

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Resistencia a la compresión en mortero sustituyendo 7% de  
cemento por cenizas de tallo de maíz y adicionando 3% de agua  
de penca azul

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Marín Vásquez, Alexayder

Asesor:

Castañeda Gamboa Rogelio

Chimbote – Perú

2018

## **PALABRA CLAVE**

---

<b>TEMA</b>	<b>Resistencia a la compresión en mortero, ceniza, tallo de maíz, agua de penca azul</b>
<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>tecnología del concreto</b>

---

## **KEY WORDS**

---

<b>TOPIC</b>	<b>resistance to la compression in mortar, ash, corn stalk, blue penca water</b>
<b>SPECIALIZATION</b>	<b>concrete technology</b>

---

## **LINEA DE INVESTIGACION**

---

<b>SEGÚN</b>	<b>LINEA</b>			
<b>OCDE</b>	<b>Ingeniería y tecnología</b>	<b>Ingeniería Civil</b>	<b>Ingeniería de la construcción</b>	<b>Materiales de la construcción</b>

---

## **TITULO**

Resistencia a la compresión en mortero sustituyendo 7% de cemento por cenizas de tallo de maíz y adicionando 3% de agua de penca azul

## **RESUMEN**

El proyecto de investigación fue realizado con el fin de experimentar el comportamiento de las cenizas del tallo de maíz (Sea mays) y la adición del agua de penca azul (Agave) en reemplazo del cemento en mortero, para determinar su característica de compresión.

Su importancia del uso de tallo de maíz, sus cenizas tienen actividad puzolánica, debido al alto contenido de calcio, y es accesible ya que estos son desechos agrícolas.

La preparación de la muestra experimental se realizó sustituyendo a los morteros 7% de cemento por cenizas de tallo de maíz (Sea mays) y adicionando 3% de agua de penca azul, y la evaluación de sus propiedades se realizó conforme se indica en las normas ASTM, NTP

## **ABSTRACT**

The research project was carried out in order to experience the behavior of corn stem ash (Sea mays) and the addition of blue stalk water (Agave) in replacement of cement in mortar to determine its compression characteristic.

Its importance of the use of corn stem, its ashes have pozzolanic activity, due to the high content of calcium, and it is accessible since these are agricultural waste.

The experimental sample was prepared by replacing the cement mortars with 7% cement by corn stem (Sea mays) and adding 3% of blue stalk water, and the evaluation of its properties was carried out as indicated in the ASTM standards, NTP

## INDICE

PALABRA CLAVE	i
TITULO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INDICE	v
INTRODUCCION	1
METODOLOGIA	23
ANALISIS Y DISCUSIÓN	43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	48
AGRADECIMIENTO	49
ANEXOS Y APÉNDICE	51

### Lista de tablas:

Tabla 01: Procedimiento para obtener Muestra	12
Tabla 02: Tolerancia Permisible para Tiempo de Ensayo	14
Tabla 03: Componentes principales del cemento portland tipo I	16
Tabla 04: Composición Química del Cemento Pacasmayo Tipo I	17

Tabla 05: Composición Química del Agua.	22
Tabla 06: Diseño Experimental en Bloque Completo al Azar.	23
Tabla 07: Técnicas de Recolección de la Información.	25
Tabla n° 08: Composición química del Cemento Tipo I	28
Tabla n° 09: Composición química de las cenizas de tallo de maíz	29
Tabla n° 10: Composición química de agua de penca azul	30
Tabla n° 11: Composición química de cenizas de tallo de maíz (EDS)	32
Tabla n° 12: Composición química de cenizas de tallo de maíz como Óxidos	33
Tabla n° 13: Composición química de agua de penca azul	34
Tabla n° 14: Composición química de agua de penca azul (EDS)	35
Tabla n° 15: Gradación del Agregado Fino	36
Tabla n°16: Resistencia a la Compresión del Mortero Patrón a los 3 días	36
Tabla n°17: Resistencia a la Compresión del Mortero Patrón a los 7 días	37
Tabla n°18: Resistencia a la Compresión del Mortero Patrón a los 28 días	37
Tabla n°19: Resistencia a la Compresión del Mortero Patrón a los 3,7 y 28 días	38
Tabla n°20: Resistencia a la Compresión del Mortero Experimental a los 3 días	39
Tabla n°21: Resistencia a la Compresión del Mortero Experimental a los 7 días	39
Tabla n°22: Resistencia a la Compresión del Mortero Experimental a los 28 días	40
Tabla n°23: Resistencia a la Compresión del Mortero Experimental a los 3,7 y 28 días	41
Tabla n°24: Resistencia a la Compresión axial promedio alcanzada de cada diseño	42
Tabla n°25: Gradación del Agregado Fino Cantera Vesique – Chimbote	45

Lista de gráficos:

Grafico n°01: Composición Química del Cemento.	28
Grafico n°02: Composición Química de las cenizas de tallo de maíz Rayos X	30
Grafico n°03: Composición Química de agua de penca azul	31
Grafico n°04: Composición Química de cenizas de tallo de maíz	32
Grafico n°05: Composición Química de cenizas de tallo de maíz	33
Grafico n°06: Composición Química de cenizas de agua de penca azul	34
Grafico n°07: Composición Química de agua de penca azul (EDS)	35
Grafico n° 08: Resistencia a la Compresión del Mortero Patrón kg/cm <sup>2</sup>	38
Grafico n° 09: Resistencia a la Compresión del Mortero Experimental kg/cm <sup>2</sup>	41
Grafico n° 10: Resistencia alcanzada de cada diseño de mezclas a los 3, 7 y 28 días	42

## INTRODUCCION

El estudio del maíz y penca azul, en cierta forma no está muy difundida en nuestro medio, por lo que el objetivo fundamental de esta investigación es dar a conocer las bondades que alcanza el concreto al usar este material adecuadamente, es indiscutible reconocer que existen estudios acerca de los diferentes tipos de sustituciones al cemento en nuestra zona, pero lo que no es muy difundido es cómo influye las cenizas del maíz y el agua de penca azul en la resistencia a la compresión del mortero, es labor de los investigadores universitarios satisfacer la poca información que se logra en la investigación.

De los antecedentes encontrados se ha realizado los trabajos más relevantes a esta investigación como el de A.S. Castro – Díaz y J. A. Guerrero – Beltrán. (2013) El agave es una planta nativa de Mexico, monocarpica, ya que florece una vez en su vida y posteriormente muere. El agave, comúnmente conocido como maguey, ha brindado un innumerable de beneficios y productos al hombre. El objetivo de este artículo es mostrar la importancia del agave, así como la de los productos que a partir de él se obtienen, algunos de los cuales son reconocidos internacionalmente.

Por otro lado, en la investigación de Lappe - Oliveras, Moreno - Terrazas, Arrison – Gabiño y Herrera – Suarez, (2008). Es originario de Mexico; se encuentra desde 34° latitud norte, hasta 60° latitud sur (García – Herrera, Méndez – Gallegos y Talavera – Magaña, 2010). Esto hace que en Mexico se encuentre el 75% de especies de agave que crecen en el continente americano, un 55% de las cuales son endémicas.

El maguey es una planta monocarpica, ya que florece una sola vez en su vida y posteriormente muere. La forma que adquiere con sus hojas (pencas) es como una roseta; sus pencas son verdes, son gruesas y carnosas, y terminan con una punta afilada. Debido a su estructura e interacción con el medio, esta planta puede adaptarse a condiciones muy adversas como cerros pedregosos y laderas o montañas de gran altitud (García – Herrera et

al, 2010), así como a llanos y lugares planos. Los climas que más le favorecen son el árido y el semiárido; es característico encontrar agaves en estas zonas.

Según la investigación de, Fernández (2009). En su tesis titulada: “Evaluación de concretos puzolánica elaborados con contenido ceniza de hoja de maíz para uso estructural” tuvo como conclusiones lo siguiente:

Se pudo verificar por medios de ensayos de laboratorio realizados en esta investigación que la ceniza de hoja de maíz puede ser utilizada como sustituto parcial del cemento Portland en mezclas de concreto con fines estructurales. Sin embargo, es apropiado realizar una mayor cantidad de ensayos para dar certificación a su aplicación.

El porcentaje óptimo de sustitución de cemento por ceniza de hoja de maíz es de 10 %, debido a que con el mismo se obtuvo un incremento en la resistencia compresión de 1,10 % en función de la mezcla patrón.

En la siguiente investigación de María, Guerrero, B. (1984), indica que, las cenizas volantes en el hormigón han sido estudiados en numerosas investigaciones, sea como reemplazo de parte del cemento portland, sea simplemente como adición en el hormigón en estudios, se ha comprobado que cuando se emplean las cenizas volantes en porcentaje de 10 a 30 % de reemplazo, el agua necesaria para mezclado por unidad de volumen del hormigón generalmente no aumenta y a veces puede ser reducida; que la resistencia en las primeras edades, hasta los 28 días disminuye, pero en edades posteriores puede ser igual o mayor que el hormigón normal.

Así mismo se realizó la investigación de Víctor, Yepes (2012), en su tesis “Caracterización química y reactividad de la ceniza de caña común y planta de maíz, para su uso como adición puzolánica en morteros y hormigones” nos indica que, significa una reducción en la huella de carbono que conlleva el proceso de fabricación del cemento portland y, por tanto, del hormigón. En Valencia las cenizas generadas por la cascarilla del arroz, en muchos países latinoamericanos los residuos procedentes de la planta de maíz o los de la caña común

procedentes de la limpieza de márgenes, cauces de río y acequias de riego, suponen ejemplos donde el aprovechamiento pueden ser una buena fuente de adiciones puzolánica. Esto servirá de punto de partida para la utilización de la ceniza de maíz y de la caña común como sustitutos de una parte del cemento en morteros, si bien los resultados son prometedores, aún faltan futuras investigaciones que expliquen la influencia de la calidad del terreno y elaboración de más pruebas en dosificaciones.

De los antecedentes encontrados según, Águila y sosa (2008). En su investigación “Evaluación físico química de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánica” indican que cuando se sustituye las cenizas de hoja de maíz solo se experimenta el incremento de la resistencia en un 10% a los 28 días, por lo tanto, señalan que el material estudiado posee el potencial necesario para ser empleado en la elaboración de morteros y concretos.

Se puede apreciar en su investigación que mientras más porcentaje de cenizas se agrega, la resistencia a compresión a 7 y 28 días disminuye a comparación del mortero patrón.

Por lo tanto, Sibaja, R. (2015). En su investigación” Propiedades fisicoquímicas y funcionales de las gomas de acacia horrida y acacia farnesiana”. Los exudados de origen vegetal reciben el nombre de resinas y gomas; las resinas presentan una composición química predominante de terpenos, son insolubles en agua, pero solubles en aceite, hidrocarburos, éter y alcohol. Las gomas son solubles en agua e insolubles en aceites o disolventes orgánicos tales como hidrocarburos, éter y alcohol (Coppen, 1995). Las gomas son producidas en las ramas, troncos de árboles y frutos, como respuesta al daño mecánico o invasión microbiana (gomosis) e incluso puede estar asociada a adaptaciones climatológicas (Simas-Tosin et al., 2010). Las gomas son moléculas de alto peso molecular, se componen principalmente de pectinas, polisacáridos y proteínas, dichas moléculas les confieren propiedades funcionales como actividad coloidal, espesantes, emulsionantes, estabilizantes, encapsulantes e incluso la capacidad de producir geles, que al mezclarse con

agua caliente o fría producen soluciones viscosas (Beneke, Viljoen, & Hamman, 2009; Pasquel, 2001).

Sabiendo que el cemento es el material más costoso (transporte, energía eléctrica, etc.) y el más usado en la industria de la construcción; proponemos una nueva opción empleando las cenizas del tallo de maíz como sustituto en reemplazo de un porcentaje del peso del cemento. Así estaremos disminuyendo su alto costo.

Por tal motivo, y de acuerdo con las necesidades específicas requeridas, se hace indispensable el estudio de las características principales del mortero cuando se les añaden las cenizas del tallo de maíz, y cómo podría influir éste a la mezcla, así como también el 3 % de agua de penca azul en cuanto a la trabajabilidad, resistencia, durabilidad y uso en la construcción.

La gran cantidad y calidad de las cenizas del tallo de maíz y el agua de la penca azul permitiría aprovecharlas en la industria de la construcción.

Al ser investigado las problemáticas estructurales y medio-ambientales generales existentes en nuestra localidad, en búsqueda de la solución más factible, se logró investigar que el tallo del maíz es desechado de manera improductiva, desperdiciando sus propiedades y desconociendo los múltiples usos que se puede dar a esta biomasa. Mediante el análisis de cómo se llevan los procesos con respecto al tallo del maíz, surgieron muchos cuestionamientos, los cuales llevaron a analizar una considerable cantidad de alternativas en posibles soluciones sobre cómo aprovechar la materia prima.

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es la resistencia a compresión de un mortero cuando se sustituye el cemento en un 7% por cenizas del tallo de maíz y adicionando 3 % de agua de penca azul?

**Operacionalización de variable:**

**Variable Dependiente:** “Resistencia a la Compresión del Mortero”

VARIABLE	DEFINICION		INDICADOR
	CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	
<b>Resistencia a la compresión del mortero</b>	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E. 2005).	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un de mortero bajo una carga capaz de cumplir con las condiciones indicadas en la norma N.T.P.	Kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

**variable independiente:**

Sustitución 7 % de Cemento Por Ceniza de Tallo de Maíz y Adicionando 3 % de Agua de Penca Azul

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
----------	------------------------	-----------

Sustitución de 7 % de cemento por cenizas de tallo de maíz y adicionando 3 % agua de penca azul.	Es la sustitución del 7% de cemento por la combinación de ceniza de tallo de maíz y adicionando 3% de agua de penca azul en el diseño del mortero.	Porcentaje  (%)
--	---	-----------------------

**Fuente:** Elaboración propia

En la presente tesis se formuló la siguiente hipótesis, Cuando se sustituye un 7 % de cemento por cenizas del tallo de maíz y se adiciona 3 % de agua de penca azul, se mejoraría la resistencia a la compresión de un mortero.

Objetivo General es: Determinar la resistencia a la compresión de un mortero cuando se sustituye un 7 % de cemento por las cenizas de tallo del maíz y adicionando 3 % de agua de penca azul. Y como objetivos específicos tenemos:

Determinar la temperatura y tiempo óptimo de calcinación del material mediante el ensayo de Análisis Térmico Diferencial.

Activar térmicamente los precursores puzolánico y determinar la composición química mediante la fluorescencia de rayos x del tallo de maíz.

Determinar el grado de alcalinidad (PH) de la ceniza del tallo del maíz y la mezcla 7%, agregar el agua de la penca azul.

Determinar y comparar la resistencia a la compresión de los morteros con 0% Y 7% de sustitución al cemento con cenizas del tallo de maíz y la adición de 3% de agua de penca azul a los 3,7 y 28 días de curado.

**Definición del mortero:**

Los morteros son mezclas plásticas aglomerantes, que resultan de combinar arena y agua con un aglutinante tal como el cemento Portland y otros. Generalmente se utiliza para obras de albañilería, como material de agarre, revestimiento de paredes, entre otras. Los morteros de cal son aquellos que están fabricados con cal, arena y agua. La cal puede ser aérea o hidráulica. Este tipo de morteros no se caracterizan por su gran resistencia, sino por su plasticidad, color, y porque se trabaja con facilidad. Por su parte, El mortero de cemento Portland es un mortero en el que se utiliza cemento como conglomerante. Los morteros pobres o ásperos, son aquellos que tienen poca cantidad de cemento, siendo muy difíciles de trabajar. Por otro lado, los morteros que tienen gran cantidad de cemento se retraen y producen fisuras, además de ser de mayor costo. Estos factores hacen necesario buscar una dosificación adecuada. La falta de trabajabilidad de los morteros puede corregirse añadiendo aditivos que sean plastificantes. También pueden mejorarse con la adición de otro tipo de materiales más corrientes, como es el caso de la cal, o modificando la dosificación del mortero (Calvo, 2001).

MORTERO= CEMENTO PORTLAND + AGREGADOS + AIRE + AGUA

**Características del Mortero y sus Estados****Flexión:**

La probeta se apoyará en una de las caras laterales del moldaje, sobre los rodillos de apoyo de la máquina de flexión. La carga se aplicará a través del rodillo superior con una velocidad de carga de  $5 \pm 1$  kg/seg. Los trozos de las probetas rotas a flexión, se conservarán húmedos hasta el momento en que cada uno de ellos se someta al ensayo de compresión.

**Compresión:**

Cada trozo obtenido del ensayo a flexión se ensayará a la compresión, en una sección de 50 x 50 mm, aplicándose la carga a las dos caras provenientes de las laterales del moldaje, colocándose entre las placas de la máquina de compresión. La velocidad de carga será tal que la presión sobre la probeta aumente entre 10 y 20 kg/cm<sup>2</sup>/seg. Hasta la mitad de la carga de ruptura, la carga podrá aumentar a mayor velocidad, pero en todo caso la duración de cada ensayo será menor o igual en 10 segundos.

#### **Cálculos:**

La resistencia se expresará en kg/cm<sup>2</sup> y calculados para la flexión según  $0.234P$  o  $0.250P$ , dependiendo de la distancia entre los apoyos según sea 100 mm o 106,7 mm, siendo P, la carga total de ruptura expresada en kg. Las resistencias se determinan en 4 probetas como mínimo para cada edad para el ensayo de flexión y sus correspondientes 6 probetas para el ensayo de compresión. Se deben ensayar en cada fecha probetas de distintos moldes. La resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión del mortero será la media aritmética de los resultados de todos los ensayos realizados en cada fecha.

#### **Adherencia:**

Se manifiesta mediante la unión mecánica que debe existir entre el mortero y la unidad de mampostería. El grado de adherencia de un mortero contribuye a incrementar la capacidad del sistema para soportar los esfuerzos de tensión y cortante que generan las cargas. La plasticidad, la manejabilidad y la capacidad de retener agua en un mortero influyen de manera importante en la adherencia final que tendrá el mortero con las superficies de las unidades de mampostería.

#### **Retención de agua:**

Por lo general, el mortero se coloca entre unidades de mampostería que le absorben agua, tan pronto como el mortero tiene contacto con sus superficies, por lo tanto, se vuelve indispensable que el mortero conserve suficiente cantidad de agua que le permita la hidratación de sus cementantes y alcanzar así su resistencia especificada a pesar de la absorción natural que las unidades de mampostería ejercen sobre él.

**Manejabilidad:**

Es una combinación de varias propiedades, entre las que se incluye la plasticidad, la consistencia, la cohesión, y por supuesto la adhesión. La manejabilidad del mortero está directamente relacionada al contenido de agua en la mezcla, y es un factor esencial en el ensamble de los componentes de la mampostería, ya que además facilita el alineamiento vertical de las unidades de mampostería en cada una de las hiladas.

**Durabilidad:**

Es una condición que debe cumplir el mortero, debe ser capaz de resistir la exposición al medio ambiente sin manifestar algún deterioro físico interno a edades tempranas. La durabilidad de un mortero contribuye a mantener la integridad de las estructuras de mampostería con el paso del tiempo, sobre todo en estructuras que están en contacto permanente con el suelo o la humedad y sometidos a ciclos de hielo y deshielo; donde el acoplamiento de las unidades de mampostería a través de las juntas de mortero adquiere una mayor relevancia.

El añadir aire a la mezcla incrementa la capacidad para resistir el efecto que provocan éstos ciclos en sus juntas, mientras que, si se aumenta el contenido de agua, o bien, se emplean unidades demasiado absorbentes, se perjudica la durabilidad. La densidad y contenido de cemento en la mezcla influyen directamente en la durabilidad del mortero.

**Fluidez:**

En las construcciones de mampostería reforzada interiormente se requiere que el mortero o lechada que se coloca en el interior de las celdas de los muros o unidades de mampostería sea capaz de penetrar perfectamente en las cavidades donde se aloja el acero de refuerzo sin que se manifieste una segregación del mortero. El contenido de agua en la mezcla, así como la capacidad del mortero de retenerla son factores que influyen directamente en el comportamiento posterior de la estructura, ya que las superficies de las unidades de mampostería tienden a absorber una cantidad importante del agua de la mezcla, desvirtuando el grado de adherencia del mortero.

**Consistencia:**

Está definida por el agregado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada.

**Resistencia:**

La resistencia a la compresión de mortero de cemento Portland, se determina llevando a la rotura especímenes de 50mm de lado, preparados con mortero consistente de una parte de cemento y 2,75 partes de arena dosificado en masa.

La cantidad de agua de amasado para otros cementos, debe ser la que produzca una fluidez de 110+- 5% luego de 25golpes en 15 segundos en la mesa de flujo.

Los especímenes cúbicos de 50mm de lado, son compactados en dos capas por apisonado del compactador. Los cubos se curan un día en su molde e inmersos en agua de cal hasta su ensayo.

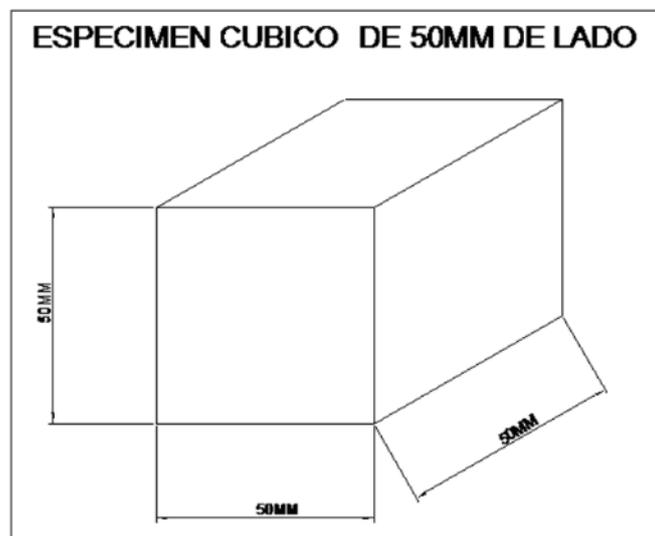
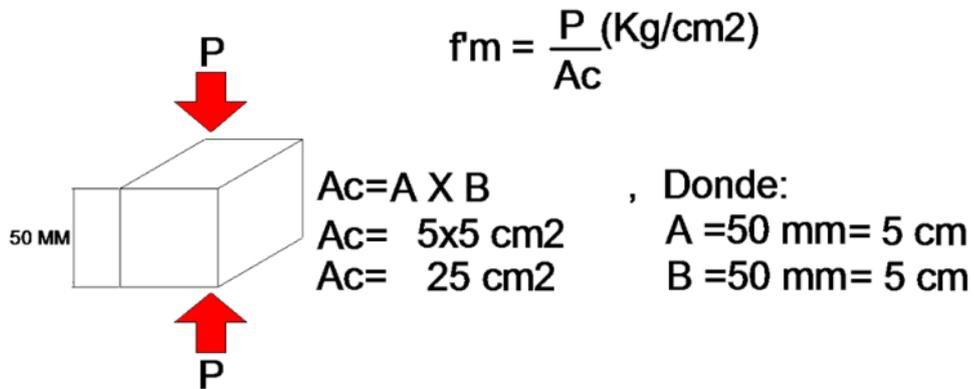
**Equipo en obra:**

Moldes cúbicos de bronce, cuyo lado es de 5cm (5cm x 5cm x 5cm).

Barra compactadora de madera lisa, de 15cm de largo, 1.25cm de ancho y 2.5cm de base. La barra será terminada en forma de plana.

Cuchara para el vaciado y plancha de albañilería.

Cinta transparente para el forrado del molde cubico.



**Procedimiento para obtener Muestra:**

Se vierte concreto a la mezcladora, con la espátula se arrastra hacia el fondo del recipiente el mortero adherido a las paredes y se hace girar la mezcladora durante 15s la velocidad media, (285+-10 revoluciones/min).

El mortero adherido en la paleta de mezclado se remueve al final del batido y se deposita en el recipiente.

El llenado de los compartimientos debe iniciarse antes de 150s, contados desde la terminación de la mezcla inicial del mortero. Para el ensayo de compresión debe hacerse un mínimo de 3 cubos.

El llenado de los compartimientos debe iniciarse antes de 150s, contados desde la terminación de la mezcla inicial del mortero. Para el ensayo de compresión debe hacerse un mínimo de 4 cubos.

En cada compartimiento se coloca una capa de mortero de 25mm y se apisonan con 32 golpes de compactador en unos 10s. Estos golpes se aplican sobre la superficie de la muestra, en 4 capas de 8 golpes adyacentes cada una, como se ilustra en la fig. 1. Los golpes de cada etapa deben darse siguiendo una dirección perpendicular a los de la anterior. La presión del compactador debe ser tal que se asegure el llenado uniforme de los compartimientos.

**Tabla 01:** Procedimiento para obtener Muestra

1	2	3	4
8	7	6	5

1<sup>ra</sup> y 3<sup>ra</sup> Etapas

4	5
3	6
2	7
1	8

2<sup>da</sup> y 4<sup>ta</sup> Etapas

**Fuente:** Elaboración Propia

Se deben completar las 4 etapas de compactación en cada compartimiento, antes de seguir con el siguiente. Una vez terminada la operación anterior en todos los compartimientos, se llena con una segunda capa y se apisonan como se hizo con la primera.

Durante la compactación de la segunda capa, al completar cada etapa y antes de iniciar la siguiente, se introduce en los compartimientos el mortero que se ha depositado en los bordes del molde, con ayuda de los dedos.

Al finalizar la compactación, las caras superiores de los cubos deben quedar un poco más altas que los bordes superiores del molde.

El mortero que se ha depositado en los bordes del molde debe verterse a los compartimientos con ayuda del badilejo.

La superficie de los cubos debe ser alisada con el lado plano del badilejo una vez en el sentido perpendicular a la longitud del mismo y otra en su sentido longitudinal. El mortero que sobresale de la cara superior del molde se quita con el badilejo sostenido casi perpendicularmente, con un movimiento de corte a lo largo de la longitud del molde.

#### **Almacenamiento de los cubos:**

Terminada la operación de llenado, el conjunto formado por los cubos, el molde y la placa, debe colocarse en la cámara húmeda de 20h a 24h con las caras superiores expuestas al aire, pero protegidas contra la eventual caída de gotas de agua.

Si los cubos se retiran de los moldes antes de 24h, deben dejarse en la cámara húmeda hasta que se complete este tiempo. Los cubos que no van a ser ensayados a las 24h deben sumergirse en agua dentro de tanques de almacenamiento contruidos de material no

corrosivo. El agua de almacenamiento debe cambiarse frecuentemente para que siempre este limpia.

**Determinación de la resistencia a la compresión:**

Ensayar los especímenes inmediatamente después de retirarlos de la cámara húmeda, en el caso de ensayarlos a 24h de edad, y del agua de almacenamiento, en los otros casos.

Todos los cubos deben ser probados dentro de las tolerancias especificadas en la tabla 2.

**Tabla 02:** Tolerancia Permisible para Tiempo de Ensayo

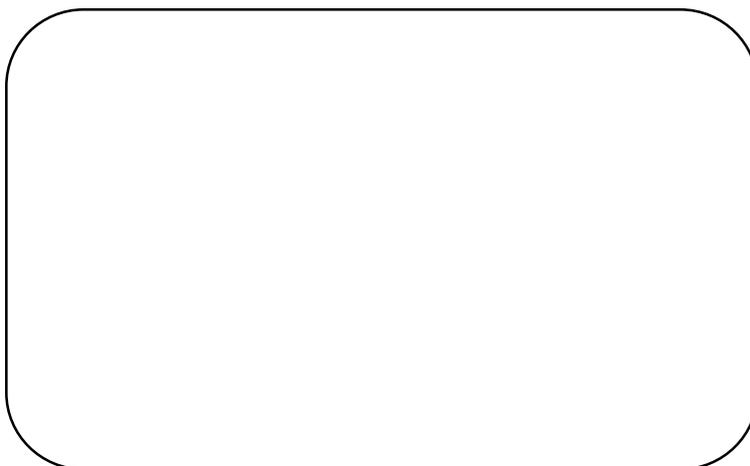
EDAD DEL CUBO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24 Horas	± ½ Hora
3 Días	± 1 Hora
7 Días	± 3 Horas
28 Días	± 12 Horas

**Fuente:** NTP 334.051 (2013)

Si se toma más de un espécimen al mismo tiempo de la cámara húmeda para el ensayo a 24h, estos se mantendrán cubiertos con un paño húmedo, hasta el momento del ensayo. Si se toma más de un espécimen al mismo tiempo del agua de almacenamiento, estos deberán conservarse en agua a 23 °C +- 1.7°C y a una profundidad suficiente para que cada muestra esté sumergida hasta el momento el ensayo.

**Expresión de resultados:**

Se debe anotar la carga máxima indicada por la máquina de ensayo en el momento de la rotura, y se debe calcular la resistencia a la compresión como sigue:



$$f_m = P/A$$

Donde:

$f_m$ : es la resistencia de la compresión en MPa:

$P$ : es la carga máxima total en N:

$A$ : es el área de superficie de carga en  $\text{mm}^2$

### **Factores que afectan la Resistencia:**

La relación agua- cemento (a/c). - Es el factor principal que influye en la resistencia del mortero. La relación a/c, afecta la resistencia a la compresión de los concretos con o sin aire incluido. La resistencia en ambos casos disminuye con el aumento de a/c.

El contenido de cemento. La resistencia disminuye conforme se reduce el contenido de cemento.

El tipo de cemento. La rapidez de desarrollo de resistencia varía para los concretos hechos con diferentes tipos de cemento.

Las condiciones de curado. Dado que las reacciones de hidratación del cemento sólo ocurren en presencia de una cantidad adecuada de agua, se debe mantener la humedad en el concreto durante el periodo de curado, para que pueda incrementarse su resistencia con el tiempo.

Cemento:

El cemento se obtiene de la pulverización del Clinker, el cual es producido por la calcinación hasta la fusión incipiente de materiales calcáreos y arcillosos.

Componentes químicos:

Silicato tricalcico, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.

Silicato dicalcico, el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.

Aluminato tricalcico, es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle y eso durante la fabricación del

**Cemento:**

Aluminio- ferrito tetracalcico, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.

Componentes menores: oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio.

Los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales en que intervienen son:

**Tabla 03:** Componentes principales del cemento portland tipo I

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

**Fuente:** Componentes químicos cemento Pacasmayo.

### Tipo de Cemento:

El cemento empleado para el presente proyecto de investigación fue el cemento Portland Tipo I.

**Tabla 04:** Composición Química del Cemento Pacasmayo Tipo I

Componentes	Cemento Pacasmayo Tipo I
Cal Combinada : CaO	62.5%
Sílice: $\text{SiO}_2$	21%
Aluminio: $\text{Al}_2\text{O}_3$	6.5%
Hierro : $\text{Fe}_2\text{O}_3$	2.5%
Óxido de Azufre: $\text{SO}_3$	2.0%
Cal Libre: CaO	0.0%
Magnesio: MgO	2.0%
Perdida al Fuego: P.F	2.0%
Residuo Insoluble: R.I	1.0%
Álcalis: $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	0.5%

**Fuente:** Enrique Pasquel

### Agregados:

Los agregados también llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto.

### Agregado Fino:

Se considera como agregados finos a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9.5mm (3/8”) y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037.

### **Módulo de Fineza:**

Es un índice aproximado del tamaño medio de los agregados. Cuando este índice es bajo quiere decir que el agregado es fino, cuando es alto es señal de lo contrario.

El módulo de fineza de un agregado se calcula sumando los porcentajes acumulativos retenidos en la serie de mallas estándar: 3”, 1 ½”, ¾”, 3/8”, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 y dividiendo entre 100.

Según la norma ASTM la arena debe tener un módulo de fineza no menor de 2.3 ni mayor que 3.1.

Módulos de fineza comprendidos entre 2.2 y 2.8 producen Concretos de buena Trabajabilidad y reducida segregación.

Módulos de fineza comprendidos entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para concretos de alta resistencia.

### **Tamaño Máximo de Agregados:**

El tamaño máximo del conjunto de agregados, está dado por la abertura en la malla inmediata superior a la que retiene el 15% o más, al cribar por ella el agregado más grueso.

### **Humedad Superficial de los Agregados:**

Contenido de Humedad (w)

El contenido de agua dentro de un agregado, expresado en porcentaje es por definición:

$$\% \text{ humedad} = \% w = (H-S)/S \times 100$$

Donde:

H = peso del agregado húmedo

S = peso del agregado en condición seca.

Absorción (a)

Es la cantidad de agua que un agregado necesita para pasar de la condición seca a la condición de saturado superficialmente se expresa generalmente en porcentaje.

$$\% \text{ absorción} = \% a = (D-S)/S \times 100$$

Donde:

D = peso del agregado saturado y superficialmente seco.

S = peso del agregado en condición seca

Humedad Superficial

La humedad superficial viene dada por la diferencia entre el contenido de humedad (%w) y el porcentaje de absorción (%a).

Casos que se presentan:

Si  $\%w > \%a$ , en este caso el agregado aporta agua a la mezcla (agua libre) y dicha cantidad debe ser disminuida del agua de diseño para encontrar el agua efectiva o neta.

Si  $\%w < \%a$ , en este caso el agregado tomará agua de la mezcla (agua que le falta) para llegar a la condición ideal, debiendo aumentarse dicha cantidad de agua a la mezcla para no modificar el agua de diseño.

**Maíz:**

El maíz es una planta originaria del continente americano, se desconoce exactamente su origen y el tiempo que lleva de existir, pero han establecido como posible lugar un pequeño valle del estado de Puebla México.

Se sabe que los habitantes nativos americanos lograron su evolución artificial mediante injertos.

El maíz es un alimento que contiene muchos carbohidratos y por su extrema adaptabilidad se ha convertido en el alimento de más producción a nivel mundial.

Es una semilla que comúnmente se denomina maíz, por ser una palabra de origen indígena pero su nombre científico es “*Zea mays L*”. Es cultivado ampliamente en todo el continente americano y es estados unidos quien tiene la producción más grande y lo ha industrializado en formas por diversas.

**Tallo:**

El tallo del maíz es del tipo del carrizo o del bambú, y es aprovechado como alimento para el ganado vacuno, como composta y como fibra para algunos productos industriales



### **Agua de Penca Azul (Agave):**

El Agave también es conocida con los nombres pita, maguey, cabuya, mezcal y fique, pertenece a la familia Agavácea; es una planta con hojas agrupadas en forma de rosetas, es oriundo del continente americano, con una distribución que se extiende desde el sur de Estados Unidos hasta Colombia y Venezuela, incluyendo todas las islas del Caribe, ha sido utilizado desde la antigüedad para satisfacer y complementar una serie de necesidades básicas: alimento, forraje, medicamento y construcción, entre otros.

El Agave es un cultivo de suma importancia a nivel agroindustrial, la mayor parte de las plantas se destinan para la obtención de bebidas alcohólicas con denominación de origen como el tequila y el mezcal, así también, una parte del agave cosechado se destina para la obtención de fibras. Tiene una gran cantidad de azúcares fermentables, los cuales se pueden utilizar para la producción de aditivos alimentarios como son los jarabes de fructosa o la inulina, así como la utilización de los jarabes de fructosa como mostos fermentables para la producción de aditivos alimentarios como el ácido láctico o la enzima transglutaminasa.



### **Agua Para Concreto:**

El agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y del desarrollo de sus propiedades (curado). Por lo tanto, debe cumplir con ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales si tienen ciertas sustancias que puedan dañar al concreto. Debe cumplir con las normas ASTM.

Está prohibido el uso de aguas ácidas, calcáreas, minerales ya sea carbonatadas o minerales; aguas provenientes de minas, aguas que contengan residuos industriales, agua con contenido de sulfatos mayores al 1%, aguas que contengan algas, materia orgánica, humus o descargas de desagües, agua que contenga azúcares o sus derivados. Igualmente, aquellas aguas que contengan porcentajes significativos de sales de sodio o de potasio disueltas, en todos aquellos casos en que la relación álcali – agregado es posible.

### Requisitos Para Agua de Mezcla – NTP 339.088

**Tabla 05:** Composición Química del Agua.

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE
Cloruros	300 ppm.
Sulfatos	300 ppm.
Sales de Magnesio	150 ppm.
Sales Solubles Totales	1500 ppm.
pH	Mayor de 7
Sólidos en Suspensión	1500 ppm.
Materia Orgánica	10 ppm

**Fuente:** Norma NTP 339.08.22

## **METODOLOGIA**

El tipo de investigación es aplicada, explicativa porque los resultados servirán para una buena solución de problemas relacionados a la construcción, y aplicada porque se evaluará la resistencia que se logra cuando se sustituye un porcentaje de cemento por cenizas de tallo de maíz y se adiciona agua de penca azul.

Es un diseño experimental porque es un proceso en el cual estudiaremos el diseño del mortero, el cual evaluaremos un nuevo diseño con la sustitución parcial de cenizas de tallo de maíz, el estudio es su mayor parte se encontrará en la prueba realizada en el laboratorio de suelos, donde el investigador estará en contacto con los ensayos a realizar obteniendo los resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos.

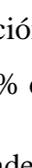
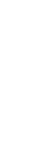
Siendo su diseño de investigación el siguiente:

### **Diseño de Bloque Completo al Azar:**

- Cenizas de tallo de maíz.
- Agua de penca azul.

**Tabla 06:** Diseño Experimental en Bloque Completo al Azar.

Fuente: Elaboración Propia

Días de Curado	Probetas de Mortero Sustituyendo 7% de Cemento por Cenizas de Tallo de Maíz y Adicionando 3% de Agua de Penca Azul	
	Sin Sustitución	Con Sustitución
3	0%	7% De ceniza de tallo de maíz + 3% De Agua de penca azul
		
		
7		
		
		
28		
		
		

Para esta investigación se ha tenido como población al conjunto de cubos de mortero con diseño capaz cumplir las condiciones de resistencias indicadas en el reglamento N.T.P.

Para este estudio se trabajó con una muestra de 18 cubos de morteros, 9 morteros sin sustitución y 9 morteros con sustitución del cemento por la combinación de ceniza del tallo de maíz en un 7 % y adicionando 3 % de agua de penca azul.

Para la elaboración de las unidades de estudio (morteros) se utilizaron las siguientes referencias:

Tallo de maíz y Agua de penca azul de “Bambamarca” – Cajamarca.

La arena para el diseño de morteros se ha comprado en la cantera “Vesique - Chimbote” (Agregado Fino).

El material se ha llevado en sacos de polietileno al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro (Chimbote).

Cemento Portland Tipo I marca “**Pacasmayo**”

### **Técnicas e Instrumentos de Investigación**

**Tabla 07:** Técnicas de Recolección de la Información.

<b>TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Observación Científica	- Guía de observación Resumen. Fichas Técnicas de laboratorio de las pruebas a realizar.

**Fuente:** Elaboración Propia.

Para esto se ha tenido como instrumento una guía de observación para registrar las resistencias de los cubos de mortero y fichas de laboratorio para los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión.

### **Proceso y Análisis de los Datos:**

La materia prima es propia de la zona, está ubicada en el caserío Tallamac Provincia de Hualgayoc – Bambamarca – Cajamarca.

### **Método Constructivo para la Elaboración de Cenizas de Tallo de Maíz y Extracción del Agua de Penca Azul:**

Analizar y seleccionar la zona de extracción de materia prima. (ver fotografía 1)

Recolectar el maíz con ayuda de machetes en un lugar adecuado. (ver fotografía 2)

Separar el tallo del maíz para un óptimo secado. (ver fotografía 6)

Dejar secar aproximadamente 8 días en lugar seco y bajo sombra. (ver fotografía 7)

Utilizar una bandeja de metal para calcinar el tallo de maíz, para así poder evitar el contacto de la ceniza con la superficie de la tierra. (ver fotografía 8)

Tamizar la ceniza para la separación de carbones. (ver fotografía 10)

Calcinar a una temperatura de 600°C de toda nuestra ceniza para activar puzolanicamente y eliminar restos inorgánicos, esta calcinación tiene que ser certificada por un laboratorio de prestigio. (ver fotografías 17 -18)

Tamizar por la malla 200. (ver fotografía 26)

Recolectar la hoja de la penca azul con la ayuda de machetes a un lugar adecuado. (ver fotografía 12).

Cortar en partes pequeñas para una mejor Trabajabilidad. (ver fotografía 13).

Colador para el colado del agua de penca azul. (ver fotografía 14).

En Chimbote se ha llevado los agregados de la cantera para iniciar los trabajos en el laboratorio de la Universidad San Pedro. (ver fotografía 21 - 22).

En estadística, el análisis de la varianza (ANOVA, ANalysis Of VAriance, según terminología inglesa) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados, en el cual la varianza está particionada en ciertos componentes debidos a diferentes variables explicativas. Las técnicas iniciales del análisis de varianza fueron desarrolladas por el estadístico y genetista R. A. Fisher en los años 1920 y 1930 y es algunas

veces conocido como "Anova de Fisher" o "análisis de varianza de Fisher", debido al uso de la distribución F de Fisher como parte del contraste de hipótesis.

### **Análisis de la Varianza:**

El análisis de la varianza (ANOVA) es una potente herramienta estadística, de gran utilidad tanto en la industria, para el control de procesos, como en el laboratorio de análisis, para el control de métodos analíticos. Los ejemplos de aplicación son múltiples, pudiéndose agrupar, según el objetivo que persiguen, en dos principalmente: la comparación de múltiples columnas de datos y la estimación de los componentes de variación de un proceso. Nos ocupamos en este artículo de la primera de ellas El ANOVA también puede utilizarse en situaciones donde ambas fuentes de variación son aleatorias. Un ejemplo sería el análisis de algún compuesto de un vino almacenado en un depósito. Supongamos que las muestras se toman aleatoriamente de diferentes partes del depósito y se realizan diversos análisis replicados. Aparte de la variación natural en la medida tendremos una variación en la composición del vino de las diferentes partes del depósito [Massart, 1997].

Cuando tengamos un factor, controlado o aleatorio, aparte del error propio de la medida, hablaremos del ANOVA de un factor. En el caso de que estuviésemos desarrollando un nuevo método colorimétrico y quisiéramos investigar la influencia de diversos factores independientes sobre la absorbancia, tales como la concentración de reactivo A y la temperatura a la que tiene lugar la reacción, entonces hablaríamos de un ANOVA de dos factores. En los casos donde tenemos dos o más factores que influyen, se realizan los experimentos para todas las combinaciones de los factores estudiados, seguido del ANOVA. Se puede deducir entonces si cada uno de los factores o una interacción entre ellos tienen influencia significativa en el resultado. Para utilizar el ANOVA de forma satisfactoria deben cumplirse tres tipos de hipótesis, aunque se aceptan ligeras desviaciones de las condiciones ideales:

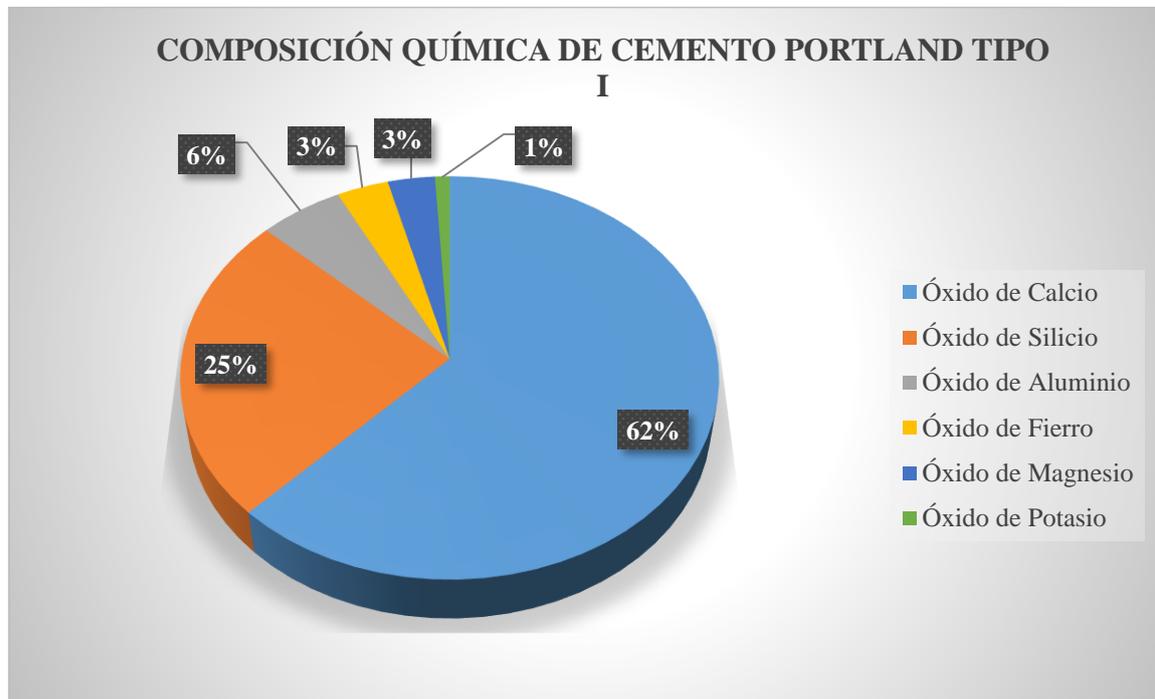
### **Composición Química de Cemento Portland Tipo I.**

**Tabla n° 08:** Composición química del Cemento Tipo I

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADO (%)	METODO UTILIZADO
Óxido de Calcio	62.30%	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Óxido de Silicio	24.70%	
Óxido de Aluminio	5.52%	
Óxido de Fierro	3.41%	
Óxido de Magnesio	3.10%	
Óxido de Potasio	0.97%	

**Fuente:** Tópico de Tecnología del Concreto (Enrique Pasquel Carbajal)

**Grafico n°01:** Composición Química del Cemento.



**Fuente:** Tópico de Tecnología del Concreto (Enrique Pasquel Carbajal)

**Espectrometría de Fluorescencia de Rayos x de las Ceniza de Tallo de Maíz  
Expresada Como Óxidos.**

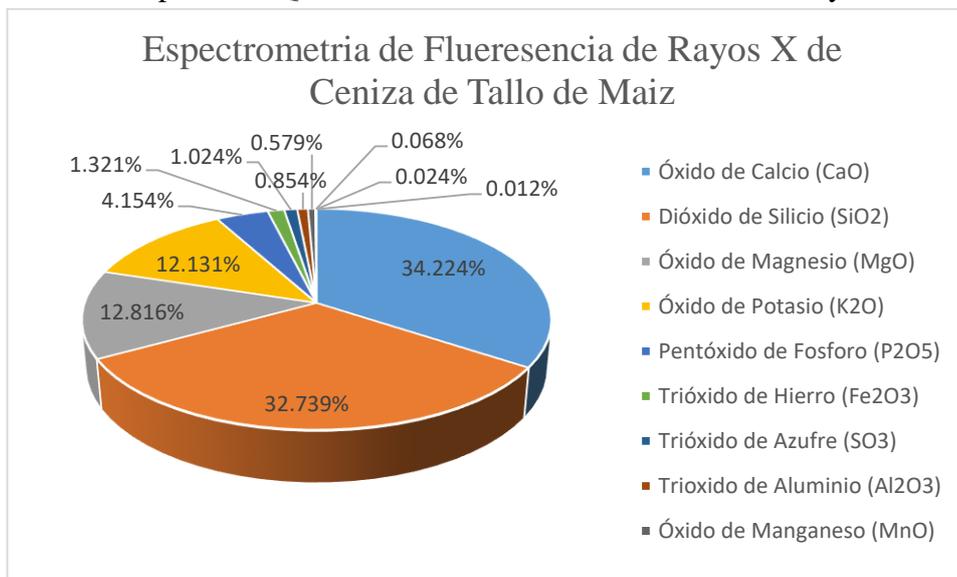
De los resultados obtenidos del análisis de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X se registra la composición química elemental profunda del material, teniendo como componentes en altos porcentajes a Calcio (Ca), Silicio (Si) que forman parte de los componentes del cemento. En general se obtuvieron buenos resultados en el análisis ya que podemos sostener que es un material cementante.

**Tabla n° 09:** Composición química de las cenizas de tallo de maíz

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Calcio (CaO)	34.224%	
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	32.739%	
Óxido de Magnesio (MgO)	12.816%	
Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	12.131%	
Pentóxido de Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	4.154%	
Trióxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1.321%	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	1.024%	
Trióxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.854%	
Óxido de Manganeseo (MnO)	0.579%	
Óxido de Bario (BaO)	0.068%	
Óxido de Zinc (ZnO)	0.024%	
Óxido de Cobre (CuO)	0.012%	

**Fuente:** Resultados de composición química de las cenizas de tallo de maíz UNI.

**Grafico n°02:** Composición Química de las cenizas de tallo de maíz Rayos X



**Fuente:** Resultados de composición química de las cenizas de tallo de maíz UNI.

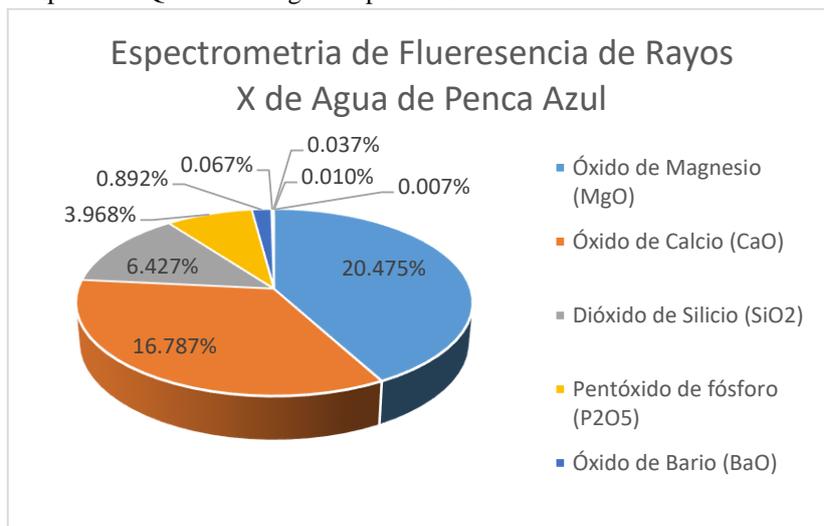
### Espectrometría de Fluorescencia de Rayos x del Agua de Penca Azul Expresada Como Óxidos.

**Tabla n° 10:** Composición química de agua de penca azul

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Magnesio (MgO)	20.475%	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Óxido de Calcio (CaO)	16.787%	
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	6.427%	
Pentóxido de fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3.968%	
Óxido de Bario (BaO)	0.892%	
Óxido de Cobre (CuO)	0.067%	
Óxido de Zinc, (ZnO)	0.037%	
Trióxido de Azufre,(SO)	0.010%	
Óxido de Manganeseo (MnO)	0.007%	

**Fuente:** Resultados de composición química de agua de penca azul UNI.

**Grafico n°03:** Composición Química de agua de penca azul



**Fuente:** Resultados de Composición Química de Agua de Penca Azul UNI.

### **Composición Química de la Ceniza del Tallo de Maíz.**

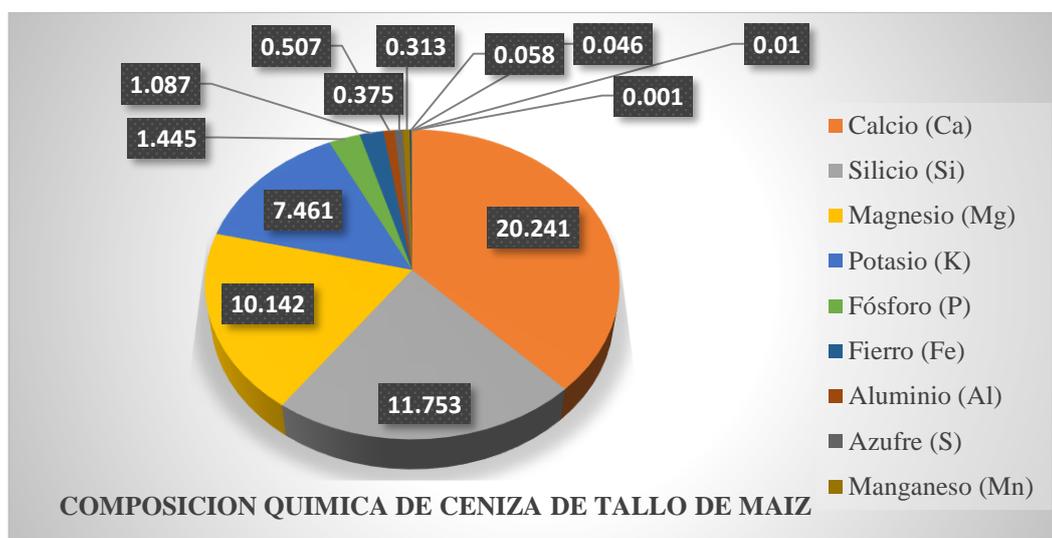
De los resultados obtenidos del análisis de Espectrometría de Energía Dispersiva (EDS), se registra la composición química básica del material, teniendo como componentes en altos porcentajes a Calcio (Ca), Silicio (Si) que forman parte de los componentes del cemento. En general se obtuvieron buenos resultados en el análisis ya que podemos sostener que es un material cementante.

**Tabla n° 11:** Composición química de cenizas de tallo de maíz (EDS)

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
Calcio (Ca)	20.241	ESPECTROPIA DE ENERGIA DISPERSIVA (EDS)
Silicio (Si)	11.753	
Magnesio (Mg)	10.142	
Potasio (K)	7.461	
Fósforo (P)	1.445	
Fierro (Fe)	1.087	
Aluminio (Al)	0.507	
Azufre (S)	0.375	
Manganeso (Mn)	0.313	
Bario (Ba)	0.058	
Zinc (Zn)	0.046	
Cobre (Cu)	0.01	
Cromo (Cr)	0.001	

**Fuente:** Resultados de Composición Química de las Cenizas de Tallo de Maíz UNI.

**Grafico n°04:** Composición Química de cenizas de tallo de maíz



**Fuente:** Resultados de composición química de las cenizas de tallo de maíz UNI.

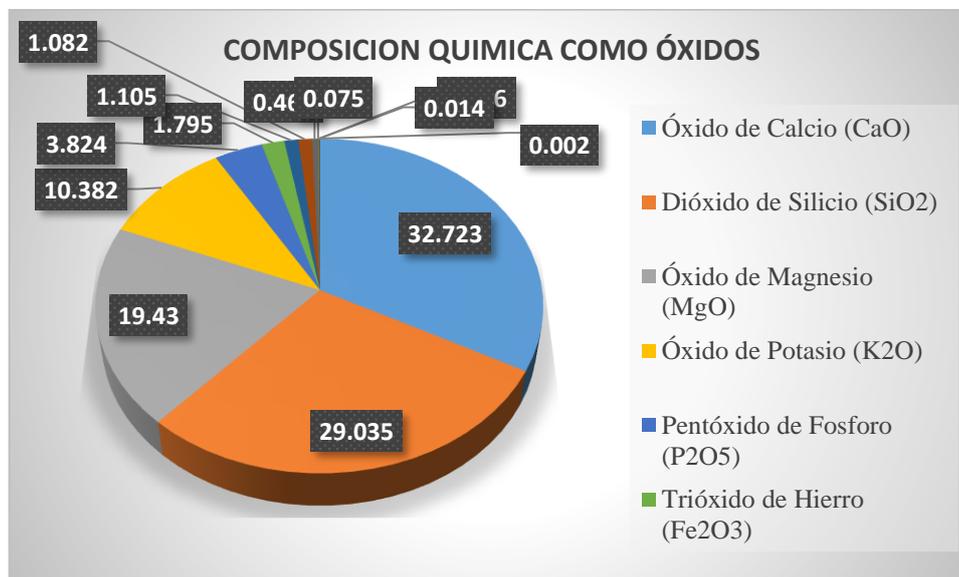
### Composición Química de las Ceniza de Tallo de Maíz Como Óxidos.

**Tabla n° 12:** Composición química de cenizas de tallo de maíz como Óxidos

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Calcio (CaO)	32.723	ESPECTROSCOPIA DE ENERGIA DISPERSIVA (EDS)
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	29.035	
Óxido de Magnesio (MgO)	19.43	
Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	10.382	
Pentóxido de Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3.824	
Trióxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1.795	
Trióxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1.105	
Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	1.082	
Óxido de Manganeseo (MnO)	0.467	
Óxido de Bario (BaO)	0.075	
Óxido de Zinc (ZnO)	0.066	
Óxido de Cobre (CuO)	0.014	
Trióxido de Cromo (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.002	

**Fuente:** Resultados de composición química de las cenizas de tallo de maíz UNI.

**Grafico n°05:** Composición Química de cenizas de tallo de maíz



**Fuente:** Resultados de composición química de las cenizas de tallo de maíz UNI.

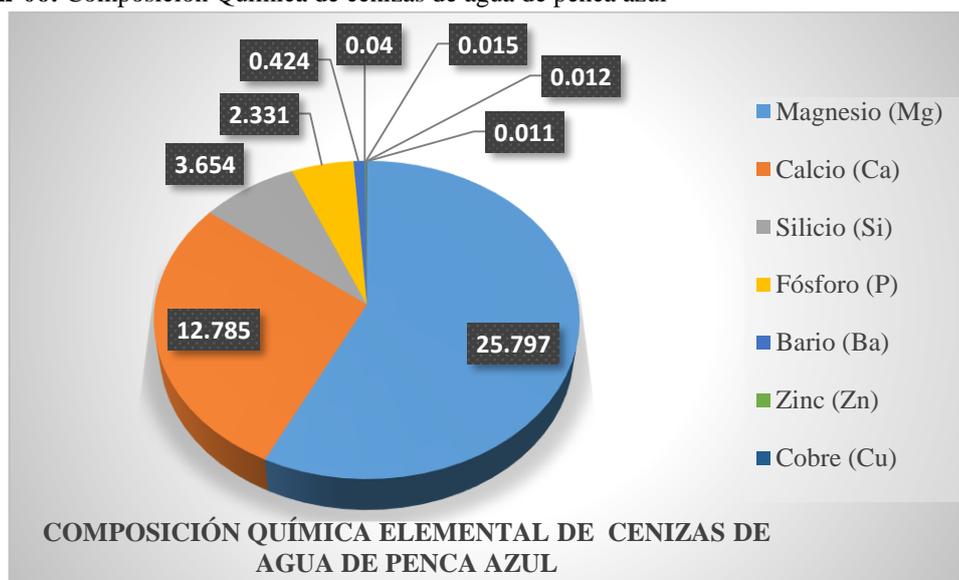
## Composición Química Elemental de Agua de Penca Azul.

**Tabla n° 13:** Composición química de agua de penca azul

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Magnesio (Mg)	25.797	ESPECTROPIA DE ENERGIA DISPERSIVA (EDS)
Calcio (Ca)	12.785	
Silicio (Si)	3.654	
Fósforo (P)	2.331	
Bario (Ba)	0.424	
Zinc (Zn)	0.04	
Cobre (Cu)	0.015	
Azufre (S)	0.012	
Manganeso (Mn)	0.011	

**Fuente:** Resultados de composición química de agua de penca azul UNI.

**Grafico n°06:** Composición Química de cenizas de agua de penca azul



**Fuente:** Resultados de composición química de cenizas de agua de penca azul UNI.

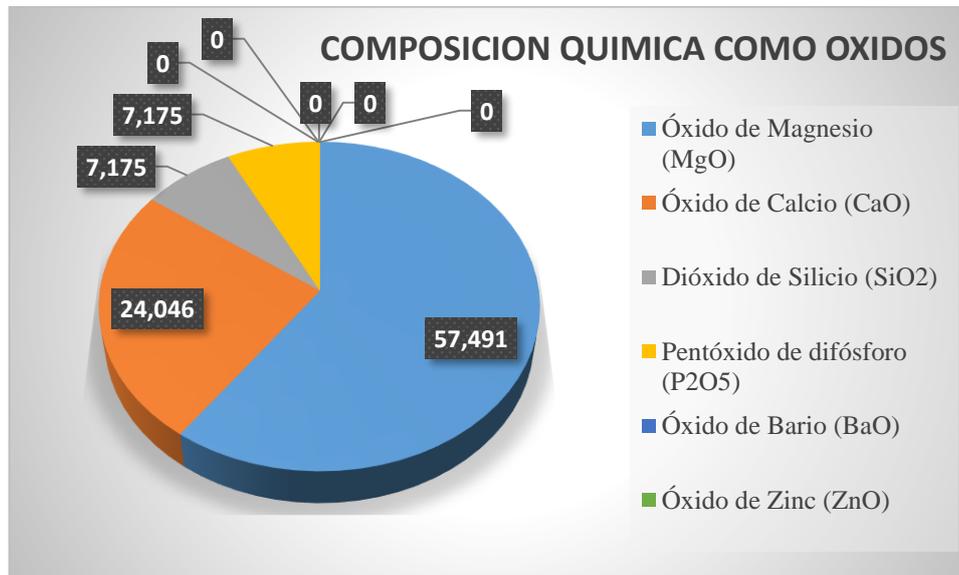
## Composición Química de agua de Penca Azul Expresada Como Óxidos.

**Tabla n° 14:** Composición química de agua de penca azul (EDS)

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Magnesio (MgO)	57,491	ESPECTROPIA DE ENERGIA DISPERSIVA (EDS)
Óxido de Calcio (CaO)	24,046	
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	7,175	
Pentóxido de difósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	7,175	
Óxido de Bario (BaO)	0,636	
Óxido de Zinc (ZnO)	0,067	
Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	0,040	
Óxido de Cobre (CuO)	0,026	
Óxido de Manganeso (MnO)	0,019	

**Fuente:** Resultados de composición química de agua de penca azul UNI.

**Grafico n°07:** Composición Química de agua de penca azul (EDS)



**Fuente:** Resultados de composición química de agua de penca azul UNI.

## Gradación del Agregado Fino Cantera Vesique – Chimbote.

**Tabla n° 15:** Gradación del Agregado Fino

N° MALLAS	ARENA MANUFACTURADA	NTP 399.607. MORTEROS % PASA		
		PESO RETENIDO		
		% PASA	ARENA MANUFACTURADA	
# 4		<b>100</b>	100	
# 8	20.5	<b>95.9</b>	95	100
# 16	98.5	<b>76.2</b>	70	100
# 30	151	<b>46</b>	40	75
# 50	65	<b>33</b>	20	40
# 100	60	<b>21</b>	10	25
# 200	78	<b>5.2</b>	0	10
PLATO	27	-	-	-
TOTAL	500			

Fuente: Elaboración Propia

## Resistencia a la Compresión – Mortero Patrón

**Tabla n° 16:** Resistencia a la Compresión del Mortero Patrón a los 3 días

FECHA: 20/06/2017

RESISTENCIA DEL MORTERO PATRON							
N° Cubos	IDENTIFICA. TESTIGOS	FECHA DE DESENCOF.	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm2)	PESO DEL MORTERO (gr)	CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)
1	<b>P1</b>	20/06/2017	23/06/2017	5.00	275.4	4634	185.36
2	<b>P2</b>	20/06/2017	23/06/2017	5.00	276.3	4645	185.80
3	<b>P3</b>	20/06/2017	23/06/2017	5.00	276.8	4598	183.92

---

**PROMEDIO**

**185.03**

---

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla n°17:** Resistencia a la Compresión del Mortero Patrón a los 7 días

**FECHA:** 20/06/2017

---

**RESISTENCIA DEL MORTERO PATRON**

N° Cubos	IDENTIFICA. TESTIGOS	FECHA DE DESENCOF.	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm2)	PESO DEL MORTERO (gr)	CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)
1	<b>P1</b>	20/06/2017	27/06/2017	5.00	298.5	5191	207.64
2	<b>P2</b>	20/06/2017	27/06/2017	5.00	297.9	5099	203.96
3	<b>P3</b>	20/06/2017	27/06/2017	5.00	295.5	5052	202.08
<b>PROMEDIO</b>							<b>204.56</b>

---

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla n°18:** Resistencia a la Compresión del Mortero Patrón a los 28 días

**FECHA:** 20/06/2017

---

**RESISTENCIA DEL MORTERO PATRON**

N° Cubos	IDENTIFICA. TESTIGOS	FECHA DE DESENCOF.	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm2)	PESO DEL MORTERO (gr)	CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)
1	<b>P-7</b>	20/06/2017	18/07/2017	5.00	302.5	7100	284.00
2	<b>P-8</b>	20/06/2017	18/07/2017	5.00	299.9	6983	279.32
3	<b>P-9</b>	20/06/2017	18/07/2017	5.00	300.5	7084	283.36
<b>PROMEDIO</b>							<b>282.23</b>

---

**Fuente:** Elaboración Propia

De los resultados obtenidos de la prueba a la compresión, se registra que a los 3 días se alcanzó una resistencia promedio 86.96%. Asimismo, podemos ver que los resultados registrados a los 3 y 28 días incremento a 96.19%. y 100% estos resultados nos llevan a una

conclusión de que el diseño de mezclas obtenido por el laboratorio de la Universidad San Pedro fueron bien elaborados.

**Tabla n°19:** Resistencia a la Compresión del Mortero Patrón a los 3,7 y 28 días

PATRON	EDAD (días)		
	3	7	28
P1	185.36	207.64	284.00
P2	185.80	203.96	279.32
P3	183.92	202.08	283.36
<b>PROMEDIO</b>	<b>185.03</b>	<b>204.56</b>	<b>282.23</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

**Grafico n° 08:** Resistencia a la Compresión del Mortero Patrón kg/cm2



**Fuente:** Elaboración Propia

Asimismo, en el Gráfico N° 08 en la curva de variación que se realizó a cubos de mortero para ejemplares patrón, en el transcurso de 28 días se obtuvo una resistencia máxima de 281.23 kg/cm<sup>2</sup> y con una resistencia mínima de 185.03 kg/cm<sup>2</sup>

**Resistencia a la Compresión del Mortero Experimental al 7% de Cenizas de Tallo de Maíz y 3% de Agua de Penca Azul.**

**Tabla n°20:** Resistencia a la Compresión del Mortero Experimental a los 3 días

*FECHA: 20/06/2017*

<b>RESISTENCIA DEL MORTERO EXPERIMENTAL</b>							
<b>N° Cubos</b>	<b>IDENTIFICA. TESTIGOS</b>	<b>FECHA DE DESENCOF.</b>	<b>FECHA DE ROTURA</b>	<b>DIAMETRO (cm2)</b>	<b>PESO DEL MORTERO (gr)</b>	<b>CARGA (Kg)</b>	<b>ESFUERZO (Kg/cm2)</b>
1	<b>E-1</b>	20/06/2017	24/06/2017	5.00	281.20	4821	192.84
2	<b>E-2</b>	20/06/2017	24/06/2017	5.00	285.50	5198	207.92
3	<b>E-3</b>	20/06/2017	24/06/2017	5.00	282.80	5112	204.48
<b>PROMEDIO</b>							<b>201.75</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla n°21:** Resistencia a la Compresión del Mortero Experimental a los 7 días

*FECHA: 20/06/2017*

<b>RESISTENCIA DEL MORTERO EXPERIMENTAL</b>							
<b>N° Cubos</b>	<b>IDENTIFICA. TESTIGOS</b>	<b>FECHA DE DESENCOF.</b>	<b>FECHA DE ROTURA</b>	<b>DIAMETRO (cm2)</b>	<b>PESO DEL MORTERO (gr)</b>	<b>CARGA (Kg)</b>	<b>ESFUERZO (Kg/cm2)</b>
1	<b>E-1</b>	20/06/2017	28/06/2017	5.00	301.00	5101	204.04
2	<b>E-2</b>	20/06/2017	28/06/2017	5.00	299.90	5015	200.60
3	<b>E-3</b>	20/06/2017	28/06/2017	5.00	305.20	4998	199.92
<b>PROMEDIO</b>							<b>201.52</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla n°22:** Resistencia a la Compresión del Mortero Experimental a los 28 días

**FECHA:** 20/06/2017

<b>RESISTENCIA DEL MORTERO EXPERIMENTAL</b>							
<b>N° Cubos</b>	<b>IDENTIFICA. TESTIGOS</b>	<b>FECHA DE DESENCOF.</b>	<b>FECHA DE ROTURA</b>	<b>DIAMETRO (cm2)</b>	<b>PESO DEL MORTERO (gr)</b>	<b>CARGA (Kg)</b>	<b>ESFUERZO (Kg/cm2)</b>
1	<b>E-1</b>	20/06/2017	18/07/2017	5.00	302.50	7489	299.56
2	<b>E-2</b>	20/06/2017	18/07/2017	5.00	299.90	7583	303.32
3	<b>E-3</b>	20/06/2017	18/07/2017	5.00	300.50	7475	299.00
<b>PROMEDIO</b>							<b>300.63</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión, se registra que a los 3 Y 7 días no alcanzó una resistencia promedio que supere lo establecido en el patrón bajando su resistencia en un 2.51% y 0.49%. Asimismo, podemos ver que los resultados registrados a los 7 días disminuyen la resistencia mínimamente al patrón, y a los 3 y 28 días incrementa su resistencia con respecto al patrón.

En la tabla N° 20 la curva de variación que se realizó a los ejemplares para un análisis, y como mortero experimental se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 201.75 kg/cm<sup>2</sup> a los 3 días

En la tabla N° 21 la curva de variación que se realizó a los ejemplares para un análisis, y con mortero experimental se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 201.40 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días

En la tabla N° 22 la curva de variación que se realizó a los ejemplares para un análisis, y con mortero experimental se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 300.63 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días

Teniendo en cuenta la Norma Técnica Peruana 334.051. Se evaluó periódicamente su resistencia a la compresión tanto como para ambos especímenes experimental como patrón en los tiempos de 3, 7, 28 días, habiendo considerando todos los procedimientos como lo indica la NTP 334.051, para así tener buenos resultados

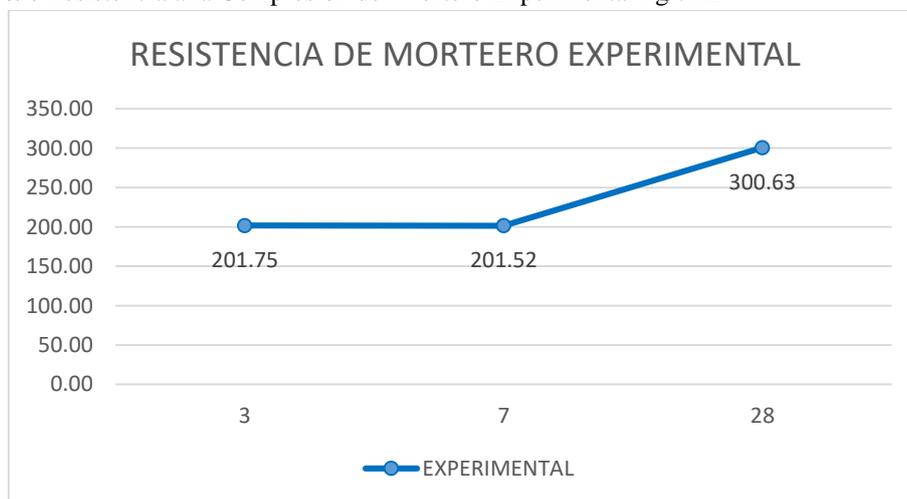
Habiéndose ensayado todos los especímenes de acuerdo a la NTP 334.051, se pudo verificar que la resistencia en cada etapa presento algunas variaciones mínimas en los especímenes experimentales y patrón.

**Tabla n°23:** Resistencia a la Compresión del Mortero Experimental a los 3,7 y 28 días

EXP.	EDAD (días)		
	3	7	28
E1	192.84	204.04	299.56
E2	207.92	200.60	303.32
E3	204.48	199.92	299.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>201.75</b>	<b>201.52</b>	<b>300.63</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

**Grafico n° 09:** Resistencia a la Compresión del Mortero Experimental kg/cm<sup>2</sup>



**Fuente:** Elaboración propia

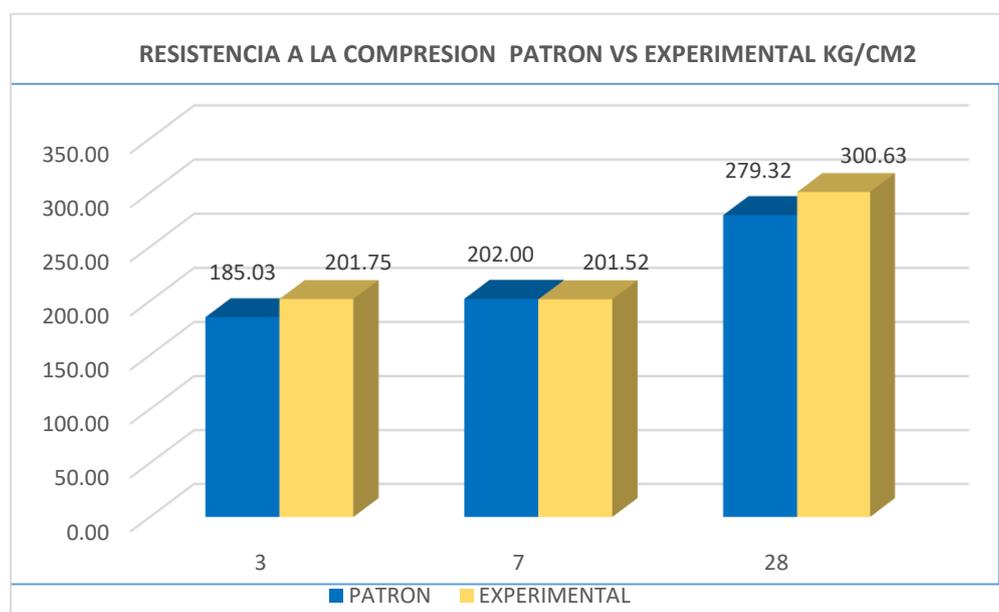
## Comparación de las Resistencias Alcanzadas de los Diferentes Diseños de Mezclas.

**Tabla n°24:** Resistencia a la Compresión axial promedio alcanzada de cada diseño

DISEÑO	RESISTENCIA PROM. (KG/CM2)		
	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
DISEÑO PATRON (F'C=210 KG/CM2)	185.03	202.00	279.32
DISEÑO (F'C=210KG/CM2) + 7% DE CENIZA DE TALLO DE MAIZ Y ADICION DE 3% DE AGUA DE PENCA AZUL	201.75	201.52	300.63

**Fuente:** Elaboración Propia

**Grafico n° 10:** Resistencia alcanzada de cada diseño de mezclas a los 3, 7 y 28 días



**Fuente:** Elaboración Propia

## **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

En la presente discusión de resultados obtenidos de la investigación realizada puede incluir el comentario de las técnicas más apropiadas para la obtención de resultados.

Con respecto al primer ensayo de análisis termo gravimétrico nos muestra la pérdida de gradual o a medida que se incrementa la temperatura, el material llega a perder un aproximado de 70% de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.

De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra una pequeña banda de absorción térmica aproximadamente a 100°C y a 190°C y posteriormente dos ligeros picos endotérmicos a 550°C y un pico de gran intensidad a 820°C y 860°C lo que demuestra gran posibilidad de existir algún cambio estructural del material. Teniendo en cuenta la temperatura ideal de calcinación de las cenizas de tallo de maíz es de 600°C por un espacio de 2 horas.

De acuerdo a la composición química de las cenizas de tallo de maíz, comparamos los resultados obtenidos de los análisis que se realizó, obteniendo los siguientes resultados. El método de Espectrometría de Fluorescencia de rayos X, se registran los siguientes componentes químicos de Óxido de Calcio (CaO) 34.224%, Óxido de Magnesio (MgO) 12.816%, Óxido de Potasio (K<sub>2</sub>O) 12.131% en un total de 59.171%, los análisis de Espectroscopia de Energía Dispersiva (EDS) realizados al tallo de maíz registran los siguientes componentes químicos Óxido de Calcio (CaO) 32.723%, Óxido de Magnesio (MgO) 19.43%, Óxido de Potasio (K<sub>2</sub>O) 10.382%, con un total de 62.535%, por lo cual confirmamos que el método de Fluorescencia de rayos X nos muestra resultados que no están relacionados a los principales componentes químicos del cemento.

De acuerdo a la composición química del agua de penca azul, comparamos los resultados obtenidos de los análisis que se realizó. El método de Espectrometría de Fluorescencia de rayos X, se registran los siguientes componentes químicos de Óxido de Calcio (CaO)

16.787%, Óxido de Magnesio (MgO) 20.475%, en un total de 37.262%, los análisis de Espectroscopia de Energía Dispersiva (EDS) realizados a el agua de penca azul se registran los siguientes componentes químicos Óxido de Calcio (CaO) 24.046%, Óxido de Magnesio (MgO) 57.491%, con un total de 81.537%, por lo cual confirmamos que el método de Fluorescencia de rayos X nos muestra resultados que no están relacionados a los principales componentes químicos del cemento.

El Trióxido de Aluminio ( $Al_2O_3$ ) 0.854% no participa prácticamente en la resistencia mecánica, tiene calor de hidratación bajo y gran velocidad de fraguado, el Trióxido de Azufre ( $SO_3$ ) 1.024% trae problemas, l volumen de los morteros incrementa produciendo rajaduras y disminuyendo la resistencia a largo plazo, por el cual, el Óxido de Magnesio (MgO) 12.816% este oxido reacciona con el agua con un importante retraso que puede ser meses con respecto al fraguado y endurecimiento por lo cual da lugar al aumento de volumen y generación de calor produciendo la rotura de los morteros.

Con respecto a los ensayos de compresión, al incorporarla sustitución del 7% de ceniza de tallo de maíz y la adición de 3% de agua de penca azul, se obtiene una resistencia a la compresión axial menor a la del patrón tanto en los 7 días, en cambio a los 3 y 28 días supera al patrón, teniendo como resultado 201.75 kg/cm<sup>2</sup> y 300.63 kg/cm<sup>2</sup>.

La sustitución del cemento por ceniza de tallo de maíz y la adición de agua de penca azul ha trabajado correctamente en las edades de 3 y 28 días.

La relación agua cemento para realizar el diseño de mezcla de los morteros patrón fue de acuerdo a la NTP 334.051  $a/c = 0.485$ , para el diseño de la sustitución de cemento por ceniza de tallo de maíz y la adición de agua de penca azul fue de  $a/c = 0.62$ .

Su aplicación se centra en el aprovechamiento de su composición química y reactividad para usarlo como una puzolana artificial en la producción de morteros y hormigones, dado

su importante contribución en las resistencias mecánicas, reducción de la permeabilidad y durabilidad

### **Gradación del Agregado Fino Cantera Vesique - Chimbote**

Al realizar la Granulometría (NTP 339.607), del material de la cantera VESIQUE – CHIMBOTE verificamos que cumple con el requerimiento granulométrico para una base granular el cual se trabajó con el huso granulométrico de la gradación por lo cual se tiene los siguientes resultados.

**Tabla n°25:** Gradación del Agregado Fino Cantera Vesique – Chimbote

N° MALLAS	ARENAS MANUFACTURADA		NTP 399.607. MORTEROS % PASA	
	PESO RETENIDO		% PASA	ARENAS MANUFACTURADA
# 4			100	<b>100</b>
# 8	20.5		95.9	95 <b>100</b>
# 16	98.5		76.2	70 <b>100</b>
# 30	151		46	40 <b>75</b>
# 50	65		33	20 <b>40</b>
# 100	60		21	10 <b>25</b>
# 200	78		5.2	0 <b>10</b>
PLATO	27		-	-
TOTAL	500			

**Fuente:** Elaboración Propia

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

La ceniza de tallo de maíz activada a 600°C por un tiempo de 2 horas desarrolla una actividad puzolánica.

El Ph tanto de la ceniza de tallo de maíz y del agua de penca azul, que mantiene su porcentaje en el rango de 12 y 13 respectivamente, tienen buena reacción.

Los principales componentes químicos, Óxido de Calcio (CaO) 34.224%, Dióxido de Silicio (SiO<sub>2</sub>) 32.739%, Óxido de Magnesio (MgO) 12.816%, Trióxido de Hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 1.321 en un total de 81.1%, están presente en el material experimental, por lo tanto, nos indica que es un material cementante.

La resistencia a compresión del mortero experimental con 7 % de sustitución de cemento por cenizas de tallo de maíz y 3% de adición de agua de penca azul fue mayor en un 6.45% al patrón en un tiempo de curado de 28 días.

Se considera las siguientes recomendaciones:

Estudiar estos materiales en porcentajes menores ya que de acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo, resistencia a la compresión no tiene buen resultado.

Evaluar el comportamiento de los morteros en edades mayores.

Estimar distintas proporciones de mortero elaborados con cementos mezclados a diferentes porcentajes.

Investigar otras aplicaciones que se les pueda asumir a los cementos mezclados con ceniza de tallo de maíz y la adición de agua de penca azul.

Impulsar programas de divulgación y capacitación en el aprovechamiento de las plantas de maíz, plantas de penca azul (agave) como materiales de construcción alternos para beneficio ambiental de las comunidades de las comunidades cercanas a las plantas.

Se recomienda respetar y seguir los procedimientos según lo estipula la Norma Técnica Peruana 399.607 y 334.051, en donde se debe trabajar en rangos intermedios para poder tener resultados más certeros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abanto, F. (2003). Tecnología del Concreto. Perú: Editorial San Marcos.

Anderson, D. M. W., Millar, J. R. A., & Weiping, W. (1991). Gum Arabic (Acacia Senegal), from Niger-Comparison with other sources and.

Abbas, Abo-El-Enein, & Ezzat, E.-S. (2010). Propiedades y durabilidad del cemento con adición de metacaolín: mortero y hormigón. *ateriales de Construcción*. Vol. 60, 33-49.

Bryan, D; Hugger, J; Horstam, M; Voss E. (2008, 8 de diciembre). Nuevos Desarrollos en la Tecnología del Concreto, PHI- Planta de Hormigón Internacional.

Cano-Barrita, Balcom, & Bremner. (2007). *Imaginología por resonancia magnética y la determinación de cloruro y sodio en mortero de cemento Pórtland*. *INGENIERÍA Investigación y Tecnología VIII.3*, 147-155.

Gonzales, M., (1962), "Tecnología Del Concreto Diseño De Mezclas".

Hillc. & Brenan (2013). *Futher information the "Acacia Horrida"*.

NRMCA, (2012). España: *Revista Hormigón El concreto en la práctica*.

NTP 334.005 *Peso específico*.

NTP 334.051. (1998). *Ensayo de Compresión en Morteros (c/cubo)*.

NTP 400.012. (2001). *Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*.

*Potential agroforestry development*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 19(6), 447–452.

Powers. (1958). Structure and physical properties of hardened Portland cement paste, J. Am. Ceram. American Ceramic Society, 1-6.

Rivva, E. (1999). Diseño de Mezclas. Perú: Editorial Hozlo S.C.R.L.

Richardson. (2002). Fundamentals of Durable Reinforced Concrete. Modern Concrete Technology.

Recuperado de. <http://www.imcyc.com/ct2008/dic08/dic08/tecnologia.htm>.

Recuperado de. <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/ild-463>.

Sánchez, D., (2001), "Tecnología Del Concreto Y Del Mortero", Colombia: Bhandar Editores.

Sánchez de Guzmán, Diego. Tecnología del concreto y del mortero. 5 ed. Santa Fé de Bogotá, Colombia: Bhandar Editores Ltda., 2001. 349 pp.

## **AGRADECIMIENTO**

A **Dios**, luz y guía de mi existir porque siempre está a mi lado y ha hecho posible mis logros anhelados

A mis padres, por haberme proporcionado la mejor educación y lecciones de vida en especial a mi padre y mi madre por haberme enseñado que, con esfuerzo, trabajo todo se consigue y que en esta vida nadie regala nada.

A todos mis familiares por su apoyo.

A mis compañeros de clases con los que he compartido grandes momentos.

A la Universidad San Pedro por haberme brindado la disponibilidad de uso de sus ambientes para impulsar conocimientos y creación de nuevas ideas para el desarrollo profesional.

*ALEXAYDER MARIN VASQUEZ*

## **ANEXOS Y APÉNDICE**

## Anexo n°01: Análisis Térmico Diferencial de la ceniza del Tallo de Maíz.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 01 de Mayo del 2017

**INFORME N° 48 - MAY 17**

**Solicitante:** Marín Vásquez Alexayder- Universidad San Pedro

**RUC/DNI:** 48023600

**Supervisor:** .....

#### 4. MUESTRA: Cenizas de Tallo de Maíz (1 gr)

N° de Muestra	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	HCM-49M	20.7 mg	-----

#### 5. ENSAYOS A APLICAR

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

#### 6. 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: 20.7mg.

**Jefe de Laboratorio:**  
**Analista responsable:**

Ing. Danny Chávez Novoa  
Ing. Danny Chávez Novoa

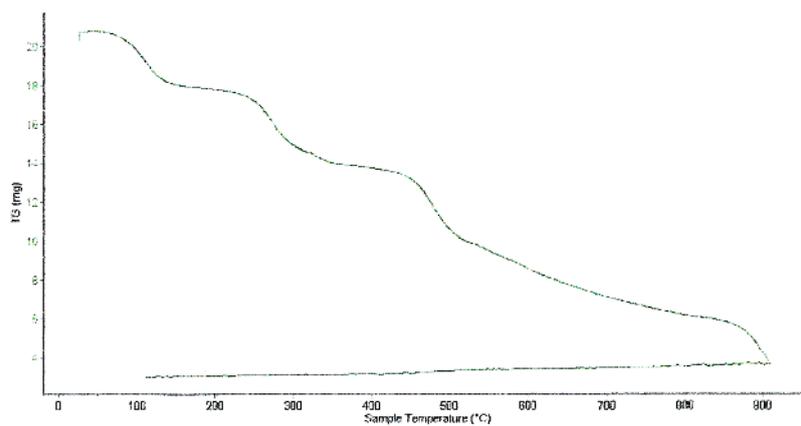


Trujillo, 01 de Mayo del 2017

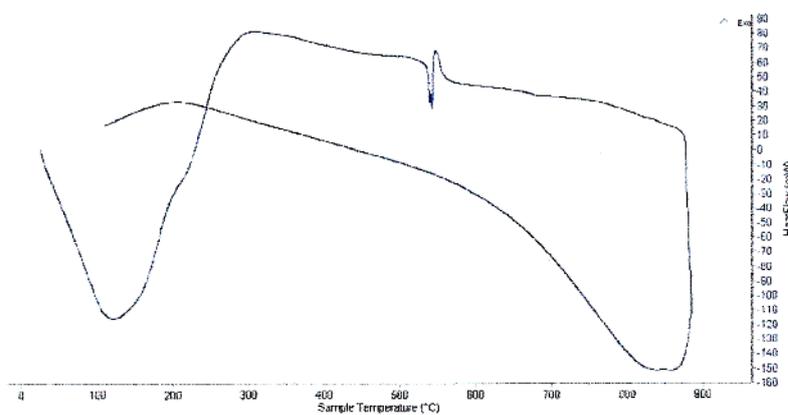
INFORME N° 48 - MAY 17

#### 4. Resultados:

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



##### II- Curva Calorimétrica ATD





Trujillo, 01 de Mayo del 2017

**INFORME N° 48 - MAY 17**

## 5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la pérdida de masa en función a la temperatura indicando una pérdida gradual a medida que se incrementa la temperatura, el material llega a perder un aproximado de 70 % de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra una pequeña banda de absorción térmica a aproximadamente 100°C y a 190°C y posteriormente dos ligeros picos endotérmico a 550°C y un pico de gran intensidad a 820°C y 860°C lo que demuestra gran posibilidad de existir algún cambio estructural del material.

Trujillo, 01 de Mayo del 2017



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

**Anexo n°2:** Análisis Ph de la ceniza del Tallo de maíz y sus combinaciones.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Minas y Metalúrgica

**INFORME DE LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

**Señor:**

**MARIN VASQUEZ ALEXAYDER.**

Tesista del proyecto de investigación.

**Proyecto de investigación:**

**RESISTENCIA ALA COMPRESION EN MORTERO SUSTITUYENDO 7 % DE CEMENTO POR CEMIZAS DE TALLO DE MAIZ Y ADICIONANDO 3% DE AGUA DE PENCA AZUL.**

**Asunto:**

Medición del ph de la ceniza de tallo de maíz.

**Fecha:**

03 de mayo del 2017.

**Medición de ph:**

Esta prueba dio como resultado un ph de 12.3



*Ing. Juan Vega Gonzalez*  
ANALISTA RESPONSABLE  
CIP. 79515



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Minas y Metalúrgica

## INFORME DE LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES

Señor:

**MARIN VASQUEZ ALEXAYDER**  
Tesista del Proyecto de investigación

**Proyecto de investigación:**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN MORTERO SUSTITUYENDO 7% DE CEMENTO POR CENIZAS DE TALLO DE MAIZ Y ADICIONANDO 3% DE AGUA DE PENCA AZUL.**

**Asunto:**

Medición de ph del agua de penca azul.

**Fecha:**

03 de mayo del 2017

**Medición de ph:**

Esta prueba dio como resultado un ph de 12.4



  
**Ing. Juan Vega Gonzalez**  
ANALISTA RESPONSABLE  
CIP. 79515



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Minas y Metalúrgica

## INFORME DE LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES

Señor:

**MARIN VASQUEZ ALEXAYDER**  
Tesisista del Proyecto de investigación

Proyecto de investigación:

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN MORTERO SUSTITUYENDO 7% DE CEMENTO POR CENIZAS DE TALLO DE MAIZ Y ADICIONANDO 3% DE AGUA DE PENCA AZUL.**

Asunto:

Medición de ph de la combinación de muestra en 93% cemento y un 7% de ceniza de tallo de maíz.

Fecha:

03 de mayo del 2017

Medición de ph:

Esta prueba dio como resultado un ph de 12.5



  
**Ing. Juan Vega Gonzalez**  
ANALISTA RESPONSABLE  
CIP. 79515



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Minas y Metalúrgica

---

## INFORME DE LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES

**Señor:**

**MARIN VASQUEZ ALEXAYDER**  
Tesisista del Proyecto de investigación

**Proyecto de investigación:**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN MORTERO SUSTITUYENDO 7% DE CEMENTO POR CENIZAS DE TALLO DE MAIZ Y ADICIONANDO 3% DE AGUA DE PENCA AZUL.**

**Asunto:**

Medición de cemento Portland tipo I

**Fecha:**

03 de mayo del 2017

**Medición de ph:**

Esta prueba dio como resultado un ph de 12.5



  
**Ing. Juan Vega Gonzalez**  
ANALISTA RESPONSABLE  
CIP. 79515

**Anexo n°3: Análisis de Calcinación de la Ceniza de Tallo de Maíz.**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Minas y Metalúrgica

**INFORME DE LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

**Señor:**

**MARIN VASQUEZ ALEXAYDER**  
Tesisista del Proyecto de investigación

**Proyecto de investigación:**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN MORTERO SUSTITUYENDO 7% DE CEMENTO POR CENIZAS DE TALLO DE MAIZ Y ADICIONANDO 3% DE AGUA DE PENCA AZUL.**

**Asunto:**

Resultados del proceso de calcinación de muestra de cenizas.

**Fecha:**

03 de mayo del 2017

Señor tesisista por intermedio de la presente se le alcanza el tipo del proceso de calcinación realizado a las cenizas alcanzadas por usted.

**Proceso de Calcinación:**

Se realizó utilizando un horno eléctrico tipo mufla de 7.5 KW automático de 0 a 1200°C. Se agregó la ceniza en una caja metálica y se introdujo al horno. Se calentó a 600°C por espacio de 2 horas y enfriamiento al aire.



  
**Ing. Juan Vega Gonzalez**  
ANALISTA RESPONSABLE  
CIP. 79515

**Anexo n°4: Análisis de composición química de la ceniza de tallo de maíz (EDS)**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
 FACULTAD DE CIENCIAS  
 LABICER (Laboratorio N° 12)  
 ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



**INFORME TÉCNICO N° 0693 – 17 – LAB. 12**

1. DATOS DEL SOLICITANTE
  - 1.1 RAZON SOCIAL : ALEXAYDER MARIN VÁSQUEZ
  - 1.2 DNI : 48023600
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
  - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 22 / 05 / 2017
  - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 23 / 05 / 2017
  - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 26 / 05 / 2017
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS QUÍMICO
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA
  - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZA DE TALLO DE MAIZ
  - 4.2 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN MORTERO  
 SUSTITUYENDO 7% DE CEMENTO POR GENIZAS DE  
 TALLO DE MAIZ Y ADICIONANDO 3% AGUA DE  
 PENCA AZUL.
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 24.4 °C; Humedad relativa: 64%
7. EQUIPO UTILIZADO : Mufia Thermo Scientific. THERMOLINE  
 Microscopio electrónico de barrido con sonda de  
 espectrometría de energía dispersiva SEM-EDS. SEM,  
 Carls Zeiss EVO-10 MA. Sonda EDS, Oxford X-Max.
8. RESULTADOS
  - 8.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL DE LA CENIZA DEL TALLO DE MAIZ

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Calcio (Ca)	20.241	ESPECTROSCOPÍA DE ENERGÍA DISPERSIVA (EDS)
Silicio (Si)	11.753	
Magnesio (Mg)	10.142	
Potasio (K)	7.461	
Fósforo (P)	1.445	
Hierro (Fe)	1.087	
Aluminio (Al)	0.507	
Azufre (S)	0.375	
Manganeso (Mn)	0.313	
Bario (Ba)	0.058	
Zinc (Zn)	0.046	
Cobre (Cu)	0.010	
Cromo (Cr)	0.001	



8.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS CENIZAS EXPRESADA COMO ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Calcio (CaO)	32.723	ESPECTROSCOPIA DE ENERGÍA DISPERSIVA (EDS)
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	29.035	
Óxido de Magnesio (MgO)	19.430	
Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	10.382	
Pentóxido de Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3.824	
Trióxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1.795	
Trióxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1.105	
Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	1.082	
Óxido de Manganeso (MnO)	0.467	
Óxido de Bario (BaO)	0.075	
Óxido de Zinc (ZnO)	0.066	
Óxido de Cobre (CuO)	0.014	
Trióxido de Cromo (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.002	

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

Bach. Magaly Beraún Hernández  
Analista Químico  
LABICER - UNI



MSc. Otilia Acha de la Cruz  
Responsable de Análisis  
Jefa de laboratorio  
CQP 202

(\*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO

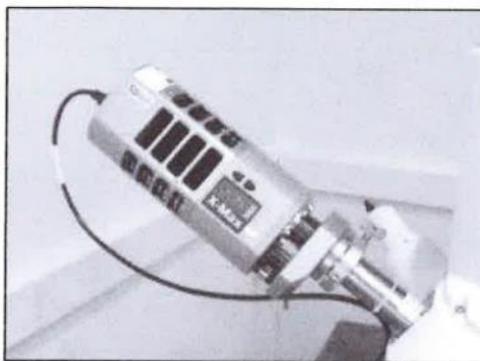


Figura N°1. Fotografía de sonda EDS

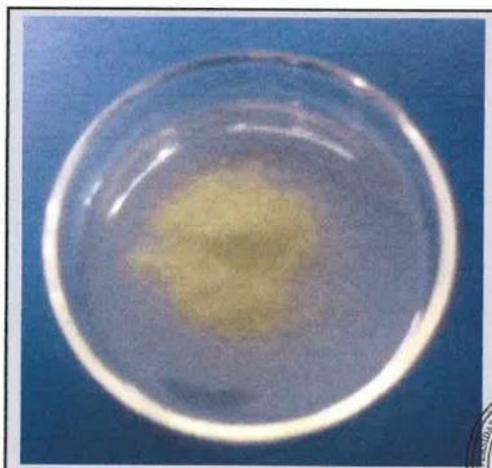


Figura N°2. Fotografía de la muestra



**Anexo n°5: Análisis de composición química del agua de penca azul (EDS)**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LABICER (Laboratorio N° 12)  
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



**INFORME TÉCNICO N° 0699 – 17 – LAB. 12**

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
  - 1.1 RAZON SOCIAL : ALEXAYDER MARIN VÁSQUEZ
  - 1.2 DNI : 48023600
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
  - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 22 / 05 / 2017
  - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 23 / 05 / 2017
  - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 29 / 05 / 2017
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUA DE PENCA AZUL
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA**
  - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE AGUA DE PENCA AZUL
  - 4.2 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN MORTERO SUSTITUYENDO 7% DE CEMENTO POR CENIZAS DE TALLO DE MAIZ Y ADICIONANDO 3% AGUA DE PENCA AZUL.
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 24.4 °C; Humedad relativa: 64%
7. **EQUIPO UTILIZADO** : Mufla Thermo Scientific. THERMOLINE  
Microscopio electrónico de barrido con sonda de espectrometría de energía dispersiva SEM-EDS. SEM, Carl Zeiss EVO-10 MA. Sonda EDS, Oxford X-Max.
8. **RESULTADOS**

**8.1 ANÁLISIS DE AGUA DE PENCA AZUL**

ANÁLISIS	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
MATERIA ORGÁNICA	11.368	GRAVIMETRICO
HUMEDAD	87,743	
CENIZAS	0,889	

**8.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL DE CENIZAS DE AGUA DE PENCA AZUL**

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Magnesio (Mg)	25.797	ESPECTROSCOPIA DE ENERGÍA DISPERSIVA (EDS)
Calcio (Ca)	12.785	
Silicio (Si)	3.654	
Fósforo (P)	2.331	
Bario (Ba)	0.424	
Zinc (Zn)	0.040	
Cobre (Cu)	0.015	
Azufre (S)	0.012	
Manganeso (Mn)	0.011	

### 8.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS CENIZAS EXPRESADA COMO ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Magnesio (MgO)	57,491	ESPECTROSCOPIA DE ENERGÍA DISPERSIVA (EDS)
Óxido de Calcio (CaO)	24,046	
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	7,175	
Pentóxido de difósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	7,175	
Óxido de Bario (BaO)	0,636	
Óxido de Zinc (ZnO)	0,067	
Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	0,040	
Óxido de Cobre (CuO)	0,026	
Óxido de Manganeso (MnO)	0,019	

*\*Los valores de óxidos son calculados del análisis elemental.*

### 9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

Bach. Magaly Beraún Hernández  
Analista Químico  
LABICER -UNI



*MSc Otilia Acha de la Cruz*  
MSc Otilia Acha de la Cruz  
Responsable de Análisis  
Jefa de laboratorio  
CQP 202

*(\*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.*

ANEXO

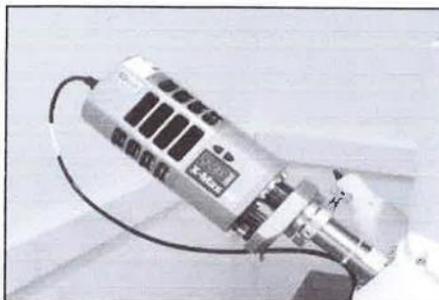


Figura N°1. Fotografía de sonda EDS

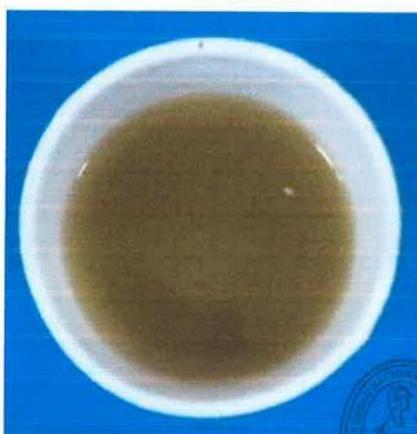


Figura N°2. Fotografía de la muestra





**Anexo n°6:** Análisis de composición química del tallo de maíz (Rayos X)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
 FACULTAD DE CIENCIAS  
 LABICER (Laboratorio N° 12)  
 ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



**INFORME TÉCNICO N° 0730 – 22 – LAB. 12**

- 1. DATOS DEL SOLICITANTE**
- 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : ALEXAYDER MARIN VASQUEZ
- 2. CRONOGRAMA DE FECHAS**
- 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 04 / 09 / 2017
- 2.2 FECHA DE ENSAYO : 04 / 09 / 2017
- 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 05 / 09 / 2017
- 3. ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
- 4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA**
- 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZAS DE TALLO DE MAIZ
- 5. LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO N° 12 – FACULTAD DE CIENCIAS
- 6. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 24 °C; Humedad relativa: 64%
- 7. EQUIPO UTILIZADO** : -Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X. SHIMADZU, EDX 800-HS.
- 8. RESULTADOS**

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Oxido de Calcio, (CaO)	34.224%	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Dióxido de Silicio, (SiO <sub>2</sub> )	32.739%	
Oxido de Magnesio, (MgO)	12.816%	
Oxido de Potasio, (K <sub>2</sub> O)	12.131%	
Pentóxido de Fosforo, (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	4.154%	
Trióxido de Hierro, (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1.321%	
Trióxido de Azufre, (SO <sub>3</sub> )	1.024%	
Trióxido de Aluminio, (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.884%	
Óxido de Manganeso, (MnO)	0.573%	
Oxido de Bario, (BaO)	0.068%	
Óxido de Zinc, (ZnO)	0.054%	
Óxido de Cobre, (CuO)	0.012%	



INFORME TÉCNICO N° 0730 – 22 – LAB. 12

Av. Tupac Amaru 210 Lima 31. Perú Teléfono directo LABICER: 3820500. Email: [otilia@uni.edu.pe](mailto:otilia@uni.edu.pe)

**9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO**

El informe técnico es válido solo para la muestra y las condiciones indicadas en los ítems del uno (1) al cuatro (4) del presente informe técnico.

  
Bach. Jesús Utano Reyes  
Análisis Químico  
LABICER – UNI

  
M. Sc. Otilia Acha de la Cruz  
Jefa de Laboratorio  
Responsable del análisis  
CQP 202

(\*) El laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

INFORME TÉCNICO N° 0730 – 24 – LAB. 12

---

Av. Tupac Amaru 210 Lima 31. Perú Teléfono directo LABICER: 3820500. Email: [otilia@uni.edu.pe](mailto:otilia@uni.edu.pe)

## Anexo n°7: Análisis de composición química del agua de penca azul (Rayos X)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LABICER (Laboratorio N° 12)  
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



### INFORME TÉCNICO N° 0730 – 23 – LAB. 12

- 2. DATOS DEL SOLICITANTE**  
1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : ALEXAYDER MARIN VASQUEZ
- 2. CRONOGRAMA DE FECHAS**  
2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 04 / 09 / 2017  
2.2 FECHA DE ENSAYO : 04 / 09 / 2017  
2.3 FECHA DE EMISIÓN : 05 / 09 / 2017
- 3. ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
- 4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA**  
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE AGUA DE PENCA AZUL
- 5. LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO N° 12 – FACULTAD DE CIENCIAS
- 6. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 24.5 °C; Humedad relativa: 65%
- 7. EQUIPO UTILIZADO** : -Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X.  
SHIMADZU, EDX 800-HS.
- 8. RESULTADOS**

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Oxido de Magnesio, (MgO)	20.475%	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Oxido de Calcio, (CaO)	16.787%	
Dióxido de Silicio, (SiO <sub>2</sub> )	6.427%	
Pentóxido de Fósforo, (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3.968%	
Oxido de Bario, (BaO)	0.892%	
Óxido de Cobre, (CuO)	0.067%	
Óxido de Zinc, (ZnO)	0.037%	
Trióxido de Azufre, (SO <sub>3</sub> )	0.010%	
Óxido de Manganeso, (MnO)	0.007%	

### 9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

El informe técnico es válido solo para la muestra y las condiciones indicadas en los ítems del uno (1) al cuatro (4) del presente informe técnico.

  
Bach. Jesús Utano Reyes  
Análisis Químico  
LABICER – UNI



  
Otilia Acha de la Cruz  
Jefa de Laboratorio  
Responsable del análisis  
CQP 202

(\*) El laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

INFORME TÉCNICO N° 0730 – 23 – LAB. 12

Av. Tupac Amaru 210 Lima 31. Perú Teléfono directo LABICER: 3820500. Email: [otilia@uni.edu.pe](mailto:otilia@uni.edu.pe)

**Anexo N°8: Panel Fotográfico**



FOTOGRAFIA N°1: Analizar y seleccionar la zona de extracción de materia prima ubicado en el caserío de Tallamac Bambamarca-Cajamarca



FOTOGRAFIA °2: Recolectar el maíz con ayuda de machetes en un lugar adecuado.



FOTOGRAFIA N°3: Metería Prima



FOTOGRAFIA N°4: Abundancia de materia prima



FOTOGRAFIA N°5: Tallo de Maíz Seco



FOTOGRAFIA N°6: Separar el tallo del maíz para un óptimo secado.



FOTOGRAFIA N°7: Dejar secar aproximadamente 8 días en lugar seco y bajo sombra.



FOTOGRAFIA N°8: Bandeja de metal para calcinar el tallo de maíz, para así poder evitar el contacto de la ceniza con la superficie de la tierra.



FOTOGRAFIA N°9: Cenizas del Tallo de Maíz



FOTOGRAFIA N°10: Tamizar la ceniza para la separación de carbones.



FOTOGRAFIA N°11: Ceniza Tamizada para una mejor Trabajabilidad en el laboratorio



FOTOGRAFIA N°12: Recolectar la hoja de la penca azul con la ayuda de machetes a un lugar adecuado.



FOTOGRAFIA N°13: Cortar en partes pequeñas para una mejor Trabajabilidad.



FOTOGRAFIA N°14: Colador para el colado del agua de penca azul.



FOTOGRAFIA N°15: Agua de Penca Azul

Se llevó a calcinar a 600 ° a la Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería Metalúrgica con el objetivo de eliminar materia orgánica aun existente.



FOTOGRAFIA N°16: Facultad de Ingeniería Metalúrgica en la UNT



FOTOGRAFIA N°17: Horno para la Calcinación



FOTOGRAFIA N°18: Calcinación a los 600°C



FOTOGRAFIA N°19: Universidad Nacional de Trujillo



FOTOGRAFIA N°20: Facultad de Ingeniería



FOTOGRAFIA N°21: Ubicación de la Cantera Vesique



FOTOGRAFIA N°22: Recolección del Agregado Agregado fino



FOTOGRAFIA N°23: Cuarteo del Agregado Fino en el laboratorio de la USP



FOTOGRAFIA N°24: Peso del Agregado  
fino 500(gr)



FOTOGRAFIA N°25: Granulometría

Del agregado fino



FOTOGRAFIA N°26: Tamizar por la malla 200.



FOTOGRAFIA N°27: Gradación del agregado fino



FOTOGRAFIA N°28: Gradación del agregado fino por la malla 200

FOTOGRAFIA N°29: Pesos retenidos de la Gradación

Peso Específico del Material:



FOTOGRAFIA N°30: Peso Específico  
del Cemento



FOTOGRAFIA N°31: Peso Específico  
del Agua



FOTOGRAFIA N°32: Peso específico  
específico de la combinación de cenizas  
de tallo de maíz



FOTOGRAFIA N°33: Peso  
del agua de penca azul



FOTOGRAFIA N°34: Peso  
específico de Ceniza de Tallo de Maíz



FOTOGRAFIA N°35: Combinación de la  
Ceniza con el Cemento

### Elaboración de mezclas de mortero



FOTOGRAFIA N°36: Pesos para  
el Mesclado



FOTOGRAFIA N°37: Mesclado  
en la Batidora Eléctrica



FOTOGRAFIA N°38: Batidora  
Eléctrica



FOTOGRAFIA N°39: Mesa de  
flujo



FOTOGRAFIA N°40: Llenado en la mesa de flujo



FOTOGRAFIA N°41: Fluidez con 25 golpes



FOTOGRAFIA N°42: Después de moldear en la mesa de flujo



FOTOGRAFIA N°43: Medición con el Vernier



FOTOGRAFIA N°44: Corrección de  
Fluidez



FOTOGRAFIA N°45: Fluidez correcta

### Llenado de los morteros



FOTOGRAFIA N°46: Moldes de Madera



FOTOGRAFIA N°47: Llenado de los  
Morteros con 32 Chuseos



FOTOGRAFIA N°48: Enrasado de los Morteros

**Desencofrado de morteros**



FOTOGRAFIA N°49 - 50: Desencofrado de los morteros



FOTOGRAFIA N°51: Medición con el Vernier los Diametros



FOTOGRAFIA N°52: Pesos de los morteros

## Curado de morteros



FOTOGRAFIA N°53: Curado de los morteros



FOTOGRAFIA N°54: Supervisado por el Asesor



Anexo N°9: Análisis granulométrico agregado fino.



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

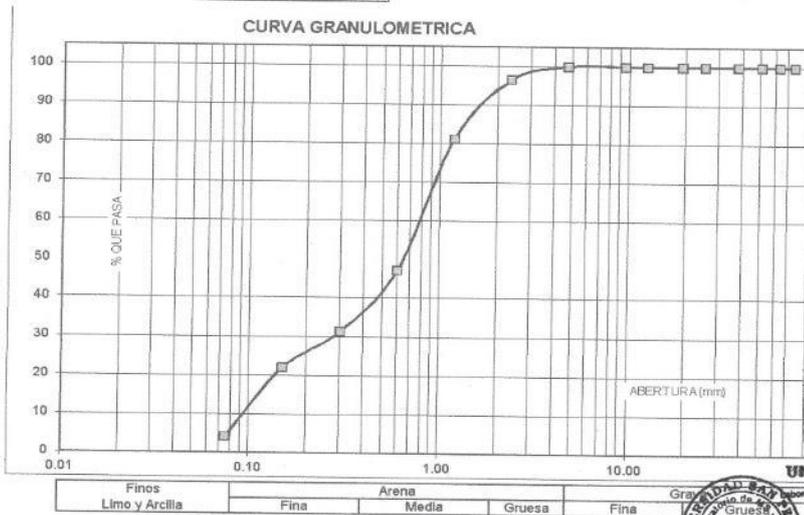
**ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO  
(ASTM C 136-06)**

SOLICITA : BACH: MARIN VASQUEZ ALEXAYDER  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN MORTERO SUSTITUYENDO 7% DE CEMENTO POR CENIZAS DE TALLO DE MAÍZ Y ADICIONANDO 3% DE AGUA DE PENCA AZUL  
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCASH  
 CANTERA : VESIQUE  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 13/11/2017

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
5/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 8	2.36	17.20	3.4	3.4	96.6
N° 16	1.18	76.50	15.3	18.7	81.3
N° 30	0.60	169.70	33.9	52.7	47.3
N° 50	0.30	79.80	16.0	68.6	31.4
N° 100	0.15	46.80	9.4	78.0	22.0
N° 200	0.08	89.00	17.8	95.8	4.2
PLATO	ASTM C-117-D4	21.00	4.2	100.0	0.0
<b>TOTAL</b>		<b>500.0</b>	<b>100.0</b>		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.22

**OBSERVACIONES**  
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.



Finos	Arena			Grav.
Limo y Arcilla	Fina	Media	Gruesa	Fina

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Ing. Jorge Montañez Reyes  
 JEFE

Anexo N°10: Peso unitario del agregado fino.



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

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

SOLICITA : BACH. MARIN VASQUEZ ALEXAYDER  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN MORTERO SUSTITUYENDO 7% DE CEMENTO POR CENIZAS DE TALLO DE MAIZ Y ADICIONANDO 3% DE AGUA DE PENCA AZUL  
 LUGAR : CHIMBOTE SANTA ANCA  
 CANTERA : VESIGUE  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 13/11/2017

**PESO UNITARIO SUELTO**

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7800	7800	7900
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4474	4474	4574
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1605	1605	1641
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	1617		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1609		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8350	8350	8350
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	5024	5024	5024
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1802	1802	1802
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	1802		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1794		



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Ing. Jorge Montañez Reyes  
 JEFE

**Anexo N°11: Gravedad específica y absorción agregado fino.**



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

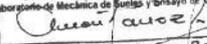
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

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

SOLICITA : BACH. MARIN VASQUEZ ALEXAYDER  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN MORTERO SUSTITUYENDO 7% DE CEMENTO POR CENIZAS DE TALLO DE MAIZ Y ADICIONANDO 3% DE AGUA DE PENCA AZUL  
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCASH  
 CANTERA : VESIQUE  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 13/11/2017

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

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

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
  
**Ing. Jorge Montañez Reyes**  
 JEFE

**Anexo N°12:** Contenido de humedad agregado fino



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

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

SOLICITA : BACH: MARIN VASQUEZ ALEXAYDER  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN MORTERO SUSTITUYENDO 7% DE CEMENTO POR CENIZAS DE TALLO DE MAIZ Y ADICIONANDO 3% DE AGUA DE PENCA AZUL  
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCASH  
 CANTERA : VESIQUE  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 13/11/2017

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	893.3	885.7
TARA + SUELO SECO (gr)	890.3	883.5
PESO DEL AGUA (gr)	3.0	2.2
PESO DE LA TARA (gr)	203	206.3
PESO DEL SUELO SECO (gr)	687.3	477.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.44	0.46
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.45	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
  
 Ing. Jorge Montañez Reyes  
 JEFE

## Anexo N°13: Ensayo para la determinación de fluidez de las pastas de mortero patrón.



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

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

SOLICITA : BACH. MARIN VASQUEZ ALEXAYDER  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN MORTERO SUSTITUYENDO 7% DE CEMENTO POR CENIZAS DE TALLO DE MAIZ Y ADICIONANDO 3% DE AGUA DE PENCA AZUL  
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCASH  
MATERIAL : ARENA GRUESA  
FECHA : 13/11/2017  
RELACION : AGUA / CEMENTO 0.62

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
21.50	21.75	10.16	114.07
21.80			
21.70			
22.00			

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

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Jorge Montañez Reyes*  
Ing. Jorge Montañez Reyes  
JEFE

Anexo N°14: Ensayo para la determinación de fluidez de las pastas de mortero patrón.



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

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

SOLICITA : BACH: MARIN VASQUEZ ALEXAYDER  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN MORTERO SUSTITUYENDO 7% DE CEMENTO POR CENZAS DE TALLO DE MAIZ Y ADICIONANDO 3% DE AGUA DE PENCA AZUL  
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCASH  
MATERIAL : ARENA GRUESA  
FECHA : 13/11/2017  
RELACION : AGUA / CEMENTO 0.485

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
16.90	17.05	10.16	67.81
17.50			
17.20			
16.80			

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



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Jorge Montañez Reyes*  
**Ing. Jorge Montañez Reyes**  
JEFE

**Anexo N°15:** Ensayo para la determinación de fluidez de las pastas de mortero experimental.



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

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

SOLICITA : BACH. MARIN VASQUEZ ALEXAYDER  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN MORTERO SUSTITUYENDO 7% DE CEMENTO POR CENZAS DE TALLO DE MAIZ Y ADICIONANDO 3% DE AGUA DE PENCA AZUL  
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCASH  
MATERIAL : ARENA GRUESA  
FECHA : 13/11/2017  
RELACION : AGUA / CEMENTO 0.485

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
19.20	19.15	10.16	88.48
19.20			
19.00			
19.20			

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

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Jorge Montañez Reyes*  
Ing. Jorge Montañez Reyes  
JEFE

**Anexo N°16:** Ensayo para la determinación de fluidez de las pastas de mortero experimental



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

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

SOLICITA : BACH. MARIN VASQUEZ ALEXAYDER  
TESS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN MORTERO SUSTITUYENDO 7% DE CEMENTO POR CENZAS DE TALLO DE MAIZ Y ADICIONANDO 3% DE AGUA DE PENCA AZUL  
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA ANCAASH  
MATERIAL : ARENA GRUESA  
FECHA : 13/11/2017  
RELACION : AGUA / CEMENTO 0.62

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
21.70	21.43	10.16	110.88
22.00			
20.60			
21.40			

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

  
**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Jorge Montañez Reyes*  
**Ing. Jorge Montañez Reyes**  
JEFE

**Anexo N°17: Ensayo a la compresión de cubos patrón.**



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

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

**SOLICITA :** BACH: MARIN VASQUEZ ALEXAYDER  
**TESIS :** RESISTENCIA A LA COMPRESION EN MORTERO SUSTITUYENDO 7% DE CEMENTO POR CENIZAS DE TALLO DE MAIZ Y ADICIONANDO 3% DE AGUA DE PENCA AZUL  
**LUGAR :** CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
**FECHA :** 13/11/2017

N°	TESTIGO ELEMENTO	FECHA DE ROTURA	Peso	Densidad	Longitud	Longitud	Longitud	Area	Carga	Resistencia
			Muestra (gr)	(gr/cm <sup>3</sup> )	(a) (cm)	(b) (cm)	(c) (cm)	(a*b) (cm <sup>2</sup> )	Maxima (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
01	PATRON 3 DIAS	23/06/2017	275.4	2.186	5.00	5.00	5.04	25.00	4634.00	185.36
02	PATRON 3 DIAS	23/06/2017	276.3	2.197	5.00	5.00	5.03	25.00	4645.00	185.80
03	PATRON 3 DIAS	23/06/2017	276.8	2.210	5.00	5.00	5.01	25.00	4598.00	183.92
04	PATRON 7 DIAS	27/06/2017	298.5	2.364	5.00	5.00	5.05	25.00	5191.00	207.64
05	PATRON 7 DIAS	27/06/2017	297.9	2.374	5.00	5.00	5.02	25.00	5099.00	203.96
06	PATRON 7 DIAS	27/06/2017	295.5	2.345	5.00	5.00	5.04	25.00	5052.00	202.08
07	PATRON 28 DIAS	18/07/2017	302.5	2.410	5.00	5.00	5.02	25.00	7100.00	284.00
08	PATRON 28 DIAS	18/07/2017	299.9	2.385	5.00	5.00	5.03	25.00	6983.00	279.32
09	PATRON 28 DIAS	18/07/2017	300.5	2.399	5.00	5.00	5.01	25.00	7084.00	283.36



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Jorge Montañez Reyes*  
**Ing. Jorge Montañez Reyes**  
 JEFE

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

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
 Cel. 990579937  
 Email: [imsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:imsyem@usanpedro.edu.pe)

**Anexo N°18: Ensayo a la compresión de cubos experimental.**



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

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

SOLICITA : BACH: MARIN VASQUEZ ALEXAYDER  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION EN MORTERO SUSTITUYENDO 7% DE CEMENTO POR CENIZAS DE TALLO DE MAIZ Y ADICIONANDO 3% DE AGUA DE PENCA AZUL  
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH  
 FECHA : 13/11/2017

N°	TESTIGO ELEMENTO	FECHA DE ROTURA	Peso	Densidad	Longitud	Longitud	Longitud	Area	Carga	Resistencia
			Muestra (gr)	(gr/cm <sup>3</sup> )	(a) (cm)	(b) (cm)	(c) (cm)	(a*b) (cm <sup>2</sup> )	Maxima (kg)	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	PATRON 3 DIAS	24/06/2017	281.2	2.232	5.00	5.00	5.04	25.00	4821.00	192.84
02	PATRON 3 DIAS	24/06/2017	285.5	2.270	5.00	5.00	5.03	25.00	5198.00	207.92
03	PATRON 3 DIAS	24/06/2017	282.8	2.257	5.00	5.00	5.01	25.00	5112.00	204.48
04	PATRON 7 DIAS	28/06/2017	301.0	2.384	5.00	5.00	5.05	25.00	5101.00	204.04
05	PATRON 7 DIAS	28/06/2017	299.9	2.389	5.00	5.00	5.02	25.00	5015.00	200.60
06	PATRON 7 DIAS	28/06/2017	305.2	2.422	5.00	5.00	5.04	25.00	4998.00	199.92
07	PATRON 28 DIAS	18/07/2017	302.5	2.410	5.00	5.00	5.02	25.00	7489.00	299.56
08	PATRON 28 DIAS	18/07/2017	299.9	2.385	5.00	5.00	5.03	25.00	7583.00	303.32
09	PATRON 28 DIAS	18/07/2017	300.5	2.399	5.00	5.00	5.01	25.00	7475.00	299.00



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Jorge Montañez Reyes*  
**Ing. Jorge Montañez Reyes**  
 JEFE

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

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote

Cel. 990579937

Email: [lmsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:lmsyem@usanpedro.edu.pe)