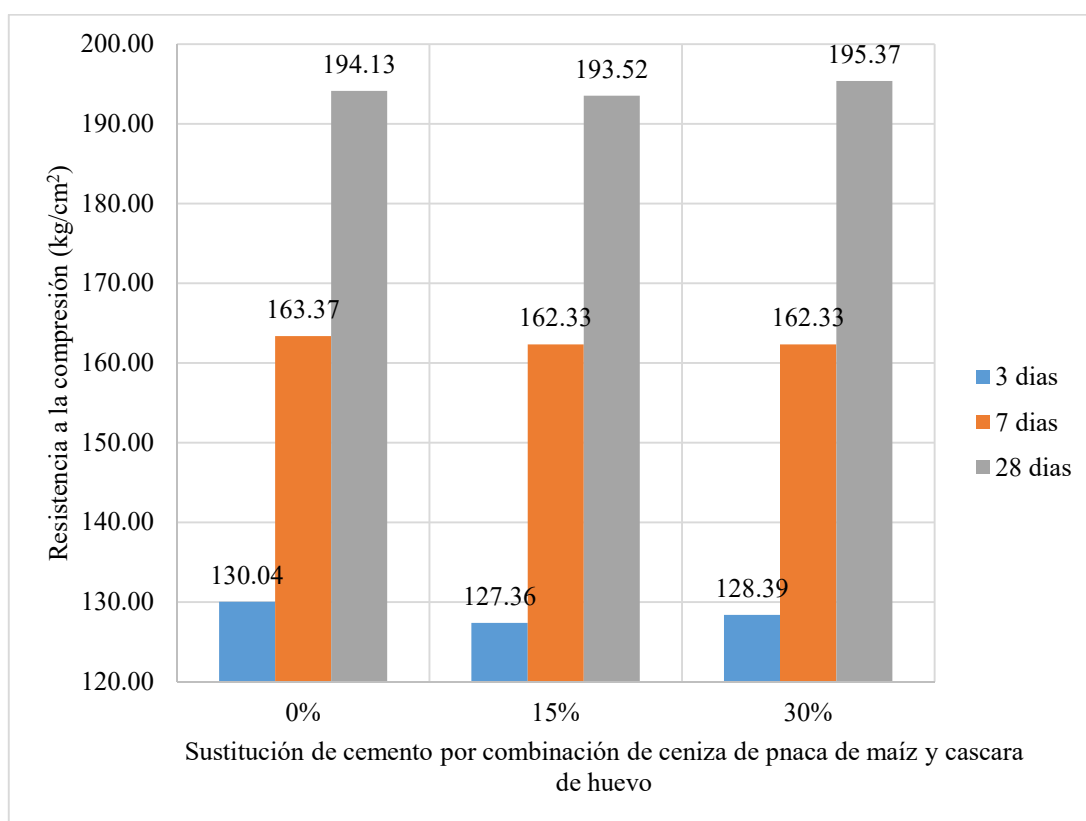


Figura 2. Resistencia a la compresión promedio de morteros patrón y experimental

### 3.4. Evaluar la influencia de la sustitución de cemento en 15% y 30% por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo en la resistencia a la compresión de un mortero

Para la evaluación del efecto de sustituir cemento por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo, se utilizó el software estadístico SPSS v.25, del cual se realizó un análisis del diseño en bloque completamente al azar (DBCA), para lo cual se realizó una matriz de las resistencias a la compresión de los morteros patrón y experimental (Ver Anexo 5). Para ello se planteó un diseño en bloques completamente al azar, en donde los bloques fueron los días de curado y el factor a estudiar fueron los porcentajes de sustitución del cemento por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo, para ello se tuvo un modelo lineal general que se detalla a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}; i = 1, 2, 3 \text{ y } j = 1, 2, 3.$$

Donde:

$Y_{ij}$ : Resistencia a la compresión del mortero patrón y experimental medido con la sustitución de cemento por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo  $i$ , y el tiempo de curado  $j$ .

$\mu$ : Resistencia a la compresión media del mortero patrón y experimental

$\alpha_i$ : Efecto medio adicional sobre la resistencia a la compresión media del mortero patrón y experimental, debido a la sustitución de cemento por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo  $i$ .

$\beta_j$ : Efecto medio adicional sobre la resistencia a la compresión media del mortero patrón y experimental, debido a los días de curado  $j$ .

$\varepsilon_{ij}$ : Error aleatorio atribuible a la medición de la resistencia a la compresión del mortero  $Y_{ij}$ .

De lo cual se desprendió el análisis estadístico de Levene, para la comprobación de la hipótesis de las medias igual con lo que se realizó las pruebas para la significancia respectiva de cada sustitución de cemento por ceniza de panca de maíz y cascara de huevo en la elaboración de mortero.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3;$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j; \text{ para algún } i \neq j$$

En la tabla 7, para la prueba de hipótesis, se realizó la prueba del estadístico de Levene, en el cual se obtuvo una significancia de  $0,762 > 0,05$ , para la resistencia a la compresión del mortero que se basa en la media, y una significancia de  $0,933 > 0,05$  para la resistencia a la compresión del mortero que se basa en la mediana, al cumplirse esta condición no hay motivos para decir que las medias de las resistencias a la

compresión del mortero patrón y experimental son diferentes, de lo cual se afirma que se acepta la hipótesis nula, estos resultados se observa en la tabla 7.

Tabla 7. Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a,b</sup>

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia de la probeta de concreto	Se basa en la media	0,605	8	18	,762
	Se basa en la mediana	0,351	8	18	,933
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,351	8	14,150	,930
	Se basa en la media recortada	0,588	8	18	,775

a. Variable dependiente: Resistencia a la compresión de la probeta de concreto

b. Diseño: Intersección + Edad + Sustitución + Edad \* Sustitución

Fuente: SPSS v.25

En la tabla 8, para la significación de los tratamientos o factores (Sustitución de cemento por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo) y los bloques (Tiempo de curado), se realizó la prueba de efectos de los tratamiento, los bloques y su interacción. De lo cual se obtuvo que la edad del mortero presento una significancia estadística de sig. = 0,000, este valor es menor a  $\alpha=0,05$  lo que indica que la edad del mortero tiene significancia estadística en la resistencia a la compresión media de los morteros experimentales. Para la sustitución de cemento en 15% y 30% por la combinación se ceniza de panca de maíz y cascara de huevo, se obtuvo una significancia estadística de sig. = 0,248, este valor es mayor a  $\alpha=0,05$  lo que indica que la sustitución en 15% y 30% del cemento por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo no presenta significancia estadística en la resistencia a la compresión media de los cubos de morteros patrón y experimental.

Tabla 8. Pruebas de efectos inter – sujetos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	19479,091 <sup>a</sup>	8	2434,886	755,779	,000
Intersección	707473,878	1	707473,878	219597,206	,000
Edad	19460,610	2	9730,305	3020,250	,000
Sustitución	9,728	2	4,864	1,510	,248
Edad * Sustitución	8,754	4	2,188	,679	,615
Error	57,990	18	3,222		
Total	727010,960	27			
Total corregido	19537,082	26			

a. R al cuadrado = 0,997 (R al cuadrado ajustada = 0,994)

Fuente: SPSS v.25

En la tabla 9, para la significancia entre las resistencias a la compresión media de los cubos de mortero patrón (elaborado a base de agregados naturales) y experimentales (sustitución de cemento en 15% y 30% por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo), donde se puede observar que la significancia estadística del cubo de mortero patrón y experimental presentan valores mayores a  $\alpha=0,05$  lo que indica que la sustitución en 0%, 15% y 30% del cemento por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo no presenta significancia estadística para los porcentajes en la resistencia a la compresión media de los cubos de morteros patrón y experimental. Además se tienen los límites superior e inferior con un intervalo de confianza del 95%, para ello se asumió las resistencias a la compresión medias de los cubos de mortero iguales lo cual se demostró con la prueba del estadístico de Levene.



Tabla 9. Pruebas de efectos inter – sujetos – Método HSD Tukey

(I) Cemento por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo	(J) Cemento por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%	15%	1,4444	,84613	,230	-,7150	3,6039
	30%	,4844	,84613	,836	-1,6750	2,6439
15%	0%	-1,4444	,84613	,230	-3,6039	,7150
	30%	-,9600	,84613	,506	-3,1195	1,1995
30%	0%	-,4844	,84613	,836	-2,6439	1,6750
	15%	,9600	,84613	,506	-1,1995	3,1195

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 3.222

Fuente: SPSS v. 25.

Tabla 10. Pruebas de efectos inter – sujetos – Método Bonferroni

(I) Cemento por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo	(J) Cemento por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%	15%	1,4444	,84613	,315	-,7886	3,6775
	30%	,4844	,84613	1,000	-1,7486	2,7175
15%	0%	-1,4444	,84613	,315	-3,6775	,7886
	30%	-,9600	,84613	,814	-3,1931	1,2731
30%	0%	-,4844	,84613	1,000	-2,7175	1,7486
	15%	,9600	,84613	,814	-1,2731	3,1931

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 3.222

Fuente: SPSS v. 25.

#### IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Con respecto a la caracterización de las cenizas de la panca de maíz y cascara de huevo que constituyen en la mezcla experimental, se realizaron ensayos tales como el análisis térmico por calorimetría de barrido DSC/Análisis térmico diferencial DTA, análisis termogravimétrico TGA en el laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo, esto fue para la ceniza de panca de maíz y cascara de huevo que se utilizó para la sustitución del cemento y el análisis de cenizas por fluorescencia de rayos – X dispersiva en energía (FRXDE) realizado en el laboratorio de Arqueometría de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, además se realizó análisis de incineración y pH en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, estos análisis se realizó para la ceniza de panca de maíz y la ceniza de cascara de huevo, estos análisis coincidieron con el autor Camones (2018), en su trabajo de investigación titulado *Resistencia de adoquines de concreto  $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ , sustituyendo el cemento en 10% por la combinación de ceniza de bagazo de cebada y cáscara de huevo*, para ello el investigador tuvo como propósito general determinar la resistencia a la compresión de los adoquines usados para tránsito peatonal con  $f'c=320\text{kg/cm}^2$  al sustituir cemento en 10% por la combinación de ceniza de bagazo de cebada (CBC) y cascara de huevo (CH), llegó a la conclusión que sustituir cemento por la combinación de 6% de CBC y 4% CH aumenta la resistencia a la compresión del adoquín experimental.

Con respecto al diseño de mezcla del mortero patrón y experimental al sustituir cemento en 15% y 30% por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo se tuvo en cuenta todas las características de acuerdo al método A.C.I para lo cual se realizó los cálculos pertinentes para la elaboración de los cubos de mortero, para ello se realizó las relaciones de agua/cemento, agregado fino/cemento y aditivo/cemento. El aditivo estuvo compuesto de la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo, es así como estos resultados coincidieron con el investigador Solar (2016) en su trabajo de investigación titulado *Resistencia de morteros con cemento sustituido en 15%, 18%, 20% por las cenizas de hoja de bambú*. el autor se planteó como objetivo general determinar la resistencia a la compresión de

un mortero con sustitución de 15, 18 y 20% del cemento por ceniza de hojas de bambú, para ello se determinó y comparó la resistencia de un mortero patrón con otro donde se sustituye el cemento por ceniza de hojas de bambú, previamente activada a una temperatura de 750°C, en porcentajes de 15%, 18% y 20% de los cuales le permitieron obtener resistencia similar al patrón y llegó a la conclusión que se debe emplear sustituciones de cemento, por ceniza de hojas de bambú en valores mayores al 15 %.

Con respecto a la determinación de la resistencia a la compresión del cubo de mortero patrón y experimental elaborados a partir de sustituir el cemento en 15% y 30% por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo, para la medición de la resistencia a la compresión del cubo de mortero se realizó a los 3, 7 y 28 días, obteniéndose una resistencia promedio de 195,37kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado y un cubo de mortero elaborado a partir de sustituir el cemento en 15% por la combinación de la ceniza de panca de maíz y cascara de huevo. La resistencia a la compresión promedio de los morteros experimentales es ligeramente mayor al mortero experimental, esto coincide con el estudio realizado por Soto et al. (2018), en su artículo de investigación titulado *Propiedades físicas y mecánicas del hormigón usando polvo residual de desechos orgánicos como reemplazo parcial del cemento*, propusieron evaluar la sustitución parcial del cemento tipo Portland por un polvo que se genera a través de la descomposición química de los residuos orgánicos tales como la carne, vegetales, frutas, cascara de huevo, entre otros; y diseñaron la mezcla con una sustitución de 5%, 10%, 15% y 20% de cemento por polvo orgánico, de lo que obtuvieron un aumento de 2.1% de la resistencia de referencia para las mezclas preparadas a base de 5% de polvo y una relación de agua/cemento de 10/1 y una sustitución de 10% de polvo y relación de agua/cemento de 6/1 aumento el 13%, por lo que llegaron a la conclusión que se mejora las propiedades mecánicas del concreto, con las que se puede mejorar las propiedades mecánicas y físicas de un concreto.

## V. CONCLUSIONES

La sustitución del cemento en 15% y 30% por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo tiene una influencia positiva en las propiedades mecánicas del cubo de mortero, lo cual es muy beneficioso para las constructoras del lugar de impacto y para los pobladores, estos resultados coincidieron con el investigador Matías (2018), en su trabajo de investigación titulado *Resistencia de un concreto  $F'C=210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cascara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto*.

El diseño de la mezcla fue realizado en base a todos los componentes necesarios para elaborar los cubos de mortero de acuerdo al método A.C.I. para lo cual se tuvo para el patrón una relación de agua/cemento de 4,15 y para los cubos de mortero experimentales elaborados a base de la sustitución del cemento en 15% y 30% se tuvo una relación de agua/cemento de 4,91 y 6,00 respectivamente, también la relación agregado fino/cemento para el cubo de mortero patrón fue de 0,71 y para los cubos de morteros experimentales fueron de 0,84 y 1,03 para la sustitución de cemento en 15% y 30% por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo respectivamente, y por último la relación de la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo fueron de 0,18 y 0,44 para un 15% y 30% respectivamente.

La resistencia a la compresión promedio del cubo de mortero patrón a los 28 días fue de  $194,13\text{kg/cm}^2$  y para los cubos de mortero experimentales elaborados a base de la sustitución del cemento en 15% y 30% por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo se tuvo una resistencia a la compresión promedio de  $193,52\text{kg/cm}^2$  y  $195,37\text{kg/cm}^2$ , estas resistencias se determinaron a los 28 días de curado.

La influencia que genera al sustituir el cemento en 15% y 30% por la combinación de la ceniza de panca de maíz y cascara de huevo es que mejora la propiedad mecánica como es la resistencia a la compresión del cubo de mortero patrón y experimental, la cual presento un 101,85% y 102,83% para los cubos de morteros elaborados a base de la sustitución de cemento en 15% y 30% por la combinación de la ceniza de panca de maíz y cascara de huevo respectivamente, estas resistencias a la compresión promedio se realizó la medida a los 28 días de curado.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Para futuras investigaciones que tomen como base el presente trabajo de investigación y que sea de ayuda para el trabajo de recomienda lo siguiente:

Realizar otras diseños de mezcla con la finalidad que se pueda simular la relación que existe entre la relación de aditivo/cemento respecto a la resistencia a la compresión de un cubo de mortero o concreto.

Realizar la sustitución con porcentajes mayores al 30% de cemento por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo, además de hacer en la combinación partes iguales de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo para evaluar las propiedades mecánicas y propiedades físicas como la absorción total del mortero o concreto en estudio.

Realizar una evaluación de costos para determinar el ahorro por cada cubo de mortero experimental que se realiza y su impacto en la rentabilidad de una empresa constructora del sector.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abanto, F. (2013). *Tecnología del concreto*. Lima: San Marcos E.I.R.

Ali et al.,( 2011). *Possibility of making low-fat sausages from duck meat with addition of rice flour*. (Artículo científico)Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2011, vol. 24, no 3, p. 421-428. Jinju,Korea. Recuperado de <https://www.ajas.info/upload/pdf/24-51.pdf>

Alwesabi et al. (2020). *Experimental investigation on mechanical properties of plain and rubberised concretes with steel–polypropylene hybrid fibre*. (Artículo científico) Construction and Building Materials, 233, 117194. Nibong Tebal, Penang, Malaysia. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117194>

ASTM C 150. ASTM International. 2012. USA: *Especificaciones estándar para cementos portland*, 2012.

Camones, J. (2018). *Resistencia de adoquines de concreto  $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ , sustituyendo el cemento en 10% por la combinación de ceniza de bagazo de cebada y cáscara de huevo* (Tesis de pregrado). Universidad San Pedro. Huaraz, Perú. Recuperado de [http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/11380/Tesis\\_60904.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/11380/Tesis_60904.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Campos, M. (2009), *Estudo do reaproveitamento de isoladores elétricos de porcelana como agregados em argamassas e concretos*. (Tesis de pregrado) Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Brasil. Recuperado de

[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257861/1/Campos\\_MarcoAntonio\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257861/1/Campos_MarcoAntonio_M.pdf)

Caro, J. (2018). *Resistencia de un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución de cemento 5% y 10% por cenizas de hoja de maíz*. (Tesis de pregrado) Universidad San Pedro. Chimbote, Perú. Recuperado de [http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5433/Tesis\\_56960.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5433/Tesis_56960.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Chachi, Z. (2019). *Análisis de la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo parcialmente el cemento portland por cenizas de rastrojo de maíz* (Tesis de pregrado). Universidad Católica Sedes Sapientiae Tarma, Perú. Recuperado de [http://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/UCSS/723/Chachi\\_Zoraida\\_tesis\\_bachiller\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/UCSS/723/Chachi_Zoraida_tesis_bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Carrasco, S. (2013). *Metodología de la investigación científica* (6ª edición). Lima: San Marcos.

Cruz, E. (2009). *Evaluación del parasitismo natural en Spodoptera frugiperda (Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) en maíz*. (Tesis de Maestría). Instituto Politécnico Nacional, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. Recuperado de: [http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/LITER\\_CIIDIROAX/83/CRUZ%20SOSA%20ELIZABETH,%202009.pdf?sequence=1](http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/LITER_CIIDIROAX/83/CRUZ%20SOSA%20ELIZABETH,%202009.pdf?sequence=1)

Duran, N. y Velásquez N. (2016). *Evaluación de la aptitud de concretos, reemplazando parcialmente el cemento Portland por cenizas volantes y cenizas de bagazo de caña de azúcar* (Tesis Doctoral) Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Ocaña, Colombia. Recuperado de



<http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1227/1/28818.pdf>

Gooi et al. (2020). A critical review and gap analysis on the use of coal bottom ash as a substitute constituent in concrete.(Articulo científico) Journal of Cleaner Production, 121752. Recuperao de :  
[https://www.researchgate.net/profile/Ahmad\\_Mousa5/publication/341569580\\_A\\_critical\\_review\\_and\\_gap\\_analysis\\_on\\_the\\_use\\_of\\_coal\\_bottom\\_ash\\_as\\_a\\_substitute\\_constituent\\_in\\_concrete/links/5ecd2a92851c9c5e5f6e9d/A-critical-review-and-gap-analysis-on-the-use-of-coal-bottom-ash-as-a-substitute-constituent-in-concrete.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ahmad_Mousa5/publication/341569580_A_critical_review_and_gap_analysis_on_the_use_of_coal_bottom_ash_as_a_substitute_constituent_in_concrete/links/5ecd2a92851c9c5e5f6e9d/A-critical-review-and-gap-analysis-on-the-use-of-coal-bottom-ash-as-a-substitute-constituent-in-concrete.pdf)

Gonzales, Y. y Mariños, J. (2019), *Propiedades físico mecánicas de ladrillo tipo V de concreto al sustituir al cemento por 6%, 12% y 18% de una combinación de cenizas de cascarilla de arroz y polvo de Donax sp - Nuevo Chimbote-2019.* (Tesis de pregrado), Universidad Cesar Vallejo Chimbote, Perú. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/42752>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación.* Editorial: McGraw Hill Education, México, sexta edición compressed.

Matías, S (2018). *Resistencia de un concreto  $F'_{C}=210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cascara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto.* (Tesis de pregrado). Universidad San Pedro. Huaraz, Perú. Recuperado de [http://200.48.38.121/bitstream/handle/USANPEDRO/8015/Tesis\\_59675.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://200.48.38.121/bitstream/handle/USANPEDRO/8015/Tesis_59675.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ñaupas et al. (2013). *Metodología de la investigación científica y elaboración de tesis.* Lima: CEPREDIM. Recuperado de: <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/03/Metodologia-de-la-investigacion-Naupas-Humberto.pdf>

Olarte, Z. (2017). Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles.. Universidad Tecnológica de los Andes. Abancay – Apurimac, Perú. Recuperado de <http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/100/Tesis-Estudio%20de%20la%20calidad%20de%20los%20agregados%20de%20las%20principales%20canteras%20de%20la%20ciudad.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Orrala, F. y Gómez, F. (2015). *Estudio de la resistencia a la compresión del hormigón con adición de puzolana obtenido de la calcinación de residuos del cultivo de maíz producido en la provincia de santa Elena, La Libertad* (Tesis de pregrado), Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/2272/UPSE-TIC-2015-009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pasquel, E. (1998). *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú*. Lima, Perú.

Portugal, P. (2007). *Tecnología del concreto de alto desempeño*. Editorial UNAS. 1ra Edición. Paris-Francia. Junio del 2007

Reyes, M. (2019). *Resistencia a compresión de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  al sustituir al cemento en 4%, 6% y 8% por cascara de huevo*. (Tesis de pregrado).Universidad San Pedro. Chimbote, Perú. Recuperado de [http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/11387/Tesis\\_61421.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/11387/Tesis_61421.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rojas, J. (2015). *Estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto de  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico* (Tesis

de pregrado) Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú. Recuperado de [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2040/1/RE\\_ING.CIVIL\\_JOSE.ROJAS\\_RESISTENCIA.DEUN.CONCRETO.VIDRIO.SODICO\\_DATOS\\_.PDF](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2040/1/RE_ING.CIVIL_JOSE.ROJAS_RESISTENCIA.DEUN.CONCRETO.VIDRIO.SODICO_DATOS_.PDF)

Saikia et al., (2007). *Production of cement clinkers from municipal solid waste incineration (MSWI) fly ash.* (Artículo científico) Waste Management, 27(9), 1178-1189., Tokyo, Japan. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.06.004>

Salazar, F. (2017). *Concreto autocurable de alta resistencia  $F' C = 420 \text{ Kg/Cm}^2$ , con un porcentaje de traquita en el agregado grueso comparado con los procesos más usados de curado.* (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. Recuperado de <http://190.116.36.86/bitstream/handle/UNC/1494/CONCRETO%20AUTOCURABLE%20DE%20ALTA%20RESISTENCIA%20Fc%3D420%20KgCm2%20C%20CON%20UN%20PORCENTAJE%20DE%20TRAQUITA%20EN%20EL%20AGREGA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Saldaña, J. (2018). *Resistencia a la compresión y permeabilidad de mortero sustituyendo el cemento en 10% y 20% por polvo de cáscara de huevo y ceniza de cáscara de arroz.* (Tesis de pregrado) Universidad San Pedro, Chimbote, Perú. Recuperado de [http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/8028/Tesis\\_59552.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/8028/Tesis_59552.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Sanjuán, M., y Chinchón, S. (2014). *Introducción a la fabricación y normalización del cemento Portland.* España: Publicaciones Universidad de Alicante.

Sánchez, D. (2001). *Tecnología del concreto y mortero*. Santa Fe de Bogotá, Bogota, Colombia: Bhandar Editores Ltda.

Solar, J. (2016). *Resistencia de morteros con cemento sustituido en 15%, 18%, 20% por las cenizas de hoja de bambú*. (Tesis de pregrado). Universidad San Pedro. Chimbote, Perú. Recuperado de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/1474>

Soto et al. (2018). *Physical and Mechanical Properties of Concrete Using Residual Powder from Organic Waste as Partial Cement Replacement*. (Artículo científico) Revista Ingeniería de Construcción, 33(3), 229-240. São Paulo. Brasil. Recuperado de <http://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/viewFile/889/pdf>

Torres, J. (2004). *Estudio de la influencia de aditivos acelerantes sobre las propiedades del concreto*. Lima - Peru.

Vargas, A. (2019). *Calidad de la cáscara del huevo de gallinas Novogen Brown suplementadas con metabolitos de vitamina Alpha D3, minerales orgánicos, inorgánicos y probióticos*.(Tesis de pregrado). Universidad Nacional Micaela.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primera mente agradezco a Dios, por haberme guiado, quien ha estado conmigo en todo momento, por hacer de mí una persona que logra toda su meta y que hoy pueda cumplir uno de mis metas, el sacrificio fue grande, y agradecimiento por el apoyo que nos brindaron y a quienes debemos todo lo que somos, mis padres y toda mi familia q me estuvo apoyando en los buenos y malos momentos, para seguir delante de mi vida de estudiante.

A la universidad “San Pedro”, que me dio la bienvenida dándome la oportunidad de escalar un peldaño más en el campo del conocimiento y así poder concretar mi meta.

## **ANEXOS Y APÉNDICE**

Anexo 1. Ensayos para caracterizar a la ceniza de la panca de maíz y cascara de huevo



Trujillo, 06 de agosto del 2020

INFORME N° 24 - AGO 20

Solicitante: Peña Huancan Ileana Andy - Universidad San Pedro - Huaraz

RUC/DNI: .....

Supervisor: .....

1. MUESTRA: Panes de maíz (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	PM-24A	33.7 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 D5895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51104, 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: 33.7 mg.

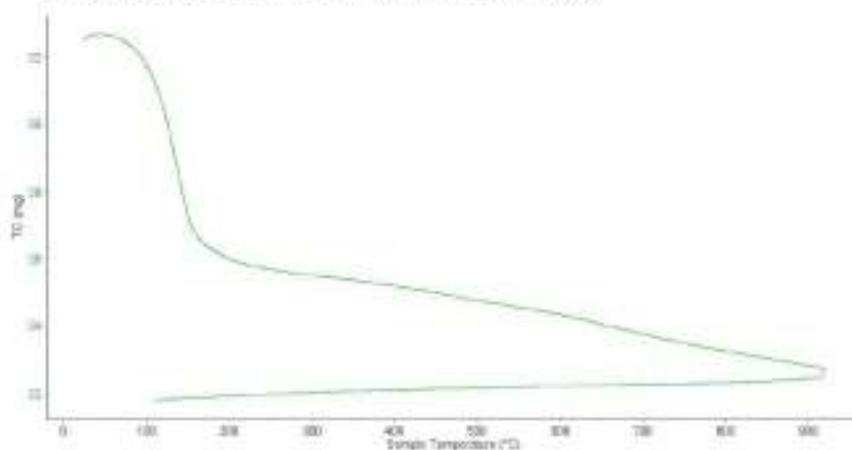
Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Clávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Clávez Novoa

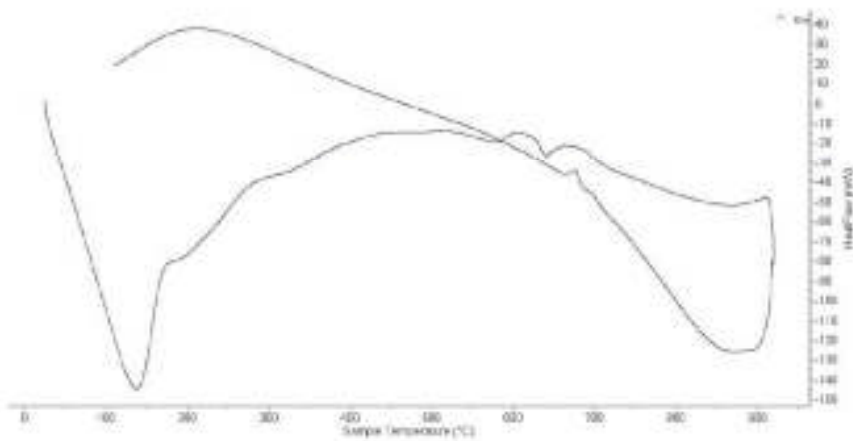


#### 4. Resultados:

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



##### II- Curva Calorimétrica ATD







Trujillo, 06 de agosto del 2020

**INFORME N° 24 - AGO 20**

#### 5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termogravimétrico se muestra una importante caída de masa como consecuencia de la elevación de la temperatura, esto se da entre 80 y 150°C. El material llega a perder un aproximado de 28% cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra una banda endotérmica en torno a 150°C y otra más ligera en torno a 650°C existiendo probabilidad de que ocurran cambios estructurales y en las propiedades del material.

Trujillo, 06 de agosto del 2020

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



Trujillo, 06 de agosto del 2020

**INFORME N° 23 - AGO 20**

**Solicitante:** Peña Huaranca Jhonatan Andy- Universidad San Pedro - Huaraz

**RUC/DNI:** .....

**Supervisor:** .....

**1. MUESTRA:** Cascara de huevo (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CH 23A	57 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: 57 mg.

**Jefe de Laboratorio:** Ing. Danny Chávez Novoa

**Analista responsable:** Ing. Danny Chávez Novoa

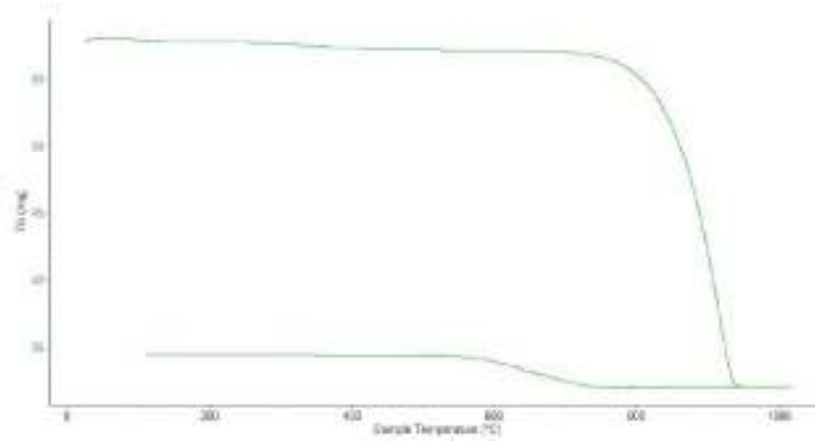


Trujillo, 06 de agosto del 2020

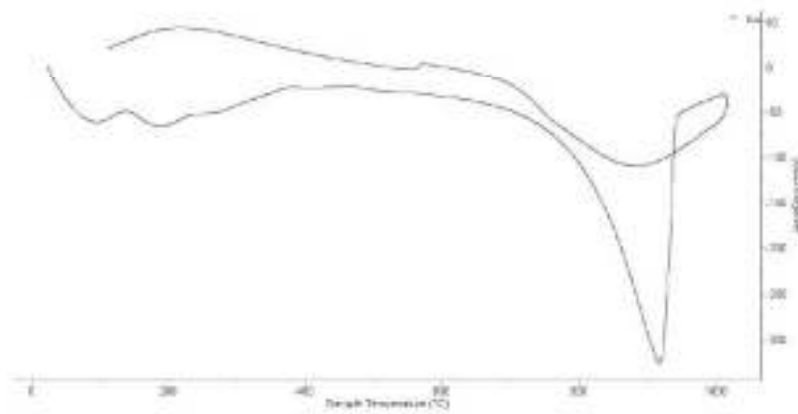
INFORME N° 23 - AGO 20

#### 4. Resultados:

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



##### II- Curva Calorimétrica ATD





Trujillo, 06 de agosto del 2020

**INFORME N° 23 - AGO 20**

#### 5. CONCLUSION:

1. Según el análisis termo-gravimétrico se muestra una gran estabilidad térmica del material hasta llegar 720°C, a partir del cual la masa del material comienza a disminuir por efecto térmico, el material pierde en total aproximadamente 45 % respecto a su masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra un primer pico endotérmico en torno a 100°C y una pequeña banda endotérmica a 200°C, posteriormente se muestra una gran absorción térmica manifestada por un pico endotérmico a 910°C lo que podría indicar algún posible cambio de fase y cambio en las características del material.

Trujillo, 06 de agosto del 2020



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°041-LAQ/2020**

**Análisis de cenizas de panca de maíz por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de cenizas de panca de maíz a pedido del Sr. **Peña Huacanca, Jhonatan Andy**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Huaraz, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**"Influencia en la Resistencia a la Compresión, con la Sustitución del Cemento por Cenizas de la Panca Maíz y Cáscara de Huevo, en la Elaboración de Mortero."**

La muestra está en forma de polvo 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 300 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 3250 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 em que contiene los rayos-X característicos del tipo 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



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

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

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 cuantitativa 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 valida 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 TRXDF de esta muestra de ceniza de paja de maíz. 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 este 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 y la energía de los rayos-X característicos.

La Tabla 1 muestra los resultados 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 el proceso de calcinación. La suma en términos de oxígeno de óxidos es menor



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

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

que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y/o Mg que esta técnica no puede detectar y/o diferentes de óxidos y/o hay una 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 ceniza de la muestra en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.550	5.346
SiO <sub>2</sub>	40.810	47.951
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.278	3.844
SO <sub>2</sub>	2.027	2.376
ClO <sub>2</sub>	8.165	9.574
K <sub>2</sub> O	11.740	13.765
CaO	12.166	14.266
TiO <sub>2</sub>	0.150	0.176
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.014	0.017
MnO	0.145	0.171
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.810	2.122
NiO	0.006	0.007
CuO	0.050	0.058
ZnO	0.107	0.126
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.006	0.007
BaO	0.008	0.009
SrO	0.004	0.005
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.004	0.005
ZrO	0.006	0.007
Total	85.288	100.00





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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

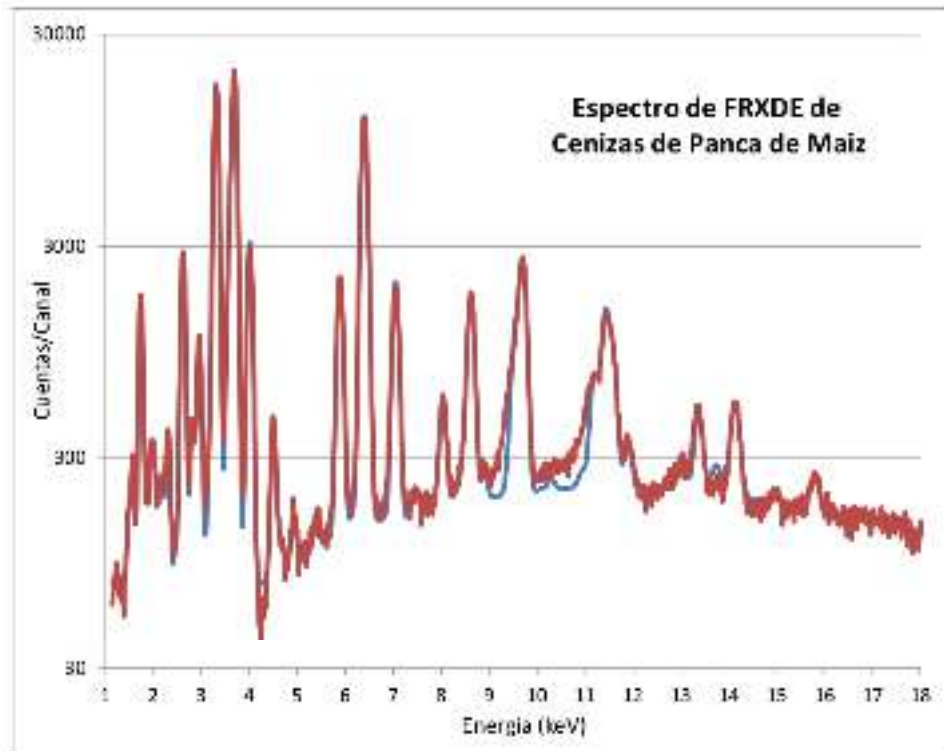


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de panca de maíz en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 05 de agosto del 2020





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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°042-LAQ/2019

Análisis de cáscara de huevo por FRXDE

#### Introducción.

Se realizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de cáscara de huevo a pedido del Sr. Peña Huacanca, Jhonatan Andy, alumno de la Universidad San Pedro, sede Huancayo, y como parte de su proyecto de tesis titulado:

**“Influencia en la Resistencia a la Compresión, con la sustitución del Cemento por Cenizas de la Panca Maíz y Cáscara de Huevo, en la Elaboración de Mortero.”**

La muestra está en forma de cáscara blanda de grano grueso. Para el ensayo se separó granos finos usando una malla de 170 micrones.

#### Arreglo experimental.

En análisis por espectrometría de FRXDE se usó un equipo de rayos X con un tubo rayos X con voltaje de 30 kV y una corriente de 15 mA. Los espectros se recolectaron durante un intervalo de 300 a milisegundos (ms) con una tasa de conteo de 4000 cps y se usó un detector de  $SiP$ , sistema basado en cristal de rayos X de  $LiF$  con un detector de  $NaI$  de 2 cm. Para la muestra, se usó un arreglo de la geometría del arreglo experimental y de la configuración elemental de la muestra,  $SiP$  de  $4000$  cps.

Para análisis de FRXDE se usó un detector de geometría de dispersión y se usó un sistema de rayos X con un tubo rayos X con voltaje de 30 kV y una corriente de 15 mA. Los espectros se recolectaron durante un intervalo de 300 a milisegundos (ms) con una tasa de conteo de 4000 cps y se usó un detector de  $SiP$ , sistema basado en cristal de rayos X de  $LiF$  con un detector de  $NaI$  de 2 cm. Para la muestra, se usó un arreglo de la geometría del arreglo experimental y de la configuración elemental de la muestra,  $SiP$  de  $4000$  cps.

La fuente de rayos X 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  $L$  y  $K$  de  $Ca$  que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como



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

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

consecuencia de esto, los espectros de PRXDE 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 este etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que poseen la mayor intensidad en la parte constituida por aquellos picos a mayor intensidad. Este programa se refiere cuando sea necesario a software desarrollado "Work in the Research" dirigido en la UNM.

**Resultados:**

En la Figura 1 se muestra el espectro de PRXDE de esta muestra de muestra de oro. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calificado. Cubre el rango de energía de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de oro, que es el que mayor presencia en el área que representa. En general, cada pico identifica un elemento químico, correspondiente por la longitud de onda del pico de Al, energía del pico de Si y del correspondiente a calcio, que representa el número atómico y la energía de los rayos-X característicos.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las correspondencias están dadas en X de la zona K en términos de los átomos más estables que se pueden



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

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

formar en un proceso de calibración, excepto en el caso del calcio que está presente en forma de carbonato de calcio. La suma en términos de contenido de óxidos y carbonato es ligeramente mayor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y/o Mg que esta técnica no puede detectar, y/o hay una ligera deficiencia en la calibración del instrumento. Luego, estas porcentajes son normalizadas al 100%. 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 la máscara de huevo en % de masa

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.290	6.202
SiO <sub>2</sub>	2.751	2.712
SO <sub>3</sub>	0.442	0.436
ClO <sub>2</sub>	0.287	0.293
CaO	41.203	41.203
CaCO <sub>3</sub>	45.663	45.663
Na <sub>2</sub> O	0.001	0.001
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.000	0.000
MgO	0.000	0.000
CO <sub>2</sub>	0.774	0.765
ZnO	0.000	0.000
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.000	0.000
SiO	0.000	0.000
SO <sub>2</sub>	0.000	0.000
Br <sub>2</sub>	0.000	0.000
VO <sub>2</sub>	0.000	0.000



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

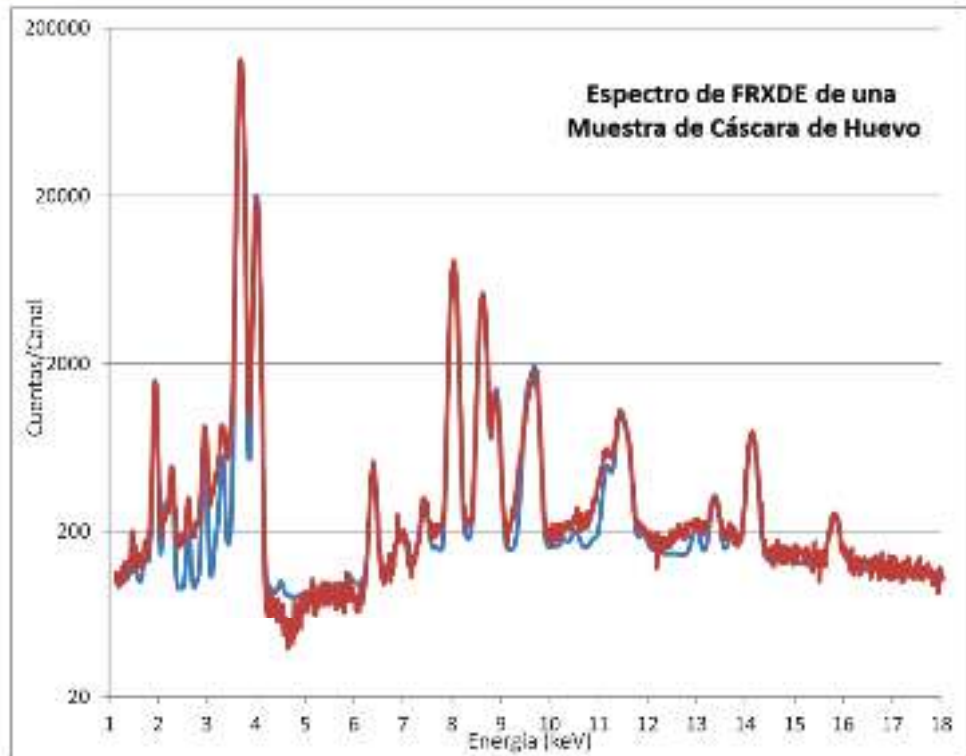


Figura 1. Espectro de FRXDE de cáscara de huevo en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 05 de agosto del 2020





### RESULTADOS DE INSENERACIÓN (CENIZA) DE PANCA DE MAIZ

TITULO DE TESIS: "Influencia en la Resistencia a Comprensión, con la Sustitución del Cemento, por Cenizas de la Panca de Maiz y Cascara de Huevo, en la Elaboración de Mortero"

TESISTA : Peña Huacanca, Jhonatan Andy - Tesista

MUESTRA : Panca de Maiz

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 08 - 08 - 20

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 11 - 08 - 20

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 11 - 08 - 20

Muestra	Cantidad Kg.
Panca de Maiz	5.00

#### ENSAYOS

1.- Determinación de Ceniza

#### OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

#### CONCLUSIONES

- Se ha obtenido ceniza propiamente dicha en el Horno Muffa a una temperatura de 650°C por 4 horas en promedio.

Huaraz, 11 de agosto del 2020.





### **RESULTADOS DE INSENERACIÓN (CENIZA) DE CASCARA DE HUEVO**

**TITULO DE TESIS:** "Influencia en la Resistencia a Comprensión, con la Sustitución del Cemento por Cenizas de la Panca de Maíz y Cascara de Huevo, en la Elaboración de Mortero"

**TESISTA :** Peña Huacanca, Jhonatan Andy - Tesista

**MUESTRA :** Cascara de huevo

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancaش

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 08 - 08 - 20

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 11 - 08 - 20

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS:** 11 - 08 - 20

Muestra	Cantidad Kg.
Ceniza de Cascara de huevo	5.00

#### **ENSAYOS**

1.- Determinación de Ceniza

#### **OBSERVACIONES:**

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

#### **CONCLUSIONES**

- Se ha obtenido ceniza propiamente dicha en el Horno Mufla a una temperatura de 910 °C por 4 horas en promedio.

Huaraz, 11 de agosto del 2020.





### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

**TÍTULO DE TESIS:** "Influencia en la Resistencia a Comprensión, con la Sustitución del Cemento por Cenizas de la Panca de Maíz y Cascara de Huevo, en la Elaboración de Mortero"

**TESISTA** : Peña Husacanca, Jhonatan Andy - Tesista

**MUESTRA** : Cemento

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 08 - 08 - 20

**FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:** 11 - 08 - 20

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANÁLISIS:** 11 - 08 - 20

Muestra	pH
Cemento	12.40

#### **ENSAYOS**

1.- Determinación de pH

#### **OBSERVACIONES:**

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

#### **CONCLUSIONES**

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 11 de agosto del 2020.





## RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

**TITULO DE TESIS:** "Influencia en la Resistencia a Comprensión, con la Sustitución del Cemento , por Cenizas de la Panca de Maíz y Cascara de Huevo, en la Elaboración de Mortero"

**TESISTA** : Peña Huacanca, Jhonatan Andy - Tesista

**MUESTRA** : Cemento + 15 % (ceniza de Panca de maíz y ceniza de cascara de huevo)

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 08 - 08 - 20

**FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:** 11 - 08 - 20

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANÁLISIS:** 11 - 08 - 20

Muestra	pH
Cemento + 15% (ceniza de Panca de maíz y ceniza de cascara de huevo)	12.43

### ENSAYOS

1.- Determinación de pH

### OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

### CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 11 de agosto del 2020.



*[Handwritten Signature]*  
Ing. M. S. Guillermo Cordero Romero  
JEFE DEL LABORATORIO ANALÍTICO  
DE SUELOS Y AGUAS





## RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

**TÍTULO DE TESIS:** "Influencia en la Resistencia a Compresión, con la Sustitución del Cemento por Cenizas de la Panca de Maíz y Cascara de Huevo, en la Elaboración de Mortero"

**TESISTA** : Peña Huacanca, Jhonatan Andy - Tesista

**MUESTRA** : Cemento + 30.3% (ceniza de Panca de maíz y ceniza de cascara de huevo)

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 08 - 08 - 20

**FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:** 11 - 08 - 20

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANÁLISIS:** 11 - 08 - 20

Muestra	pH
Cemento + 30.3% (ceniza de Panca de maíz y ceniza de cascara de huevo)	12.27

### ENSAYOS

1.- Determinación de pH

### OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

### CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 11 de agosto del 2020.





## RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

**TÍTULO DE TESIS:** "Influencia en la Resistencia a Comprensión, con la Sustitución del Cemento por Cenizas de la Panca de Maíz y Cascara de Huevo, en la Elaboración de Mortero"

**TESISTA** : Peña Huacanca, Jhonatan Andy - Tesista

**MUESTRA** : Ceniza de Panca de Maíz

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 08 - 08 - 20

**FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:** 11 - 08 - 20

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANÁLISIS:** 11 - 08 - 20

Muestra	pH
Ceniza de Panca de Maíz	11.25

### ENSAYOS

1.- Determinación de pH

### OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

### CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 11 de agosto del 2020,



Anexo 2. Ensayo de los agregados naturales



ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

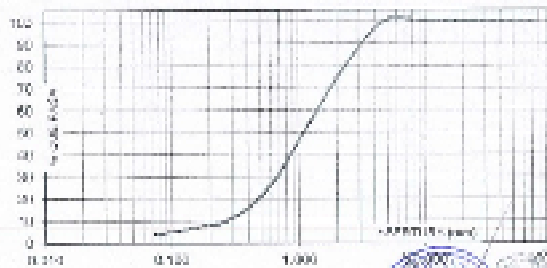
SOLICITA : Bvto. PEÑA HUACANCA Dionesita Adly.  
 TEMA : "Influencia en la Resistencia a la Compresión con la Sustitución del Cemento por Cenizas de la Planta de Maíz y Cáscara de Huevos en la Elaboración de Mortero"  
 URBAN : I. UARAZ  
 FICHA : 20/07/2020 CARTERA : TULLAN MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO ARENA (Kg)	2590
PESO ARENA LAVADA	2027,00
PESO PERDIDA POR LAVADO	563,00

TAMIZ	AREA (mm <sup>2</sup> )	PESO ARENA (g)	% RETENIDO PASAJAL	% RETENIDO ACUMULADO	Ø (mm) PASAJE
Nº 1	75 000	0,00	0,00	0,00	190,00
Nº 2,5	80 000	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº 5	80 000	0,00	0,00	0,00	150,00
Nº 10	38 000	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº 15	25 000	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº 20	15 000	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº 25	10 000	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº 30	7 000	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº 35	5 000	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº 40	3 500	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº 45	2 500	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº 50	1 800	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº 60	1 000	207,00	10,25	10,25	80,00
Nº 75	500	160,00	7,89	18,14	50,00
Nº 90	300	127,00	6,25	24,39	40,00
Nº 105	200	410,00	20,21	44,60	30,00
Nº 120	150	150,00	7,39	52,00	25,00
Nº 150	75	35,00	1,72	53,72	20,00
Nº 180	40	100,00	4,93	58,65	15,00
Nº 210	20	358,00	17,64	76,29	10,00
Nº 250	10	0,00	0,00	76,29	7,50
Nº 300	5	0,00	0,00	76,29	5,00

PARADO GRAFICO NOMINAL 4.5  
 NOMINAL DE FINCA 3.24  
 CALIDAD 3.56%

CURVA GRANULOMETRICA



LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y AGREGADOS  
 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 U.S.P. - UARAZ - TULLAN  
 Ing. JUAN ENRIQUE SANCHEZ MORALES  
 C.R.C. 70781

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO FINO**

**SOLICITA** : Bach. PEÑA HUACANCA Jhonatan Andy.  
**TESIS** : "Influencia en la Resistencia a la Compresión, con la Sustitución del Cemento por Cenizas de la Peca de Maíz y Casaca de Huevo, en la Elaboración de Mortero"  
**LUGAR** : HUARAZ  
**CANTERA** : TACLLAN  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO  
**FECHA** : 30/07/2020

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)  
 B : Peso de frasco+ agua  
 C= A + B : Peso frasco + agua +material  
 D : Peso de material+agua en el frasco  
 E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacío  
 F : Peso Material seco en horno  
 G= E- (A - F) : Volumen de masa

300.0		
679.0		
879.0		
866.3		
143.7		
296.3		
110.0		
1.25		
1.25		

ABSORCION (%) : ((A - F)/F)x100  
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E  
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E  
 P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

**PROMEDIO**

2.81		
2.84		
2.89		

**PROMEDIO**

P.e. Bulk (Base Seca)  
 P.e. Bulk (Base Saturada)  
 P.e. Aparente (Base Seca)

2.64		
2.64		
2.68		




UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO  
 DE HUARAZ  
 HUARAZ, PERÚ  
 Ing. Jhonatan Andy Peña Huacanca  
 DNI: 80701  
 JCFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**PESOS UNITARIOS**

**SOLICITA:** Doct. PEÑA HUACANCA, Alejandro Andy.  
**TESIS:** "Influencia en la Resistencia a la Compresión, con la Sustracción del Cemento por Carbono de la Pasta de Morto y Cascaría de Huevo, en la Elaboración de Mortero"  
**LUGAR:** HUARAZ  
**CANTERA:** TACILIAN  
**MATERIAL:** AGREGADO FINO  
**FECHA:** 30/07/2020

**PESO UNITARIO SUELTO**

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7790	7700	7770
Peso de molde	5420	5420	5420
Peso de muestra	4376	4360	4360
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1576	1571	1567
Peso unitario prom.	1571 Kg/m <sup>3</sup>		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8706	8120	8118
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4666	4700	4698
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1680	1693	1691
Peso unitario prom.	1689 Kg/m <sup>3</sup>		

LABORATORIO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERIA CIVIL  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HUARAZ  
 HUARAZ, PERÚ  
 01/08/2020

**CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2218-71**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PASTRERILLOS			
TÍTULO	"Influencia en la Resistencia de Compresión, con la Saturación del Cemento por Cascar de la Paja de Maíz y Cascar de Huevo, en la Resistencia de Mortero"		
AUTORA	Rocío PEÑA BUACANCA Alarcón Amely		
CENTRO	INGENIERÍA	PROYECTO	USP-1100040
PROFESOR	HUMAL	FECHA	2017/06/05
PROYECTO		CÓDIGO	
DATOS DE LA MUESTRA			
COLECCIÓN	:		
MUESTRA	: APOLEGADO FINO		
PROYECTO	:		
RESUMEN DE RESULTADOS			
GRANOS		W	S
PRUEBA FINO + 200 MESH	100	274.4	102.2
PRUEBA FINO + 40 MESH	100	274.4	71.2
PRUEBA DE AGUA	100	360.0	30.0
PRUEBA DE TORQUE	100	37.50	27.0
PRUEBA DE PLASTICIDAD	100	40.00	67.0
CONTENIDO DE HUMEDAD	100	50.0	5.0
HUMEDAD PROMEDIO			5.20



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN  
CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN  
Y URBANISMO  
ING. ROCÍO PEÑA BUACANCA  
C.I.P. 1700040

### Anexo 3. Diseño de mezcla para el cubo de mortero patrón y experimental

**DISEÑO DE MORTERO**

**ALUMNA:** María Piedad Huacacanga, alias María Andy  
**TESIS:** "Influencia en la Resistencia a la Compresión con la Sustitución del Cemento por Cenizas de la Banca de Maíz y Cenizas de Huevo, en la Elaboración de Mortero"  
**FECHA:** 20/07/2020

**CÁLCULO DE MATERIALES PARA PROPORCIONES Y VOLUMÉTRICAS**

**II PASO UNO**

Se trabajará con un porcentaje de 14% de agua, 30


**Tabla 1.0 : Proporción de materiales según norma**

proporción	relación w/c	Cantidad de materiales por m <sup>3</sup> de mortero		
		cemento (kg/m <sup>3</sup> )	arena (kg/m <sup>3</sup> )	agua (litros)
1.1	0.20	33.2	0.66	208
1.2	0.40	16.6	0.88	277
1.3	0.57	11.2	0.96	279
1.4	0.70	8.8	1	272
1.5	0.88	7.4	1.04	248
1.6	1	6.8	1.07	269
1.7	1.14	5.5	1.1	287
1.8	1.38	4.8	1.15	260

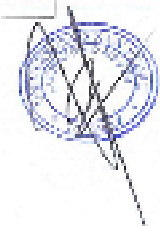
**III PASO DOS**

Se calcula el volumen de especímenes.

W	cm
L	cm
H	cm



volumen =	125	cm <sup>3</sup>
volumen =	11.81125	m <sup>3</sup>



**III PASO TRES**

calculo de cemento para el ensayo para un experimento

teniendo como referencia la tabla 3.0 se calcula para 1m<sup>3</sup>

m <sup>3</sup>		litro
1	0.000125	0.6
litro	0.001	litro

base sobre agua:

litro		kg
1	0.001	42.5
litro	0.047	kg
10% desperdicio	0.052	kg

**IV PASO CUATRO**

calculo de arena para el ensayo para un experimento

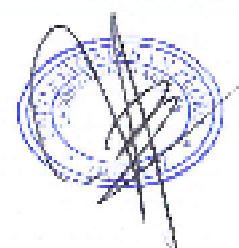
se calcula para 1m<sup>3</sup> ver la tabla 3.0

m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>
1	0.000125	1
litro	0.0001 m <sup>3</sup>	litro

para convertir en kg se utiliza el p.u.s. del agregado fino

por lo tanto:

P.U.S. =	1571	kg/m <sup>3</sup>
litro	0.160	kg
10% desperdicio	0.216	kg





**IV ULTIMO PASO**

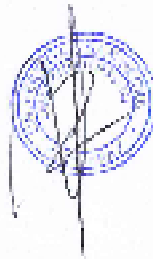
calculo de agua para la mezcla para la colocación

Del mismo modo de calculo para la b ver la tabla VII

W <sub>1</sub>	normalizado	W <sub>2</sub>
1	normalizado	200
0,000 75	normalizado	2
W <sub>3</sub>	0,054	10

**Resumen final de calculo de materiales**

	Valores Calculados	litros de agua	litros de cemento	litros de arena	litros de agua	litros
cemento:	0,047	0,000	0,052	36	1,072	kg
arena:	0,106	0,000	0,216	36	7,776	kg
agua:	0,054	0,000	0,007	36	1,348	lit



Anexo 4. Ensayo de resistencia a la compresión del cubo de mortero patrón y experimental

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

**SOLICITA:** Bach. PEÑA HILACIANDA, Rhonaimy Anely.

**TESIS:** "Influencia en la Resistencia a la Compresión, con la Sustitución del Cemento por Cenizas de la Puna de Muña y Cenizas de Huanu, en la Elaboración de Mortero"

**FECHA:** 22/07/2020

	TESTIGO	PROGRESIVA	SI LUMP	FECHA		EDAD	FC
Nº	ELEMENTO	KM.	CI	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm <sup>2</sup>
1	MORTERO PATRÓN	-	-	24/06/2020	27/06/2020	3	128.84
2	MORTERO PATRÓN	-	-	24/06/2020	27/06/2020	5	120.64
3	MORTERO PATRÓN	-	-	24/06/2020	27/06/2020	3	143.64
4	MORTERO PATRÓN	-	-	24/06/2020	1/07/2020	7	165.52
5	MORTERO PATRÓN	-	-	24/06/2020	1/07/2020	7	161.48
6	MORTERO PATRÓN	-	-	24/06/2020	1/07/2020	7	163.32
7	MORTERO PATRÓN	-	-	24/06/2020	22/07/2020	28	199.92
8	MORTERO PATRÓN	-	-	24/06/2020	22/07/2020	28	191.56
9	MORTERO PATRÓN	-	-	24/06/2020	22/07/2020	28	196.92

**ESPECIFICACIONES:** El ensayo responde a la norma ASTM c-39

**CONSERVACIÓN:** Los testigos fueron elaborados y trididos a este laboratorio por el interesado



Ing. José Antonio Sandoval Morales  
CNP: 70781  
JEFE

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

**SOLICITA:** Bach. PEÑA HUACANCA Jhonatan Andy.

**TESIS:** "Influencia en la Resistencia a la Compresion, con la Sstitucion del Cemento por Cenizas de la Panca de Maíz y Cascara de Huevo, en la Elaboracion de Mortero"

**FECHA:** 22/07/2020

	SUTITUCION	PROGRESIVA	SLUMP	FECHA		EDAD	FC
Nº	ELEMENTO	KM.	["]	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2
1	MORTERO CON 15% CENIZA			24/06/2020	27/06/2020	3	127.00
2	MORTERO CON 15% CENIZA	-	-	24/06/2020	27/06/2020	3	126.24
3	MORTERO CON 15% CENIZA	-	-	24/06/2020	27/06/2020	3	128.84
4	MORTERO CON 15% CENIZA	-	-	24/06/2020	1/07/2020	7	163.04
5	MORTERO CON 15% CENIZA	-	-	24/06/2020	1/07/2020	7	160.68
6	MORTERO CON 15% CENIZA			24/06/2020	1/07/2020	7	163.28
7	MORTERO CON 15% CENIZA			24/06/2020	22/07/2020	28	192.12
8	MORTERO CON 15% CENIZA			24/06/2020	22/07/2020	28	193.92
9	MORTERO CON 15% CENIZA	-	-	24/06/2020	22/07/2020	28	195.12

**ESPECIFICACIONES:**  
**OBSERVACIONES:**

El ensayo responde a la norma ASTM c-39  
Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado


  
 Ing. Jesús Ernesto Salgado Alvarado  
 CIP: 70761  
 JEFE

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA: Bach. PEÑA IIIACANCA Jonathan Andy.

TEMAS : "Influencia en la Resistencia a la Compresion, con la Sustitucion del Cemento por Cenizas de la Panza de Muña y Cresoma de Huancu, en la Elaboracion de Mortero"

FECHA : 22/07/2020

	SUSTITUCION	PROPORCION	SLUMP	FECHA		EDAD	FC
Nº	ELEMENTO	KM.	(%)	VOLVEDO	NOTURA	DIAS	Kg/cm2
1	MORTERO CON 10% CENIZA			24/06/2020	27/06/2020	5	129.36
2	MORTERO CON 20% CENIZA	-	-	24/06/2020	27/06/2020	5	128.84
3	MORTERO CON 30% CENIZA		-	24/06/2020	27/06/2020	5	130.96
4	MORTERO CON 50% CENIZA		-	24/06/2020	1/07/2020	7	162.88
5	MORTERO CON 40% CENIZA		-	24/06/2020	1/07/2020	7	161.06
6	MORTERO CON 30% CENIZA			24/06/2020	1/07/2020	7	163.24
7	MORTERO CON 20% CENIZA			24/06/2020	22/07/2020	28	195.84
8	MORTERO CON 30% CENIZA			24/06/2020	22/07/2020	28	193.52
9	MORTERO CON 50% CENIZA	-	-	24/06/2020	22/07/2020	28	197.76

ESPECIFICACIONES:  
OBSERVACIONES:

El ensayo responde a la norma ASTM C-39  
Los frangos fueron elaborados y frutados a este laboratorio por el interesado


  
 Ing. Jesús Amado Sotelo Morales  
 CIP: 70751  
 JEFE

Anexo 5. Matriz para las resistencias a la compresión de los cubos de mortero patrón y experimental

Tabla 11. Resistencia a la compresión promedio de los cubos de mortero patrón y experimental

Tiempo de curado (Días) (*)	Sustitución de cemento por ceniza de hoja de pino (**)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
1	1	128,84
1	1	129,64
1	1	131,64
1	2	127,00
1	2	126,24
1	2	128,84
1	3	129,36
1	3	128,84
1	3	126,96
2	1	165,32
2	1	161,48
2	1	163,32
2	2	163,04
2	2	160,68
2	2	163,28
2	3	162,68
2	3	161,08
2	3	163,24
3	1	193,92
3	1	191,56
3	1	196,92
3	2	192,12
3	2	193,32
3	2	195,12
3	3	195,84
3	3	192,52
3	3	197,76

(\*) Para el tiempo de curado. 1 es 7 días, 2 es 14 días y 3 es 28 días.

(\*\*)Para la sustitución de cemento por la combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo.

1 es 0%, 2 es 15% (3,75%CPM+11,25CH) y 3 es 30% (7,50%CPM+22,50%CH)

Fuente: Elaboración propia, basado en la tabla 5.

Anexo 6. Análisis estadístico para la resistencia a la compresión del cubo de mortero patrón y experimental

Tabla 12. Factores inter – sujeto

		Bloque/factor	N
Tiempo de curado	1,00	3 Días	9
	2,00	7 Días	9
	3,00	28 Días	9
Sustitución de cemento por PEAD	1,00	0%	9
	2,00	15%	9
	3,00	30%	9

Fuente: SPSS v.25

Tabla 13. Estadísticos descriptivos para los bloques y factores

Tiempo de curado	Sustitución de cemento por combinación de ceniza de panca de maíz y cascara de huevo	Media	Desv. Desviación	N
3 Días	0%	130,0400	1,44222	3
	15%	127,3600	1,33686	3
	30%	128,3867	1,26259	3
	Total	128,5956	1,65426	9
7 Días	0%	163,3733	1,92056	3
	15%	162,3333	1,43685	3
	30%	162,3333	1,12095	3
	Total	162,6800	1,42225	9
28 Días	0%	194,1333	2,68636	3
	15%	193,5200	1,50997	3
	30%	195,3733	2,65099	3
	Total	194,3422	2,19081	9
Total	0%	162,5156	27,81909	9
	15%	161,0711	28,69048	9
	30%	162,0311	29,04950	9
	Total	161,8726	27,41215	27

Fuente: SPSS v.25

Tabla 14. Pruebas de efectos inter – sujetos

Método	(I) Cemento por la combinación de ceniza de maíz y cascara de huevo	(J) Cemento por la combinación de ceniza de maíz y cascara de huevo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
						Límite inferior	Límite superior	
HSD Tukey	0%	15%	1,4444	,84613	,230	-,7150	3,6039	
		30%	,4844	,84613	,836	-1,6750	2,6439	
	15%	0%	-1,4444	,84613	,230	-3,6039	,7150	
		30%	-,9600	,84613	,506	-3,1195	1,1995	
	30%	0%	-,4844	,84613	,836	-2,6439	1,6750	
		15%	,9600	,84613	,506	-1,1995	3,1195	
	DMS	0%	15%	1,4444	,84613	,105	-,3332	3,2221
			30%	,4844	,84613	,574	-1,2932	2,2621
		15%	0%	-1,4444	,84613	,105	-3,2221	,3332
			30%	-,9600	,84613	,271	-2,7376	,8176
		30%	0%	-,4844	,84613	,574	-2,2621	1,2932
			15%	,9600	,84613	,271	-,8176	2,7376
Bonferroni		0%	15%	1,4444	,84613	,315	-,7886	3,6775
			30%	,4844	,84613	1,000	-1,7486	2,7175
		15%	0%	-1,4444	,84613	,315	-3,6775	,7886
			30%	-,9600	,84613	,814	-3,1931	1,2731
		30%	0%	-,4844	,84613	1,000	-2,7175	1,7486
			15%	,9600	,84613	,814	-1,2731	3,1931

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 3.222

Fuente: SPSS v. 25.

Anexo 7. Proceso de recolección y tratamiento de la panca de maíz y cascara de huevo



Figura 3. Extracción de la materia prima, panca de maíz



Figura 4. Recolección de la cascara de huevo





Figura 5. Recolección y pre quemado de la panca de maíz en la provincia de Carhuaz – Áncash

Anexo 8. Proceso de recolección y tratamiento de los agregados de la cantera Tacllan



Figura 6. Cantera Tacllan – Huaraz, donde se extrajo los agregados para el proyecto

Anexo 9. Proceso de elaboración de cubo de mortero patrón y experimental



Figura 7. Pasando la malla 200 el agregado fino



Figura 8. Cálculo de agua para diseño



Figura 9. Molde de metal de 5x5cm para el mortero



Figura 10. Pasando la malla N° 200 cenizas





Figura 11. Ceniza de PM Y CH para el laboratorio



Figura 12. Espécimen moldeado para curado

Anexo 10. Prueba de rotura para la resistencia de los cubos de mortero patrón y experimental a las edades 3, 7 y 28 días.



Figura 13. Cubos de mortero listo para curar



Figura 14. Morteros en cubos

## Anexo 11. Conceptuación y operacionalización de las variables

Tabla 15. Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacionalización	Dimensiones	Indicadores
Combinación de las Cenizas de la panca de maíz y cascara de huevo	Según Caro (2018), afirmo que existe una relación química de las cenizas con los componentes del cemento, dentro de los cuales menciona a los dos silicatos de calcio (C <sub>3</sub> S y C <sub>2</sub> S), las cuales reemplaza a las puzolanas en la mezcla de un concreto.	Este proceso, se realiza a través de etapas secuenciales en las cuales se adicionará las combinaciones de las cenizas de la panca de maíz y cascara de huevo, en porcentajes de 15% (3,75% de ceniza de panca de maíz más 11,25% de ceniza de cascara de huevo) y 30% (7,5% de ceniza de panca de maíz más 22,5% de ceniza de cáscara de huevo) de cenizas para el objetivo de aumentar la resistencia a compresión del mortero.	Propiedades físicas	Granulometría
				Gravedad específica
Resistencia del mortero	Según Juárez (2005), es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.	Se realizará la medición de la resistencia a la compresión de un cubo de mortero, esto se realizará a los 3 días, 7 días y 28 días de vida del cubo experimental y patrón.	Propiedades mecánicas	Absorción
				Humedad
				Resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración propia