

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



Conductividad y Permeabilidad de un mortero sustituyendo al  
cemento en un 50% (por arcilla 40% y polvo de cáscara de  
arroz 10%)

**Tesis para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil**

**Autor**

Jesus Miguel, Liza Moreno

**Asesor**

Castañeda Gamboa Rogelio

**Chimbote – Perú**

**2019**

## **PALABRAS CLAVE**

<b>Tema</b>	: Diseño de un mortero
<b>Especialidad</b>	: Construcción.

## **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

<b>Área</b>	: Ingeniería y tecnología.
<b>Sub-área</b>	: Ingeniería civil.
<b>Disciplina</b>	: Ingeniería civil. : Ingeniería de la construcción

## **KEYWORDS**

<b>Topic</b>	Design of a mortar
<b>Specialty</b>	Construction

## **LINE OF RESEARCH**

<b>Área</b>	Engineering and technology
<b>Sub-área</b>	Civil engineering
<b>Discipline</b>	Civil engineering Construction engineering

“Conductividad termica y permeabilidad de un mortero  
sustituyendo al cemento en un 50% (por arcilla 40% y polvo de  
cáscara de arroz 10%)”

## RESUMEN

Este proyecto de investigación tuvo por finalidad determinar la conductividad y permeabilidad de un mortero reemplazando en un 50% al un material puzolánico como es el cemento (40% de arcilla de Pucallpa y 10% de polvo de cascara de arroz), la arcilla se activo térmicamente a 550° de temperatura por 1 ½ hora para poder potenciar sus propiedades puzolanicas y se pueda mezclar con el cemento, mientras que la cáscara de arroz se activo mecánicamente por medio de una molienda y que es muy importante debido a la densidad baja que tiene, por sus componentes acústicos y también por ser un buen aislante térmico ya que tiene una conductividad térmica parecida a la del corcho y por su fácil trabajabilidad.

La metodología utilizada en esta proyecto de investigacion fue la experimentación, porque consiste en recolectar la arcilla y las particulas de la CA, para luego pasarlo por la molienda y lograr el polvo de estos dos materiales, obtenido así el diseño del mortero el cual se evaluo mediante ensayos y obteniendo resultados satisfactoriamente , utilizando la variable independiente ( polvo de arcilla y polvo de cascara de arroz).

Los morteros se calcinaron a una temperatura de 425° por 30 minutos para poder aumentar su porosidad y obtener un mortero de baja conductividad térmica.

Por lo general se, formo dos grupos , un grupo experimental de morteros sustituyendo y un grupo de control de morteros sin sutitucion, Tal que Al sustituir al cemento por las proporciones indicadas en la mezcla de mortero, se obtuvo que en el ensayo de permeabilidad del mortero patrón o experimental el patrón es más permeable que el experimental reduciendo en un 60% y en el ensayo de conductividad del mortero con sustitución reduce en 50% en comparación al mortero convencional.

## **ABSTRACT**

The purpose of this research was to evaluate the conductivity and permeability of a mortar replacing a 50% pozzolanic material such as cement (40% Pucallpa clay and 10% rice husk powder), the clay was thermally activated at 550 ° of temperature for 1 ½ hour to be able to enhance its pozzolanic properties and it can be mixed with cement, while the rice husk is activated mechanically through grinding and that is very important due to its low density, for its acoustic components and also for being a good thermal insulator since it has a thermal conductivity similar to that of cork and for its easy workability.

The methodology used in this research project was experimentation, because it consists of collecting the clay and the particles of the rice husk, and then passing it through the grinding and obtaining the powder of these two materials, thus obtaining the design of the mortar which It was evaluated through tests and obtaining satisfactory results, using the independent variable (clay powder and rice husk powder).

The mortars were calcined at a temperature of 425 ° for 30 minutes in order to increase their porosity and obtain a mortar with low thermal conductivity.

In general, two groups were formed, an experimental group of substituting mortars and a control group of mortars without substitution, such that when substituting cement for the proportions indicated in the mortar mixture, it was obtained that in the permeability test of the Standard or experimental mortar, the pattern is more permeable than the experimental one, reducing it by 60% and in the conductivity test of the mortar with substitution, it reduces it by 50% compared to conventional mortar.

# INDICE

PALABRA CLAVE - LINEA DE INVESTIGACION.....	i
TITULO.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
I. INTRODUCCIÓN	
II. METODOLOGÍA	
III. RESULTADOS	
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
VI. AGRADECIMIENTO	
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
VIII. ANEXO Y APÉNDICE	
ANEXO 01 Panel Fotografico .....	61
ANEXO 02 Ensayo De Analisis Termico Diferencial.....	72
ANEXO 03 Ensayo De Composicion Quimica .....	76
ANEXO 04 Ensayo Del Potencial De Hidrogeno .....	85

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composicion del cemento.....	7
Tabla 2: Componentes químicos del cemento portland tipo I.....	8
Tabla 3: calidad de agua para el concreto.....	10
Tabla 4: Conductividad termica de diferentes materiales.....	11
Tabla 5: Componentes de la cascara de arroz.....	12
Tabla 6: Constitucion de la cáscara de arroz. ....	14
Tabla 7: Conductividad térmica de diferentes materiales. ....	15
Tabla 8: Grado de plasticidad de la arcilla ....	21
Tabla 9: Materiales porosos.....	22
Tabla 10 : variable independiente, dosificación en diseño de mezcla de mortero.....	29
Tabla 11: Cantidad de materiales para el mortero.....	30
Tabla 12: materiales utilizados en el mortero.....	30
Tabla 13: Gradación de la arena real y propuesta.....	40
Tabla 14: Límites de atterberg.....	44
Tabla 15: Componentes quimicos de la arcilla ....	45
Tabla 16: Componentes quimicos de la cascara de arroz.....	46
Tabla 17: Ph de los componentes activos de la pasta.....	46
Tabla 18: Componentes de la relación agua – cemento y la fluidez ....	47
Tabla 19: Peso específico de mis materiales.....	48
Tabla 20: Ensayo de las muestras estandar a los 28 días.....	49
Tabla 21: Ensayo de las muestras experimentales a los 28 días.....	50
Tabla 22: Ensayo de permeabilidad de mis morteros ....	52

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Parte externa de la cascarilla de arroz .....	13
Figura 2: Parte interna de la cascarilla de arroz .....	13
Figura 3: Composición de la cáscara de arroz.....	14
Figura 4: Producción de la cascara de arroz por región .....	17
Figura 5: Producción de la cascara de arroz a nivel nacional.....	17
Figura 6: Composición de la arcilla.....	19

Figura 7: Estructura fundamental de la arcilla .....	20
Figura 8: Plasticidad (casagrande, 1932).....	21
Figura 9: Lugar de donde se recolectará la arcilla.....	22
Figura 10: diagrama de holtz y kovacs .....	45
Figura 11: Escala del potencial de hidrogeno.....	47
Figura 12: Diagrama de fluidez de mortero patrón y experimental.....	48
Figura 13: Diagrama de peso específico de mis materiales.....	49
Figura 14: Clasificación según conductividad térmica del material .....	50
Figura 15: diagrama de conductividad tanto patron como experimental.. .....	51
Figura 16: Comparación de ensayo de conductividad .....	51
Figura 17: diagrama de Permeabilidad del mortero patrón y experimental .....	53
Figura 18: Comparación de permeabilidad del mortero .....	53
Figura 19: Prueba del limite liquido .....	62
Figura 20: Prueba del limite Plastico .....	62
Figura 21: arcilla para el ensayo de ATD .....	63
Figura 22: Cuarteo de la arena gruesa .....	63
Figura 23: graduando la arena gruesa .....	64
Figura 24: recolección de los sacos de cascara de arroz .....	64
Figura 25: limpieza de la cascara de arroz .....	65
Figura 26: ensayo de fluidez del mortero .....	65
Figura 27: elaboración de especimenes .....	66
Figura 28: peso especifico de los materiales.....	67
Figura 29: ensayo de conductividad termica del mrotero.....	67
Figura 30: ensayo de permeabilidad del mortero.....	68
Figura 31: Analisis termogravimetrico de la arcilla.....	68
Figura 32: análisis calorimétrico de la arcilla.....	69
Figura 33: activación mecánica de la cascara de arroz.....	69
Figura 34: activación termica de la arcilla.....	70
Figura 35: calcinación de los morteros experimentales.....	71



# **I. INTRODUCCION**

## **ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACION CIENTIFICA**

### **ANTECEDENTES**

#### **ANTECEDENTE INTERNACIONAL**

Serrano, T (2012), Esta publicación es una investigación experimental. Como resultado obtuvimos morteros de densidad baja y porosidad alta que sirven para fabricar materiales para la construcción, Llegamos a la conclusión que llevando un tratamiento a la CA y agregándole cloruro obtuvimos morteros ligeros.

Se analizó la posibilidad de emplear al polvo de la CA como sustitución para la elaboración de morteros ligeros. se obtuvieron morteros ligeros con densidades en el entre 1;1–1,4 g/cm<sup>3</sup>, con una resistencia entre 3 y 5 MPa. , son utilizados para construcciones livianas y de uso acústico

Taylor, Lamon, Riding, & Juenger, (2015), Esta publicación es una investigación experimental los resultados fueron que la técnica de análisis termogravimétrico resultó útil para medir el contenido amorfo de la SMC y ayudar en la selección de la temperatura de calcinación para cada muestra de arcilla

Evaluaron su viabilidad como el material suplementario cementante, la arcilla se sometió a calcinación a 500, 650 ° C, 830 ° C y 930 ° C, mantenimiento de la temperatura de calcinación específico para 1 h.

Se llegó a la conclusión que el ensayo de análisis termogravimétrico me ayudara a saber a que temperatura voy a calcinar (activar) térmicamente mi muestra y teniendo en cuenta el tiempo .

#### **ANTECEDENTE NACIONAL**

Charca, S. (2015), En este artículo obtuvimos morteros que tienen conductividad que varía entre 0,049 - 0,118 W / m K, siendo bien Ichu uno de los materiales con valores térmicos muy bajos.

El objetivo de esta revista es que se llegue a lograr que el ichu sea un material utilizado

en el la realización de mortero debido a sus propiedades que le permiten lograr una conductividad térmica baja.

En la utilización del Ichu como material sustituyente en el mortero obtuvimos como resultados una muestra con densidad baja y baja conductividad térmica por lo tanto el ichu tienen grandes propiedades como material aislante.

## **ANTECEDENTE LOCAL**

Cabello,D (2016) de acuerdo a los resultados obtenidos en esta tesis:

Desarrollo una investigación mediante la Activación térmica de la arcilla lo cual realizo un Ensayo Térmico Diferencia con un barrido desde la temperatura ambiente hasta los 550 °C por 1 ½ horas. A su vez elaboro ensayos de morteros de concreto patrón dando resultados a los 28 días 0.34 W/mK y los experimentales 0.17 W/mK, a los 28 días .

Se llegó a la conclusión que La conductividad térmica del patrón disminuyó en un 51,43% en relación con el experimental y se redujo en un 65.14 % respecto al patrón con respecto a la resistencia a la compresión.

Barreca, F. (2013). En este trabajo se propone y analiza un uso original de hueso de aceituna con el fin de mejorar las prestaciones de aislamiento térmico de cemento mortero de cal y reducir su densidad final. Para este fin, el documento ilustra un conjunto de pruebas a pequeña escala, que se realizaron en muestras de mortero de cal cemento mezclado con diferentes porcentajes de hueso de aceituna, en cumplimiento de los protocolos ISO.

Estas pruebas permitieron evaluar las relaciones entre conductividad térmica, densidad y absorción de agua por cada porcentaje de hueso de aceituna. Se observó que la adición de 70% del peso seco de hueso de aceituna permitido reducir la conductancia térmica media de mortero de cal de cemento en más del 76% y su densidad por alrededor de 30%.Se ha desarrollado un prototipo de sistema de medición portátil, que se basa en la medición del flujo de calor y permitió obtener valores promedio de conductancia térmica con error promedio por debajo de 10%.

## **FUNDAMENTACION CIENTIFICA**

### **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**

El mortero constituye una parte importante en la etapa de la construcción. Con la finalidad de obtener una estructura estable el hombre decidió elaborar pastas y mortero. Al comienzo se elaboraban pastas de mortero con arcilla pero debido a la intensidad atmosférica estas se deterioraban rápidamente.

Alrededor del tiempo algunos fenómenos naturales son los principales causantes de que las edificaciones se deterioraron, haciendo que sufran diferentes tipos de daños como son las grietas. Por lo cual estamos con la necesidad de buscar nuevas tecnologías que me permitan poder sostener o reparar dichos problemas ya que si es para reparar podamos volverlo a su resistencia inicial ya que es una forma de evitar esos daños sin gastar mucho

La industria de la construcción ha tenido un notorio crecimiento en todo el mundo, pero los fenómenos naturales (sismos, movimiento de suelos, etc.) que se presentan a diario son cada vez mayores los daños que ocasionan son cada vez más grandes, motivo por el cual es sumamente caro su mantenimiento y sus remediaciones.

Gracias a los conocimientos empíricos, científicos y técnicos a lo largo del tiempo, la producción y fabricación de estos materiales ha experimentado importantes cambios, desde una fabricación artesanal a una industrial en la cual se utilizan nuevos productos así como nuevos procedimientos y tecnología para garantizar una producción de mortero de calidad.(Salamanca, 2015)

Gracias al impulso de las nuevas tecnologías e investigaciones lo llevan al margen de las necesidades. Los diseños de nuevas mezclas de acuerdo con su aplicación, los procesos de elaboración, sistemas de puesta en obra y nuevos aditivos; hacen que las propiedades de los morteros como de los concretos se puedan ver modificadas ampliamente y responder a nuevas limitantes para satisfacer las necesidades en cualquier edificación. Esto refleja que los morteros son tan útiles como necesarios y hoy en día tenemos en este campo una industria moderna.

## **MORTEROS**

El mortero es una mezcla que se obtiene de unir un aglomerante y agregado fino a los cuales se le añade una cierta cantidad de agua que me proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado.

El mortero también es una mezcla que se utiliza para pegar piezas de mampostería en muro y también sirve como revestimiento en las paredes.

## **CARACTERITICAS**

### **Características del mortero fresco**

**Salamanca, R. (2014)**, según este artículo la pasta se genera cuando añadimos agua al cemento lo cual en su etapa inicial se desarrolla el proceso de hidratación lo cual genera una consistencia aplástica para después pasar a un estado de solidificación.

## **PROPIEDADES DE LOS MORTEROS**

Con respecto a la evaluación de las propiedades del mortero, se toman en cuenta las propiedades en estado plástico y estado fortificado ya que si esta muestra cumple con las características establecidas, llegará a fraguar y endurecer en el tiempo esperado y obtendrá la resistencia requerida.

### **Propiedades en estado fresco**

**Trabajabilidad / Consistencia:** consiste en ver como funciona la mezcla que al añadir cierta cantidad de agua y al mezclarse con el agregado y se pueda ver si esta mezcla es seca y trabajable.

**Tiempo de Utilización:** es el tiempo en el cual el mortero es utilizada con su adecuada trabajabilidad manteniendo obviamente las características que presenta una mezcla fresco .

**Capacidad de Retención de agua:** Esta propiedad es muy importante ya que podemos ver la capacidad de retención de agua que tiene el mortero para poder mantenerse suave y plástico durante el tiempo suficiente para su utilización

**Densidad aparente:** esta en función de los materiales a utilizar ya que los conglomerantes son siempre los mismos y también depende de la dosificación de los materiales, ya que la principal influencia de la densidad es la trabajabilidad, porque para que sea un mortero ligero debe ser muy trabajable.

**Contenido en Aire:** esta propiedad es muy importante ya que para que la durabilidad del mortero sea la adecuada debe presentar un correcto contenido de aire, pero no en exceso porque al contener demasiado aire genera una reducción de las resistencias mecánicas.

**Adherencia:** es una propiedad que me permite poder medir la resistencia que presenta el mortero sobre la superficie que se aplica

### **Propiedades en estado de endurecimiento**

**Resistencia Mecánica:** En esta propiedad el mortero tiene que soportar una carga mecánica que actúan sobre el ya que como vemos los morteros están sujetos a fuerzas de flexión y de compresión

**Adhesión:** define la adhesión, como la unión entre el mortero para la albañilería y el muro ya que una buena adhesión es esencial para no permitir el ingreso de agua y humedad, y no producir grietas en el revestimiento de los muros.

**Absorción de Agua:** La absorción depende de la estructura del material, por lo que mientras más sólido sea el mortero en consecuencia, menor absorción presentará.

**Densidad Aparente:** La densidad del mortero dependerá fundamentalmente de lo que se le añade al mortero, también incluye la dosificación de los materiales, la relación agua cemento, ya que mientras mayor sea la relación agua cemento más poroso será el mortero.

**Durabilidad:** es la resistencia del mortero con respecto a la penetración del agua, agentes corrosivos, ya que morteros de alta resistencia tienen buena durabilidad.

**Retracción:** es la pérdida del volumen del mortero y se debe a morteros con una alta relación agua-cemento, y para evitar es conveniente usar cementos de baja retracción al secado

## **COMPONENTES DEL MORTERO**

Existe una amplia variedad de componentes para la realización de un mortero el cual debe llevar como mínimo un material aglomerante y un inerte.

### **CEMENTO PORTLAND:**

El cemento es un conglomerante que al mezclarse con el agregado me produce una mezcla resistente y es utilizado mayormente en la construcción ya que al entrar en contacto con el agua tiene las características de fraguar y endurecerse.

#### **Composición química**

Tacilla, A & Cardozo (2016) en "Composición Química del cemento" trata de que a la hora de la elaboración del cemento incluyen algunas materias primas y propiedades generales y son:

**Silicato tricálcico (C3S)**, se le asigna su resistencia e interviene abiertamente con el calor

**Silicato dicálcico (C2S)**, hace que pueda lograr a definir su resistencia a largo plazo y no tiene mucha relación directamente con el calor

**Aluminato tricálcico (C3A)**, tiene una inmensa rapidez en el fraguado por lo que es necesario añadir yeso o cal para poder retrasar un poco el fraguado.

**Aluminio- ferrito tetracálcico (C4AF)**, interviene en el momento de que trata de mantenerse en un estado saludable y no tiene que ver con el calor.

**Oxido de magnesio (MgO)**,

**Oxido de potasio y Sodio (K<sub>2</sub>O5NaO)**,

**Oxido de Manganeso y Titanio (Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>)**, este componente no es principalmente una propiedad del mortero solo que por momentos tienden a cambiar de forma y color de acuerdo al porcentaje que influye y que si sobrepasa eso tiende a disminuir en su resistencia.

**Tabla 1 :** Composicion del cemento

%	Descripcion	PROVIENE
95%<	Oxido de calcio (CaO)	cal
	Oxido de Silice (	arcilla
	Oxido de Aluminio	
	Oxido de Fierro	
5%<	Oxido de Magnesio, Sodio, potasio, titanio, azufre, fósforo y magnesio	yeso

#### **Tipos de Cementos:**

- Tipo I, es utilizado en diferentes obras de concreto y en relación a los demás este desprende mas calor.
- Tipo II, tiene una mesurada dureza a los sulfatos y son utilizados en obras como puentes y tuberias de concreto.
- Tipo III, se utiliza este tipo cuando se necesita que la estructura reciba cargas a los pocos días de haberse vaciado.
- Tipo IV, es utilizado en obras de coconreto armado como es el caso de presas.
- Tipo V, usado donde halla un gran grupo concentrado de sulfatos como puede ser canales y alcantarillas.

**Tabla 2 :** Componentes químicos del cemento portland tipo I

Componentes	Cemento tipo I
SiO	21%
FeO	4.5 %
AlO	5.5 %
CaO	64 %
MgO	2.4%

### **AGREGADO FINO**

**Teodoro E. (2013).** El agregado fino es un material que se emplea en la mezcla de concreto y es muy útil porque facilita el acabado y puedo lograr a evitar la segregación. También el agregado fino es muy importante ya que al unirlo con el cemento y agua puedo formar una pasta de mortero.

#### **Propiedades físicas:**

Para que el agregado fino pueda utilizarse en la mezcla plástica debe tener las especificaciones técnicas requeridas.

#### **Peso específico**

Viene a ser el calculo entre el peso de la muestra y su volumen en relación al peso unitarios ya que este no llega a tomar en cuenta el volumen que ocupan los vacios de la muestra.

#### **Peso unitario**

Esta propiedad depende mucho de su forma y tamaño de su granulometría y también de factores como el tamaño de este y su forma de consolidación.



### **Peso unitario suelto**

Viene a ser la relación entre la masa del agregado y la magnitud de este.

### **Peso Unitario Compactados**

Este ensayo se hace en tres partes iguales compactando en cada parte con una varilla de acuerdo a lo especificado

### **Contenido de humedad**

Viene la cantidad de agua que existe en el agregado , es muy importante ya que con ese porcentaje podemos darnos cuenta cuanto variara el agua en el concreto.

### **Gradación (NTP 399.607)**

Esta propiedad caracteriza al agregado en base a la densidad de tamaños de partículas que lo conforman. La importancia de esta propiedad es que de acuerdo a la forma como están distribuidos sus tamaños

El agregado no deberá tener más del 25% entre los tamices de # 50 (300  $\mu\text{m}$ ) y de # 100 (150  $\mu\text{m}$ )

Y que no debe sobrepasar del 50% de lo que queda en cualquiera de dos tamices.

### **AGUA**

El agua que empleamos en la mezcla de concreto debe estar limpios de impurezas ya que le brinda al cemento una buena hidratación, pero a la vez sirve para mejorar la trabajabilidad de la mezcla y sirve para curar la obras de concreto.

Para poder darle un buen uso al agua en la mezcla de concreto es necesario siempre tener en cuenta algunas condiciones:

- Que para que la mezcla sea trabajable es necesario darle una buena dosificación de agua.
- El agua es muy importante en el concreto ya que le facilita al cemento poder evolucionar su habilidad ligante.

- Que tanto a la hora de mezclar el concreto como también a la hora de hacer el curado del concreto el agua debe estar limpia porque puede perjudicar a la hora de fraguar y endurecer.
- Que como para toda mezcla para cierta cantidad de cemento se le añade cierta cantidad de agua del total para poder hidratar al cemento y lo demás sirve para aumentar la fluidez de la mezcla y pueda aumentar su trabajabilidad

### **CURADO:**

Trata del proceso en el cual el concreto elaborado con cemento agregado y agua madura y endurece con el tiempo para luego de los días de curado pueda saber la resistencia de esta.

*Tabla 3:* calidad de agua para el concreto

RELACION	LP
Limite en suspensión	5000ppm max
Materia organica	3ppm max
Alcalinidad – NaHCO <sub>3</sub>	1000 ppm max
Suelo	600 ppm max
pH	5 a 8
cloruros	1000 ppm max

### **CONDUCTIVIDAD TÉRMICA**

**NCh 853, (2007)** es una propiedad que se basa en la transferencia de calor de las moléculas de un cuerpo hacia otro homogéneamente. Se expresa en W/ (m.K).

Limone (2012) afirman que los materiales aislantes se caracterizan por una baja conductividad térmica.

**Tabla 4 :** Conductividad Térmica De Diferentes Materiales

MATERIAL	K (W/mK)
Gases	0.007-0.17
Aislantes	0.03-0.2
Liquidos No Metalicos	0.08-0.7
Solidos No Metalicos	0.03- 2.6
Metales Liquidos	8.0-78.0
Aleaciones	13.0-120.0
Metales Puros	52.0-415.0
Aceros	40-70

También se le define como una magnitud intensiva, ya que esto viene a serlo inverso a la resistencia térmica.

**ERAZO.R (2007)** La conductividad térmica viene a ser aquel que se sujeta a la temperatura, presión y composición de la misma. Según Fourier, la conductividad térmica se define como:

En donde:

$$K: \quad k = \frac{q_k / A}{dT/dx}, \text{ (W/m K)}$$

La medición de la conductividad térmica de los aislantes térmicos se puede efectuar con dispositivos que utilizan un método primario de medición o con aparatos que emplean un método secundario de medición.

### **Conductancia térmica (C)**

Viene a ser cantidad de calor que puede transferirse de una muestra a otra , por medio de una diferencia de temperatura que existe de una a otra.

### Valor R – Resistencia térmica

Es variación de temperatura de dos superficies definidas de un material , viene a ser lo inverso de la conductividad térmica y se determina por medio del grosor del especimen y su conductividad térmica.

$$R = \frac{\Delta T}{q} = \frac{L}{k}$$

### CASCARA DE ARROZ

Según **Chur,G (2010)**. La cáscara de arroz viene a ser un producto que proviene de la molienda del grano de arroz que se saca de los cultivos.

Según **Sierra.J (2009)**. La representación de la cascarilla de arroz viene dado por diferentes partes como son 72% de endospermo almidonoso, 20% es cascarilla y 8% de pericarpio.

También viene a ser una fibra que cubre al grano de arroz para poder protegerlo del ambiente.

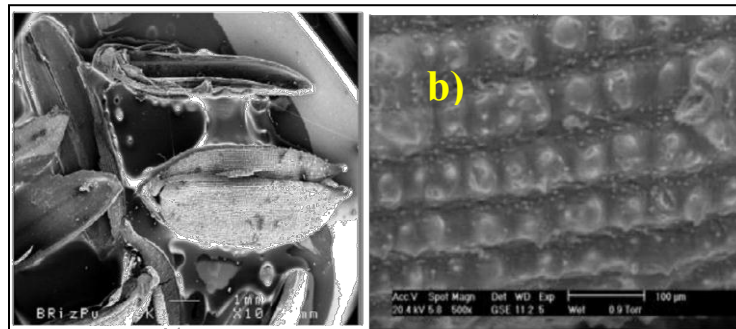
Este material tiene abundantes propiedades que le permiten presentar un volumen poroso del 54% ya que gracias a su su coeficiente de conductividad térmica permite que lo utilizemos como material aislante térmico.

**Tabla 5 :** Componentes De La Cascara de arroz

Componente	Porcentaje
Carbono	39.1 %
Hidrogeno	5.2 %
Nitrogeno	0.6 %
Oxigeno	37.2 %
Azufre	0.1 %
Cenizas	17.8 %
Total	100.0

## CARACTERIZACIÓN DE LA CÁSCARA DE ARROZ:

Según Gómez A. (2009): Trata de las partes externa de la cascarilla de arroz , donde abla de que esta constituida por una estructura separada por granos y que contiene en sus componentes silicio y que se expanden por toda la superficie.



**Figura 1:** Parte Externa De La Cascarilla De Arroz



**Figura 2:** Parte Interna De La Cascarilla De Arroz

## MORFOLOGÍA DEL GRANO DE ARROZ:

Según Gómez (1994): La composición del grano de arroz esta compuesta por una cubierta protectora exterior.

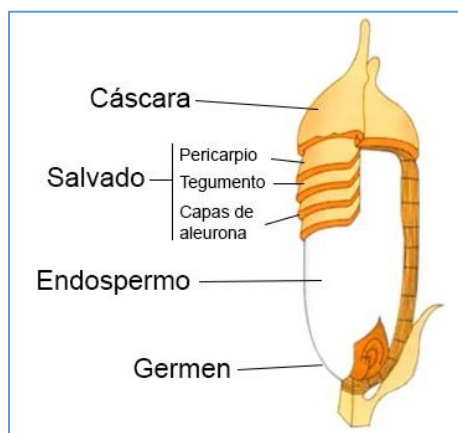
El arroz tambien esta compuesto por capas como son :

- Pericarpio
- tegumento o cubierta seminal y
- nucela

Una de las capas como la aleurona tiene a variación de 1 a 5 capas celulares, más inmensas en la parte dorsal que en la parte ventral

Las células de la aleurona y del embrión tienen compuestos proteínicos, que contienen fitatos, y compuestos grasos.

Las células del endospermo viene a ser de parte delgada y que contienen almidon compuesto



**Figura 3 :** Composición de la cascara de arroz

### PROPIEDADES DE LA CASCARA DE ARROZ

La CA tiene abundantes propiedades por las cuales las mas importantes son:

Lo podemos adquirir en cantidades necesarias en cualquier parte del mundo ya que cuando es calcinado produce bastante ceniza .

El elevado porcentaje de silicio que posee la CA lo hace que se convierta en una excelente puzolana.

**Tabla 6 :** Constitución de la CA.

Constituyente	Formula	Porcentaje
<b>Celulosa</b>	$C_5H_{10}O_5$	50%
<b>Lignina</b>	$C_7H_{10}O_3$	30%
<b>Sílice</b>	$SiO_2$	20%

A la hora de calcinar la cascarilla de arroz la lignina y la celulosa presentes en ella son eliminadas y solo quedaría el silicio

#### ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DE LA CASCARA DE ARROZ

Luego de hacerle un estudio general a la composición química de la cascara de arroz obtuvimos un porcentaje de sílice en un 73.85 y Los óxidos de potasio (K<sub>2</sub>O) y sodio (Na<sub>2</sub>O), vienen dado como una suciedad principal. El K<sub>2</sub>O de una muestra de ceniza de cáscara de arroz depende de lo que se utilice como fertilizante en el cultivo del arroz.

Dióxido de Silicio (SiO<sub>2</sub>) en 73.853%, siendo éste un material cementante, Contiene también un 22.61% de Óxido de Potasio (K<sub>2</sub>O) proveniente de la cantidad de fertilizantes que se usa en el cultivo y como es un material cemento puedo sustituir al cemento en la preparación del mortero (NTP ASTM C618 1980)

#### CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE LA CÁSCARA DE ARROZ

**Quiceno Et Al., (2010).** De acuerdo a este artículo llegamos a darnos cuenta que este material tiene una buena capacidad aislante, ya que la cascara de arroz debido a su baja conductividad térmica y comparado con otros materiales pueden ser muy útiles a la hora de utilizar materiales aislantes.

**Tabla 7 :** Conductividad térmica de diferentes materiales

Material K	(W/m*k)
Adobe	0.176
Madera	0.0330
Cascarilla De Arroz	0.0360
Fibra De Vidrio	0.0380
Corcho Aglomerado	0.0450

## **POROSIDAD DE LA CASCARA DE ARROZ**

**Quiceno Et Al., (2010).** Según este artículo para poder medir la porosidad de la CA lo primero que tenemos que hacer es distinguir el volumen de aire de la muestra y el volumen de aire de los poros que actúan en la muestra.

## **LA CÁSCARA DE ARROZ COMO AGREGADO EN EL CONCRETO**

**Linares,C (2015).** Realizo una investigación de tesis utilizando cascara de arroz y las cenizas del arroz en ladrillos de concreto utilizando 4 porcentajes diferentes de cascara de arroz (10%, 15%, 20 % y 25%) y la CA calcinadas (5%, 10 %, 15 % y 20%) sometándolo a pruebas de Humedad, Absorción, Carga y Compresión. Llegando a resultados de la resistencia a la compresión fue del porcentaje realizado de 20% C.A y 15% C.C.A con 20,1250 Kg/cm<sup>2</sup> y la menos resistencia tuvo el porcentaje de 10% C.A y 5% C.C.A con 17,0750 Kg/cm<sup>2</sup>. Por lo cual recomendó fabricar ladrillos utilizando la CA en polvo , y ya obteniendo esas partículas diminutas podemos tener un mejor acabado al elaborar los ladrillos .

## **PRODUCCIÓN EN EL PERÚ:**

Según este artículo la cascara de arroz es un producto muy importante en el proceso agroindustrial, actualmente en algunos casos a la cascarilla de arroz se le considera como material de desecho. En la zona costa existen instalaciones de industria arroceras casi sobrepasa el 50%.

Posteriormente en la actualidad la producción de arroz se ha incrementado en los últimos años por el aumento de la superficie dedicada a este cultivo, A nivel regional, existe un alto porcentaje de cosecha en la provincia de Santa, en los distritos de Coshco, alto Perú, etc.



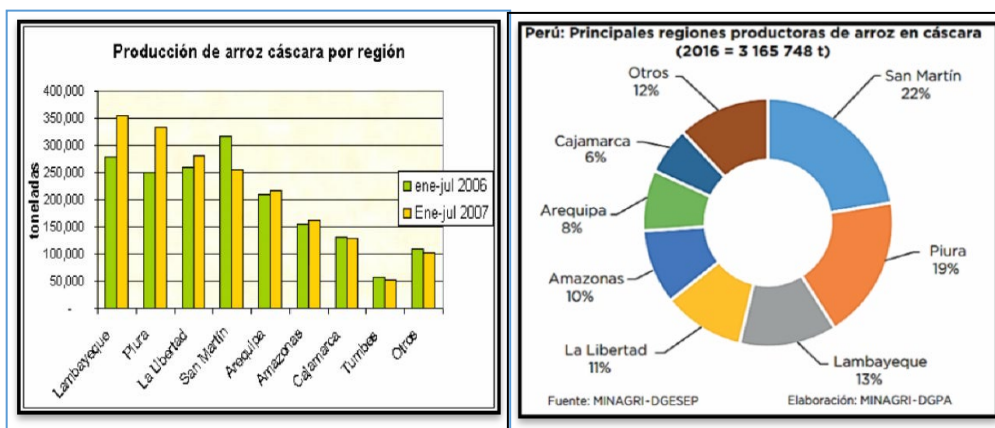


Figura 4 : Producción de la cáscara de arroz por región

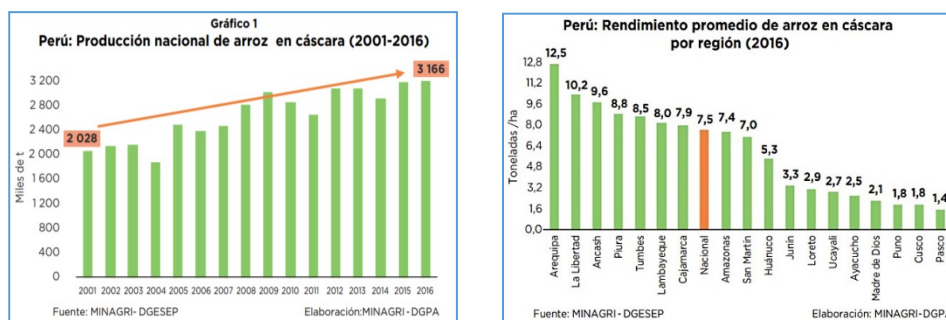


Figura 5: Producción de la cáscara de arroz a nivel nacional

## CANTERAS

Viene a ser el lugar de donde obtendremos materiales de construcción como son los agregados que son utilizados para obras de enrocados, pavimentación o cualquier obra de construcción.

### ✓ Selección de cantera a utilizar:

- **Para los Agregados:**

La selección de la cantera para agregado fino debe cumplir con las normas ASTM, además de las propiedades de las fibras adicionadas, ya descrita en Ítems anteriores para el diseño de mortero. Para obtener este material se eligió una cantera adecuada ubicado en la panamericana norte, antes del túnel de Coishco, esta aproximadamente a 10 minutos de la universidad San Pedro.

## **MATERIAL AISLANTE**

**Rougeron (2013)** trata de que el objetivo de un material aislante es que no pueda ingresar ninguna parte de calor de un cuerpo a otro.

Por general existen algunos materiales térmicos que tiene la facilidad de aprovechar el hecho de que el aire es un excelente aislante, ya que a la vez son porosos porque mantienen el aire atrapado dentro de este.

Una característica física muy importante que tienen los materiales aislantes viene a ser que tienen una baja conductividad térmica.

### **Características de los aislantes térmicos**

**Rougeron (2013)** afirma que la función de un material aislante es que tiene como finalidad ofrecer una buena resistencia al calor y por tener baja conductividad calorífica

## **POROSIDAD**

**Gregg & Sing. (2011)** es una propiedad que trata de los materiales que indica la cantidad de huecos o espacios vacíos presentes en la muestra y tiene la facilidad de absorber líquidos y gases.

## **PUZOLANAS**

**NTP 334.090(2013)** afirma que un material que tiende a ser silíceo cuando al tener presencia de la humedad reacciona químicamente con el hidróxido de calcio, a temperaturas comunes, para luego llegar a formar compuestos que brinden propiedades cementicias.

Consiste en que en que los materiales puzolánicos llegar a depender de sus composición química ya que como dice en este artículo que se prefiere materiales que en su composición actúen los tres óxidos ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y que llegue a sobrepasar el 70%.y así se convierta y en una puzolana que no tiene una forma definida.

## PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.

Una de las propiedades muy importantes de la puzolana depende de sus etapas activas que esta presenta, de la relación al mezclarse con otro material y de su temperatura

### ARCILLA:

Es un sedimento mineral que se vuelve plástico cuando tiene contacto con el agua y que esta formado de materiales finos muy pequeños y que estas compuestos de silicatos de aluminio .(Angelone, S. 2016).

### Características:

- Su masa se extiende al tener contacto con el agua.
- Otra es que cuando se une con el agua se llega a reestablecer y se vuelve plastica.
- Actualmente esta mezclada con una materia organica.
- Este material al ser sometido a temperaturas que sobrepasen los 600°C adquiere una gran dureza.

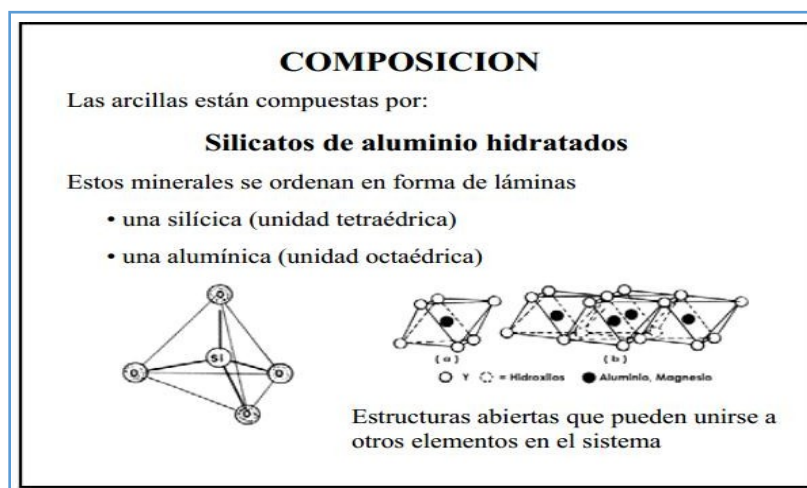


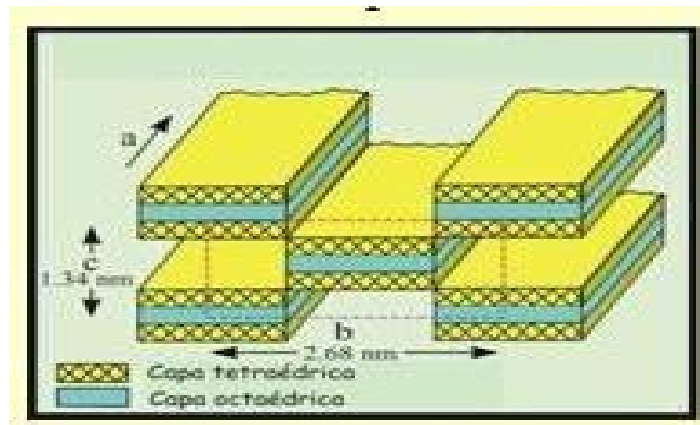
Figura 6 : Composición de la arcilla

El contenido de caolinita fue calculado como la pérdida de masa en el intervalo de deshidroxilación de la caolinita entre 400 °C y 600 °C, mediante análisis termogravimétrico (TGA), de acuerdo con la metodología reportada por Avet y otros investigadores (2016)

## PROPIEDADES FISICAS DE LA ARCILLA

### Capacidad de absorción y Retención de Líquidos

Esta propiedad es relacionada abiertamente con la porosidad ya que existen dos tipos de procesos en el cual se dan de forma aislada y uno de los procesos viene a ser la absorción y adsorción . La absorción de agua del material absorbentes sobrepasa del 100% con respecto al peso. (García, 2012)



.Figura 7: Estructura fundamental de la arcilla

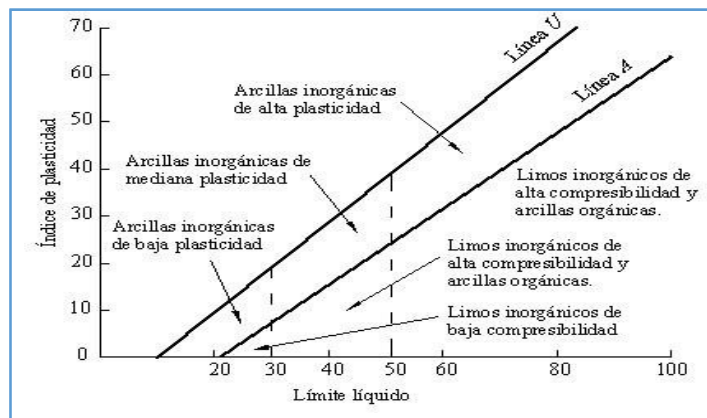
- **PLASTICIDAD**

Las arcillas tienen la propiedad de que al tener contacto con el agua se forma una mezcla plástica produciendo una masa lubricante que pueda facilitar el movimiento de las partículas cuando se ejerce una fuerza sobre ellos.

Y para darnos cuenta el estado de plasticidad que tiene nuestro material lo hacemos por medio de los índices de atterberg.

**Tabla 8:** Grado de plasticidad de la arcilla

Índice	Relación
0-3.5	No
4-16	severamente
17-33	Baja plasticidad
>33	Elevada plasticidad



**Figura 8 :** plasticidad (Casagrande, 1932)

- POROSIDAD Y PERMEABILIDAD**

Se define que la porosidad varia según el tipo de arcilla ya que depende de la consistencia que adquiere la masa después de elevar la temperatura de esta. y con respecto se dice que algunas de estas que se hierben a baja temperatura llegan a poseer una elevada absorción y este le permite obtener una porosidad alta. (Famiglietti, -2014)

**Tabla 9 :** Materiales porosos

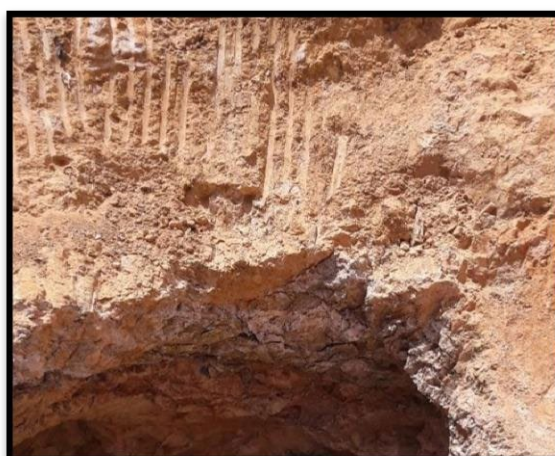
	total	eficaz
Arcillas	40 a 60	0 a 5
Limos	35 a 50	3 a 19
Arenas finas, arenas limosas	20 a 50	10 a 28
Arena gruesa o bien clasificada	21 a 50	22 a 35
Grava	25 a 40	13 a 26
Shale intacta	1 a 10	0,5 a 5
Shale fraturada/alterada	30 a 50	
Arenisca	5 a 35	0,5 a 10
Calizas, dolomías NO carstificadas	0,1 a 25	0,1 a 5
Calizas, dolomías carstificadas	5 a 50	5 a 40
Rocas ígneas y metamórficas sin fracturar	0,01 a 1	0,0005
Rocas ígneas y metamórficas fracturadas	1 a 10	0,00005 a 0,01

- **PRODUCCION DE LA ARCILLA EN EL PERU**

Con respecto a la la arcilla en nuestro país , Debido a sus propiedades plásticas que tiene ya que al tener contacto con el agua puede ser modelada facilmente ya que se convierte en una masa y que al tener contacto con la temperatura llegue a convertirse en un material totalmente rigido denominado cerámica.

Este material también es utilizado actualmente para fabricar porcelanas , lozas y puede parecerse de diferentes colores desde un pálido gris hasta un oscuro rojo anaranjado.

El llamado horno de alfarero es el llamado para cocer arcilla y se utiliza este material también para construir edificaciones de adobe y ladrillo.



**Figura 9:** Lugar donde se recolectará arcilla

## **PROCEDIMIENTO METODOLOGICO**

La arcilla usada en esta investigación fue recolectada de Pucallpa el 30 de Agosto del 2016.

- **Preparación de la Muestra**

En el caso de la arcilla, Para eliminar la arena presente en la arcilla hizo un lavado colocando una malla organza del orden de 150  $\mu\text{m}$  en la entrada del balde , lo cual permitió el paso de la arcilla y el limo disuelto en el agua y retuvo la arena. Lo que paso de la malla (agua, arcilla y limo) se dejó reposar por 1 día , y nos dimos cuenta que hubo una separación de fases: en la base del recipiente se ubica el limo, por encima de este se ubica la arcilla y por encima de ambos el agua. Para eliminar el liquido , ésta se succiono hasta el ras de la arcilla. Para separar la arcilla del limo se inclinó el recipiente a un orden de  $70^\circ$  respecto a la vertical. Manteniendo ésta inclinación, la arcilla fluyó hacia un recipiente y el limo se quedó en el fondo del recipiente del lavado. Luego este limpia de arena y limo se secó a  $100^\circ\text{C}$  durante 24 horas en una estufa.

- **Temperatura de Calcinación**

El comportamiento térmico de la arcilla se llevó a cabo por análisis térmico diferencial junto con termo gravimetría (ATD / TG).

- **Activación térmica y mecánica de los materiales.**

La arcilla limpia fue calcinada a  $600^\circ\text{C}$ , de acuerdo al ATD y el tiempo a calcinar fue 1 1/2h de acuerdo a la referencia de Taylor – Lange et al., (2015), donde usan el tiempo de 1h a partir de los  $650^\circ\text{C}$ ., pero a menos temperatura se dio menos tiempo. Luego para reducir el tamaño del material calcinado tuvimos que pasarlo por el tamiz.

- **Medición del PH**

Para medir el potencial Hidrógeno (pH) de las diferentes proporciones de las pastas considerado en este estudio, se procedió de la siguiente manera: para la proporción de la mezcla cemento/arcilla – polvo de cáscara de arroz, se utilizó 10 g de mezcla,

**Ensayos utilizados para la caracterización de las muestras**

- Para determinar la composición estructural de las muestras se realizaron ensayos de límites de Atterberg.
- Para determinar la temperatura de calcinación se utilizó el análisis termo gravimétrico.
- Para determinar la composición química de las muestras se realizaron ensayos de Fluorescencia de Rayos X.
- Para determinar el pH) de las Muestras correspondientes a las diferentes proporciones de la pasta se utilizó un medidor de pH o potenciométrico.
  - ✓ Ensayo de conductividad térmica
  - ✓ Ensayo de permeabilidad



## **JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACION:**

En este proyecto de investigación se pretende evaluar la Conductividad térmica del mortero reemplazando el 50% al cemento (40% de arcilla de Pucallpa y 10% de polvo de cascara de arroz), ya que estos materiales tienen propiedades como para ser utilizado como materiales aislantes térmicos contra el frío en lugares altoandinos ya que son alternativas de sustitución económicamente adecuado y no contamine en su etapa de producción

La Cascara de arroz tiene un contenido elevado de silicio y tiene diferentes características puzolánicas

Con este proyecto consiste en diseñar un mortero , utilizando Cáscara de Arroz, si da resultado obtendremos un material con aislamiento térmico que podrá satisfacer principalmente a las poblaciones altoandinas , ya que gracias a ello les daremos la posibilidad de construir sus viviendas con materiales económicos.

Este aporte llegaría a ser muy importante ya que si se llega a cumplir los objetivos estaríamos encontrando materiales térmicamente aislantes y puzolánicos cementantes como sustitutos al cemento convencional que aumente la resistencia térmica y mecánica del mortero , el cual sería un gran beneficio para la sociedad de bajos recursos de las zonas andinas del Perú, que a pesar de tener los materiales de construcción necesarios para hacer viviendas térmicamente aislantes y más seguras por falta de información se sigue utilizando el método inseguro ancestral.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **REALIDAD PROBLEMATICA**

#### **NIVEL INTERNACIONAL**

El mortero, a nivel internacional es un material muy utilizado en la rama de la construcción, ya que en gran parte del proceso constructivo de la edificación esta elaborada por este.

De acuerdo a las investigacion hechos por los científicos se buscaba precisar cual era el lugar mas frio del mundo , en la cual se obtuvo que las temperaturas mas bajas en los puntos del polo norte la cual se tiene como referencia al Pueblo de **Oymyakon** , situado en el este de Siberia donde la temperatura media es casi de - 50° En el continente europeo , existen esas mínimas temperaturas en los países nórdicos. En noruega se han llegado a reconocer las mismas temperaturas, como en dinamarca.

#### **NIVEL NACIONAL**

En nuestro país el total de la población que se expone a los problemas del friaje es muy alta . En la mayoría los departamentos afectados por las heladas son Ancash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Huancavelica, Cusco, etc ; mientras que en el caso del friaje las ocurrencias se dan en los departamentos de Amazonas, Cusco, Huánuco, Loreto, Madre de Dios .

Durante los meses de junio y julio las más bajas temperaturas del Perú se registran en esas lugares alto andinas, generalmente en zonas de gran altitud.

En general , las bajas temperaturas y el friaje se presentan todo el año por lo que es necesario tomar las medidas para prevenir el frio.

Una de los principales problemas que enfrenta el peru , son las temperaturas bajas que al mezclarse con la reacción del viento llega a dar un frío excesivo, ante este cambio climático y teniendo materiales con propiedades aislantes como es la CA.. Por ello, se plantea sustituir al elemento puzolánico en un 40% y 10% de polvo de arcilla y polvo de CA respectivamente.

Al considerar el problema del friaje que hay en el País con referencia a sus temperaturas bajas y al hacer algo para contrarrestar este fenómeno, se concluyó de proponer el problema con lo que respecta en encontrar sustitutos con propiedades aislantes al diseño de mortero que permitiría buscar nuevos diseño de mortero de baja conductividad térmica y que funcione como un aislante termico .

#### NIVEL LOCAL

A nivel local por ser una zona cálida los problemas de friaje no se observa a menudo no obstante la investigación está orientada más en zonas con bajas temperaturas, donde la implementación de una sistema de aislamiento térmico beneficiara a su población, la utilización de un material común entre ellos como es la cascara del arroz y la arcilla que son materiales con propiedades térmicamente aislantes y que también tienen componentes puzolanicos y a la vez sabiendo que el cemento está conformado por óxidos (Calcio, Silicio, y Aluminio)

Por ello, planteo reemplazar en un 50% al cemento (10% polvo de Cáscara de Arroz activada y 40 % de Arcilla activada) que son materiales que para las comunidades andinas son muy fáciles de adquirir

Al observar la problemática que existe en nuestro departamento de Áncash y zonas de la sierra como Sihuas, Cabana, Huaraz, Pomabamba y Yungay con respecto a las heladas y no buscar alternativas para combatir este fenómeno, se concluyó que debido al problema buscamos un material como sustituto en la elaboración del mrotero convencional.

#### **FORMULACION DEL PROBLEMA:**

¿En qué medida la activación térmica de un mortero al sustituir al cemento en un 50 % por arcilla activada (40%) y polvo de cascara de arroz (10%) , permitiría obtener un mortero poroso de baja conductividad térmica?

## **CONCEPTUACION Y OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES**

### **VARIABLE DEPENDIENTE: CONDUCTIVIDAD Y PERMEABILIDAD DE UN MORTERO**

#### **DEFINICION CONCEPTUAL**

La conductividad térmica en general requiere de la temperatura, presión y la composición de si misma. La conductividad térmica de los distintos materiales se determina experimentalmente

.Fuente: Rodriguez ,P.(2017).

#### **DEFINICION OPERACIONAL**

La Conductividad térmica es lo contrario a la resistencia térmica.

Para obtener resultados de la resistencia térmica se realiza el ensayo de conductividad térmica la cual se define como una medida de la rapidez con que el cuerpo fluye con respecto a la energía el cual por mas alto que sea el valor de la conductividad termica , menor va a ser su importancia al utilizarlo como un material aistante.

#### **DIMENCIONES**

##### **a) Calor específico**

El calor específico “c”, es la cantidad de calor que se necesita para poder incrementar la masa de uan sustancia , por lo que la dimensión del calor especifico es Kcal/kg.°C.

##### **b) La Conductividad Térmica**

Vendría a ser una propiedad de los cuerpos y que depende de cada sustancia de cada uno de estos ya que mayormente son utilizados mas para los solidos que para los liquidos y que su transmisión al calor puede disminuirse, pero no anularse.

Fuente: rodriguez,P.(2014).

#### **Evaporación y condensación:**

Es una cambio de estado que se produce del estado liquido al gaseoso produciendo una emisión de calor , además debido a la presencia de agua en sus 3 estados su poder aislante del material empieza a disminuir.

**VARIABLE INDEPENDIENTE: : “DOSIFICACIONES EN DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO 10% DEL POLVO DE LA CACARA DE ARROZ Y 40% DE POLVO DE ARCILLA”**

**Tabla 10:** variable independiente, dosificación en diseño de mezcla de mortero

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
<p>El mortero es una mezcla que se forma de unir un aglomerante como el Cemento y el agregado grueso, y que al tener contacto con el agua me brinde una mezcla trabajable .</p> <p>El Diseño de Mezcla</p> <p>Es una etapa en cual puedo calculas las proporciones de mis materiales que utiliziare en mi mezcla plástica con el fin de obtener buenos resultados</p>	<p>“Dosificacion En Diseño De Mezcla De Mortero 10% Del Polvo De La Cacara De Arroz Y 40% De Polvo De Arcilla”</p>	<p>Es la mezcla de polvo de CA y polvo de arcilla activada en reemplazo de un 50% del aglomerante que es el cemento en una pasta de mortero.</p> <p>Polvo de cascara de arroz (10%)</p> <p>Polvo de arcilla (40%)</p>	<p>0%, 40%,10%</p>

**Tabla 11:** Cantidad De Materiales Para El Mortero

Materiales	Para 3 especímenes			
	Agua	Cemento	Polvo de la cascara de arroz	Polvo de arcilla
Patrón	121.0	250	-	-
Experimental	177.0	125	25	100

**DIMENSIONES:**

✓ **Dosificaciones:**

Según lo indicado en la NTP , esta norma describe el proceso que se hace cuando queremos calcular la resistencia a la compresión de mis especímenes de mortero con una dosificación de 1 de cemento y 2.75 de arena .

Y de acuerdo a esta dosificación su relación de agua/cemento (a/c) debe de ser 0.485.

**Tabla 12:** Materiales utilizados en el mortero , NTP 334.051

PORCENTAJE	CEMENTO (gr)	ARCILLA (gr)	CA (gr)	ARENA (gr)	AGUA (gr)
<b>0%</b>	<b>1</b>	-	-	<b>2.75</b>	<b>0.485</b>
<b>50%(A+ CA)</b>	<b>1</b>	<b>0.4</b>	<b>0</b> <b>1</b>	<b>2.75</b>	<b>0.485</b>
<b>0%</b>	<b>250</b>	-	-	<b>687.5</b>	<b>121.25</b>
<b>50%(A+ CA)</b>	<b>125</b>	<b>100</b>	<b>25</b>	<b>687.5</b>	<b>121.25</b>

Dosificación cemento/arena = 1: 2.75

Relacion A/C= 0.485

✓ *Dosificación al 10% de cascara de arroz*

Sustituciones de Cemento (%)	Componentes del compuesto			
	CPO (g)	AP (g)	CA (g)	AR (g)
<b>0</b>	250	-	-	687.5
<b>10% Cascara de Arroz</b>	225	-	25	-

porcentaje	Cemento(gr)	Cascara de arroz (gr)	Arena(gr)	Agua(gr)
<b>10%</b>	<b>225</b>	<b>25</b>	<b>687.5</b>	<b>150.75</b>

*Dosificación cemento/arena = 1: 2.75*

*Relación A/C= 0.67*

✓ *Dosificación al 40% de polvo de arcilla*

Sustituciones de Cemento (%)	Componentes del compuesto			
	CPO (g)	AP (g)	CA (g)	AR (g)
<b>0</b>	250	-	-	687.5
<b>40% arcilla activada</b>	150	100	-	-

## **HIPÓTESIS:**

Al calcinar la arcilla a una determinada temperatura, sus elementos de silicio y aluminio se convierten en óxidos (silicio y aluminio), los mismos que al combinar con el óxido de calcio contenido en el cemento conformaría un compuesto aglomerante que al sustituir junto al polvo de cascara de arroz en 40% y 10% al cemento respectivamente, mejoraría la permeabilidad del mortero y obtendría un mortero de baja conductividad térmica.

## **OBJETIVOS:**

### **OBJETIVO GENERAL:**

Determinar la conductividad y permeabilidad de un mortero sustituyendo al cemento por 40 % de arcilla activada y 10% de polvo de cascara de arroz.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- ✓ Determinar la Temperatura de Calcificación de la Arcilla mediante el ensayo de ATD
- ✓ Determinar la composición química de la arcilla y cascara de arroz mediante el ensayo de Rayos X.
- ✓ Determinar los límites de Atterberg para medir la plasticidad y trabajabilidad de la Arcilla.
- ✓ Activar térmicamente el material de Arcilla y mecánicamente la cáscara de arroz
- ✓ Determinar el PH de la arcilla activada Pucallpa (ar), polvo de cáscara de arroz (ca) y del compuesto (50% cemento – 40% arcilla – 10% polvo de cáscara de arroz).
- ✓ Determinar el peso específico de la arcilla y cascara de arroz
- ✓ Determinar la conductividad térmica de los morteros activadas térmicamente y sin activar.
- ✓ Determinar la relación A/C muestra patrón y experimental mediante la fluidez



## **II. METODOLOGIA**

### **MÉTODOS DE LA INVESTIGACION**

En este proyecto el metodo que se aplico es la Experimentación, ya que se utilizaron nuevos tipos de materiales para la elaboración de morteros, aplicando fibras de papel periódico, cal hidratada y alumbre en sustitución parcial del mortero completo, y en lo cual lo comparamos con un diseño convencional de mortero.

### **MODELO Y PLANO DE LA INVESTIGACION**

#### **MODELO DE ESTUDIO**

La indagación de este proyecto fue de tipo *laboriosa*, tomando en cuenta una información previa ya estudiada ; comprobamos de manera experimental las características de la conductividad y permeabilidad de una muestra de mortero reemplazando por Cáscara de Arroz en polvo y arcilla, activados mecánica y térmicamente, luego con los resultados obtenidos nos damos cuenta de que esta muestra de mortero ser importante para generar alternativas para diseñar estructuras con propiedades térmicas físicas, químicas y mecánicas que será de fácil producción y económicamente viable para un gran porcentaje de la población de la zonas andinas del Perú.

#### **PLANO DE LA INVESTIGACION**

Por el tiempo de ocurrencia y el registro de información, es una investigación prospectiva, porque se registraron tiempos secuenciales a partir del moldeado de los morteros, encofrado, desencofrado a los 7 días y curado en agua por 28 días.

Según el periodo y número de mediciones, es una investigación transversal puesto que se registra una sola medición de la conductividad térmica de los morteros a la edad de 28 días.

Según el análisis y el alcance de sus resultados, es una investigación cuantitativa; puesto que, tiene una variable dependiente que es la conductividad térmica y una variable dependiente es la combinación de polvo de arcilla y polvo de cascara de arroz

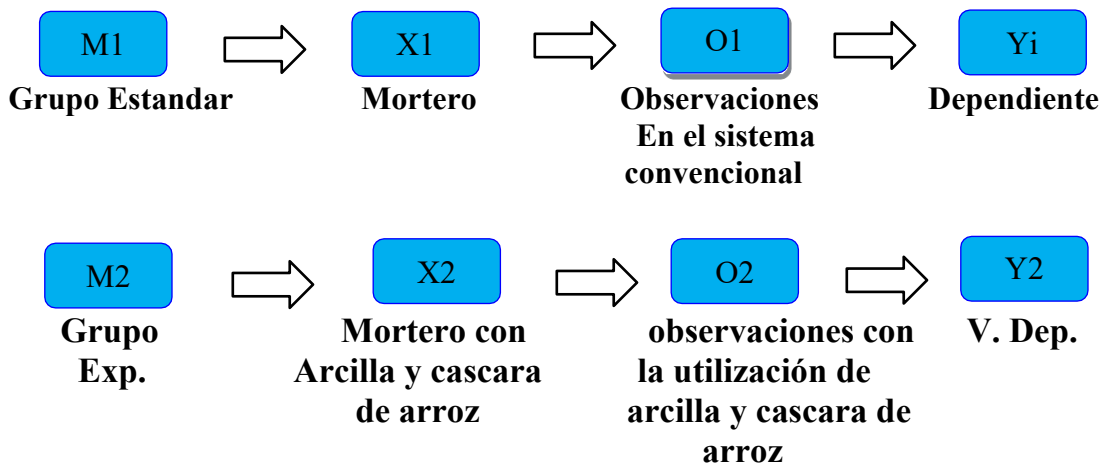
## PLAN DE INVESTIGACION

CUASI-EXPERIMENTAL, ya que se logró descubrir nuevos conocimientos con los ensayos aplicados a las dos muestras ensayadas en laboratorio con el diseño de mezcla de mortero convencional y un diseño de mezcla de mortero aplicando la arcilla y la cascara de arroz.

Se apoya en pruebas, ensayos, repetición, laboratorio especializados. Una vez obtenidos los ensayos elaborados en el laboratorio se procede a debatir los resultados.

Por ende se diría que nuestra investigación está orientada al nivel “Experimental”. Ya que tratamos de buscar un material que ofrezca mayor durabilidad y que sea un aislante térmico para el proceso de diseño de mortero elaborado aplicando arcilla y cascara de arroz , y que a su vez reduzca costos.

Acontinuacion se presenta el esquema del plan de investigacion:



**M1:** Muestra 1 en Grupo Estandar (Probetas Diseño de Mortero elaborados de manera estándar ).

**M2:** Muestra 2 en Grupo Experimental (Probetas Diseño de Mortero fabricados como consecuencia para manipular la Variable Independiente: Sustituir los elementos del mortero convencional completamente por los 2 elementos ya mencionados).

**Xi:** Variable Independiente (Diseño de Mortero Convencional).

**Xi:** Variable Independiente (Diseño de Mortero elaborado con la sustitución de los

elementos del mortero arcilla y cascara de arroz).

**O1:** Observaciones adquiridas por dicho modelo del Grupo estandar, vienen a ser lo que se logro en la guía de observacion

**O2:** Observaciones adquiridas por dicho modelo del Grupo Experimental, viene a ser lo que se logro en la guía de observación con Sustitución de todos los elementos de diseño por arcilla y cascara de arroz.

**Yi:** Variable Dependiente (conductividad térmica y permeabilidad en Diseño Mortero elaborado de manera convencional).

**Yi:** Variable Dependiente (conductividad térmica y permeabilidad en Diseño Mortero elaborado con la sustitución de sus elementos por arcilla y cascara de arroz).

### **1.7.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

El propósito es analizar la importancia que tiene la mezcla de materiales en la fabricacion del mortero. El polvo de la cascara del arroz y polvo de arcilla Fueron utilizados para sustituir al mortero de revestimiento convencional. La forma que se utilizo en esta mezcla esque los materiales se mesclaron en diferentes porcentajes.

Pudimos entender que en esta investigación se realizo dos tipos de morteros un mortero estándar y un mortero con elementos de sustitución y eso sirvió para poder tener una comparación.

**UNIDAD DE ANALISIS: PROBETAS DE MORTERO DE CEMENTO.**

#### **POBLACIÓN**

Conformado por especímenes de mortero que se fabrico en el Laboratorio de Suelos considerando la conductividad termica y permeabilidad en relación a su diseño de mortero convencional.

Para la prueba de ensayos correspondientes nos basamos en el reglamento nacional de edificaciones (RNE)

Esta población estará constituida:

Las materias primas renovables que es la cascara de arroz se obtuvo de molino “ZAVALETA” – Santa – Chimbote , debido a la inmensa cantidad del material en respectivo lugar el material será secado y posteriormente fue molido para obtener el polvo

La arcilla paso por un lavado, secado, y posteriormente a una calcinación que vendría a ser activación termica

El agregado para el mortero se obtuvo de una cantera y fue gradada como manda la NTP.

Conformada por el conjunto de probetas cubicas de mortero Dónde :

$N$ =Tamaño de la población especificada por la en reglamento nacional de edificaciones (RNE).

## **MUESTRA**

Testigos (probetas cubicas de mortero), es muy importante ya que si queremos sutentar nuestra hipótesis es necesario hacerlo los ensayos correspondientes de los especímenes.

Para la prueba de ensayos nos basamos en el reglamento nacional de edificaciones donde precisa que se fabricaran 14 probetas para hacer el ensayo a realizar (conductividad térmica).

La muestra fue de 12 probetas (tanto estándar como experimentales) los cuales forman cada grupo, previamente fue calculados por el caso del muestreo para proporciones para una variable cuantitativa, de una población de 30 probetas (que vendría a ser la máxima cantidad de probetas que se deben realizar) de ambos grupos. Los ensayos ses realizo en un laboratorio para determinar la conductividad y permeabilidad de ambos grupos y poder compararlos.

## TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

Por ser una Tesis con un Grado de Investigación Cuasi-Experimental y realizar los ensayos en un laboratorio buscamos optar por usar una técnica como:

<b>METODO DE RECOPIACION DE INFORMACIÓN</b>	<b>MECANISMO</b>	<b>ÁREA DE LA INVESTIGACIÓN</b>
<b>La Observación Científica</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Guía De Observación Resumen</li><li>• Fichas Técnicas De Laboratorio</li></ul>	Muestreo <ul style="list-style-type: none"><li>• Grupo Estandar (Diseño de Mortero Convencional)</li><li>• Grupo Experimental (Diseño de Mortero con PCA y PA)</li></ul>

Siendo un proyecto de investigación con un Nivel de Investigación Cuasi-Experimental y realizar ensayos de las muestras de nuestra población en un laboratorio se uso como Técnica de Investigación: LA OBSERVACIÓN CIENTIFICA y FICHAS TECNICAS. (Guía resumen de observación y las fichas técnicas como instrumento), en donde se comparo la variación de la resistencia a medida que llegue a su fraguado final y comportamiento de los agregados que se utilizara en nuestro diseño de mezcla ya sea para morteros convencionales o con sustitución, la cual nos brindara una conductividad para cada tipo de mortero (convencional y experimental).

En primer lugar antes de elaborar el mortero los materiales deben ser evaluados mediante una serie de ensayos y que me puedan determinar si estos materiales son buenos para mi mezcla de mortero que quiero elaborar por ello debemos llevar a cabo las siguientes pruebas:

**Los Instrumentos serán tomados con respecto a los siguientes ensayos:**

- Ensayo Granulométria
- Módulo fineza.
- Ensayo de Peso Unitario del agregado

- Contenido Humedad
- Diseño de Mezcla
- Elaboración de especímenes del mortero
- Ensayo de conductividad térmica
- ✓ La Guía de Registro donde nos brinda el avance de nuestras probetas ensayadas a los 28 días.
- ✓ Tenemos la ayuda de expertos en laboratorio de suelos

### **PROCEDIMIENTO**

Presentamos una solicitud al laboratorio de la universidad para que me brinde la autorización de poder empezar con la elaboración de mi proyecto

Obtuvimos los agregados de la cantera y lo llevamos hasta el laboratorio

Elaboramos nuestro panel fotográfico de todos los avances de nuestro proyecto.

Elaboramos el mortero de concreto adicionándole el polvo de la cascara de arroz y polvo de arcilla.

Ejecutamos el curado de las probetas y las pruebas correspondientes a los 28 días (ensayo de conductividad térmica) a las probetas elaboradas con el diseño estándar y a las probetas elaboradas con sustitución del polvo de la cascara de arroz y polvo de arcilla y observamos los datos obtenidos.

### **VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS**

#### **VALIDACIÓN (POR MÉTODO DE EXPERTOS)**

Nuestra guía de observación validada se usó luego de comprobar su validación el cual será verificado por expertos en el ámbito de elaboración de concreto.

Se aseguró de que la guía de observación sea clara y precisa, y tenga una validez porque se aplica a una situación en la que se apreciará con claridad el trabajo, y se enfocará al hecho que será destacar las diferentes resistencias de mortero..

## **PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LOS DATOS**

Después que obtuve los datos de mis especímenes procedo a procesarlo con la ayuda del programa del Excel .

Calculo de dosificación de la Mezcla del mortero sustituyendo al aglomerante en 50% por polvo cascara arroz y polvo de Arcilla.

Una vez que se recolecto la información en base a la aplicación de los ensayos descritos anteriormente para procesar, resumir y presentarlos adecuadamente se utilizará los métodos estadísticos tanto descriptivos como inferenciales.

### **MÉTODOS DESCRIPTIVOS**

Una vez recolectada la información del proyecto aplicaremos tablas estadísticas , y además para poder ver mejor como se comportan las variables construiremos graficos de barrasy se calcularan medidas estadísticas como Media aritmética, Moda, varianza, desviación estándar con el fin la relación que existe entre las variables.

### **MÉTODOS INFERENCIALES**

A través de los métodos inferenciales tales como Estimación de Parámetros, Prueba de Hipótesis, se podrá inducir basándose de la información recolectada para poder ver el comportamiento de la población.

Para verificar la veracidad de la hipótesis planteada en esta investigación, se usara la Prueba de Hipótesis. Y se hara un estudio de la Varianza para ver si los valores obtuvidos de la muestra patrón son distintos a los valores de la muestra experimental.

## **PROCESO CONSTRUCTIVO**

### **ARCILLA**

#### **Recopilar:**

Este material fue sustraído de pucallpa, fue llevada al laboratorio para las pruebas correspondientes.

### **La determinación de los límites de Atterberg**

- ✓ Límite Líquido, según la norma NLT 105/91
- ✓ Límite Plástico.
- ✓ Índice de Plasticidad.

### **ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO.**

Primero se pasa el material por el tamiz #200 hasta lograr 500g. Luego se agrega una determinada cantidad de agua y se mezcla. Dejando reposar la muestra por 12-16 horas.(VER Figura 19)

### **ENSAYO DE LIMITE PLASTICO.**

Para este ensayo que es manualmente con nuestros dedos de la mano tratamos de moldear la mitad de la muestra en forma de elipsoide sobre una superficie lisa.

Luego seguimos formando elipsoides con los dedos de la mano hasta hacerle con el diámetro mínimo hasta que se desmorone. (VER Figura 20)

### **ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL:**

Una vez que lavamos nuestra arcilla y secada, con 1gr de este le realizamos el ensayo del ATD para poder ver el grado de calcinación de nuestro en la UNT- TRUJILLO (VER Figura 21).

### **Extracción de los agregados.**

El Agregado para realizar los morteros fueron sustraído de la cantera “VESIQUE” para luego ser llevado al laboratorio para su análisis.

### **GRADACION DE LA ARENA**

Es una de los ensayos que le haremos a mi agregado gruesa y este ensayo se llama gradación (VER Figura 23)



## CÁSCARA DE ARROZ

### Recolección:

Se extrajo en 2 sacos del Distrito de Santa- Provincia de Santa. (VER Figura 24)

### Limpieza de la Cáscara de Arroz:

Este procedimiento se realizó para separar los residuos de las plantas que quedan en la cáscara de arroz

## PROPUESTA DE GRADACION DE LA ARENA

**Tabla 13 :** Gradacion de la arena real y propuesta

Nº MALLA	PESOS RETENIDOS	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	% PASA	NTP ARENA MANUFACTURADA
Nº 4	7.4	1.49	1.49	98.51	100
Nº8	104	20.96	22.45	77.55	(95-100) %
Nº 16	79.9	16.10	38.54	61.46	(70-100) %
Nº 30	18	3.63	42.17	57.83	(40-75) %
Nº 50	106	21.36	63.53	36.47	(20-40) %
Nº 100	130	26.19	89.72	10.28	(10-25) %
Nº 200	42	8.46	98.19	1.81	(0-10) %
PLATO	9	1.81	100.00		
			496.3	100.00	

Nº MALLA	PESOS RETENIDOS	% RETENIDO	%RETENIDo ACUMULADO	% PASA	NTP ARENA MANUFACTURADA
Nº 4	0	0.00	0.00	100.00	100
Nº8	21.8	4.36	4.36	95.64	(95-100) %
Nº 16	63.3	12.66	17.02	82.98	(70-100) %
Nº 30	170.1	34.02	51.04	48.96	(40-75) %
Nº 50	75.1	15.02	66.06	33.94	(20-40) %
Nº 100	45.1	9.02	75.08	24.92	(10-25) %
Nº 200	98	19.60	94.68	5.32	(0-10) %
PLATO	26.6	5.32	100.00		
	500	100.00			

### **DETERMINACION DE LA FLUIDEZ DE LOS MORTEROS TANTO PATRÓN COMO EXPERIMENTAL**

Bueno para calcular la fluidez de mi mortero tanto estándar como experimental se va a hacer un llenado en 3 capas , en la primera capa hacemos un llenado de la mezcla y procedemos a darle 20 golpes con el compactador, luego procedemos a hacer la segunda capa y tercera capa correspondiente , luego d ela tercera capa enrasamos el molde y se limpio todos los contornos del molde, luego se pasa a retirar el molde y se controla 15 segundos y se procede a hacer los 25 golpes para que al final con la ayuda de una wincha podamos medir el ancho de la base de la muestra. (VER Figura 26)

## **PREPARACIÓN DE ESPECÍMENES Y CURADO**

En primer lugar luego de preparar la mezcla durante el tiempo de 2 min y 30 s , procedemos a hacer el llenado de la primera capa del molde con la mezcla preparada luego se hace se apisona el mortero 32 veces en 10 s y son 4 rondas, cada ronda en ángulo recto y con respecto a las otras se hace el mismo procedimiento , como vemos en la ultima capa después de hacer el apisonado correspondiente debemos nivelar el mortero y hacer el mortero que sobresale por encima de la parte superior del molde pasamos la paleta con hoja de acero (con el borde levemente levantado) una vez a lo largo de la longitud del molde, finalmente se realiza el vibrado manual del mortero.

Después lo dejamos desnsar durante 1 dia encofrado para que luego al dia siguiente ser desencofrados y curarlos en agua con respecto a sus días de ensayos que son 28 días y antes de hallar la conductividad térmica se hace el calcinado de los especímenes. (VER Figura 27)

## **ENSAYO DE PESO ESPECIFICO**

SE Elaboro la prueba de peso especifico de la arcilla , la CA y la combinación (arcilla-cemento-CA). (VER Figura 28)

## **ENSAYO DE CONDUCTIVIDAD TERMICA**

Para La prueba de Conductividad Térmica se utilizó un Equipo de C- Therm Tci, que consta de un sensor Tci y una fuente de alimentación Tci,a la vez se usó una pasta conductora que actuara como un agente de contacto ( $k=0.006W/mK$ ), y un peso de 100gr para que ejerza una cierta fuerza y ayude a un mejor contacto a la muestra con el sensor.(VER Figura 29)

## **ENSAYO DE PERMEABILIDAD**

El ensayo de permeabilidad se realizo en el laboratorio de suelos de la universidad indicado anteriormente ( VER Figura 30)

### **III. RESULTADOS**

#### **ATD**

El siguiente paso consistió en analizar la temperatura óptima de calcinación, mediante el Análisis Térmico Diferencial en el Laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo. El equipo utilizado fue un Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution. Se empleó un Tasa de calentamiento de 20 °C/min, Gas de Trabajo y Flujo de Nitrógeno 10 ml/min, el rango de trabajo fue de 25 – 900 °C y una masa de muestra analizada de 34.4 mg. (VER Figura 31 Y 32)

#### **ACTIVAR TÉRMICAMENTE EL MATERIAL DE ARCILLA**

Luego de mi ensayo del ATD la arcilla se activo térmicamente a 550°C y el tiempo fue de 1½ hora según la referencia de un artículo.(VER Figura 34)

#### **ACTIVACION MECÁNICAMENTE DEL POLVO DE LA C. ARROZ (Santa).**

La Cascarilla de arroz fue molida y pasada por el tamiz N° 200 (VER Figura 33)

#### **LIMITES DE ATTERBERG**

Tabla 14: Limites de atterberg

	<b>Límite plástico (%)</b>	<b>Límite líquido (%)</b>	<b>Índice de plasticidad (%)</b>
<b>Arcilla</b>	27.12	47	19.88

Los resultados obtenidos fueron representados en el grafico de Holtz y Kocvas (1981), como se muestra en el figura.

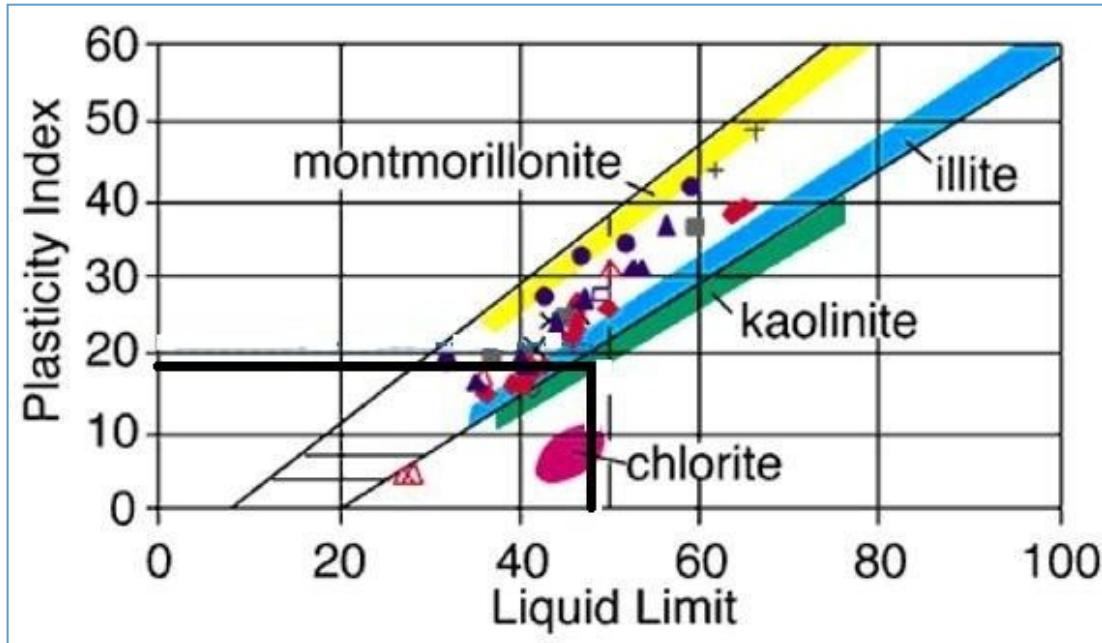


Figura 10 : diagrama de Holtz y Kovacs.

## ENSAYO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Tabla 15 : componentes quimicos

Componente quimico Arcilla	(%)
(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	51.78
(SiO <sub>2</sub> )	35.459
(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	6.788
(K <sub>2</sub> O)	3.517
(CaO)	0.671
(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.338
(TiO <sub>2</sub> )	0.313
(MnO)	0.043
(SO <sub>3</sub> )	0.042
(SrO)	0.023
(ZnO)	0.022
(Rb <sub>2</sub> O)	0.005

**Tabla 16 :** componentes químicos de la C. ARROZ

OXIDO	CONCENTRACION % MASA	NORMALIZADO AL 100%
SiO <sub>2</sub>	59.296	73.853
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.525	0.833
SO <sub>3</sub>	1.416	0.124
K <sub>2</sub> O	4.425	22.612
CaO	3.945	1.589
MnO	0.090	0.530
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.708	0.429
CuO	0.017	0.011
ZnO	0.032	0.019
TOTAL	80.227	100.00

### MEDICIÓN DEL pH

Las soluciones acuosas preparadas de acuerdo al numeral 2.2.4., fueron sometidas a las mediciones de sus respectivos pH, utilizando un potenciómetro. Los resultados aparecen en la Tabla 19 y de acuerdo a eso se compara con el figura n°11 para ver que el grado de acidez y alcalinidad.

**Tabla 17:** pH de los componentes activos de la pasta.

Muestras	pH
Arcilla activada de pucallpa	4.55
Polvo de Cáscara de Arroz	7.77
Cemento tipo I	13.66
Compuesto (50% cemento + 40% arcilla activada + 10% polvo de cáscara de arroz)	12.70

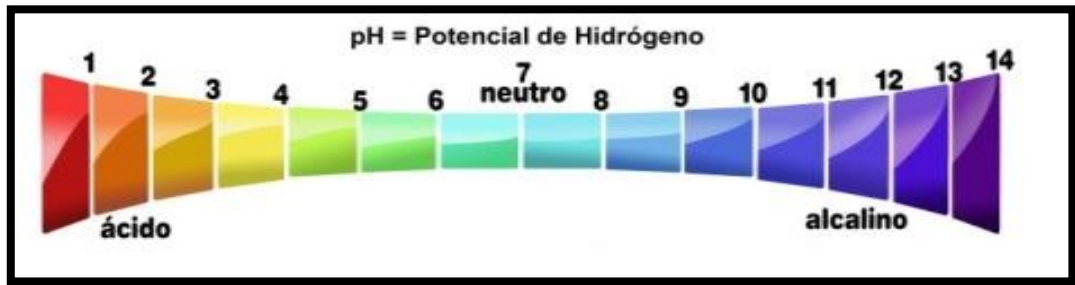


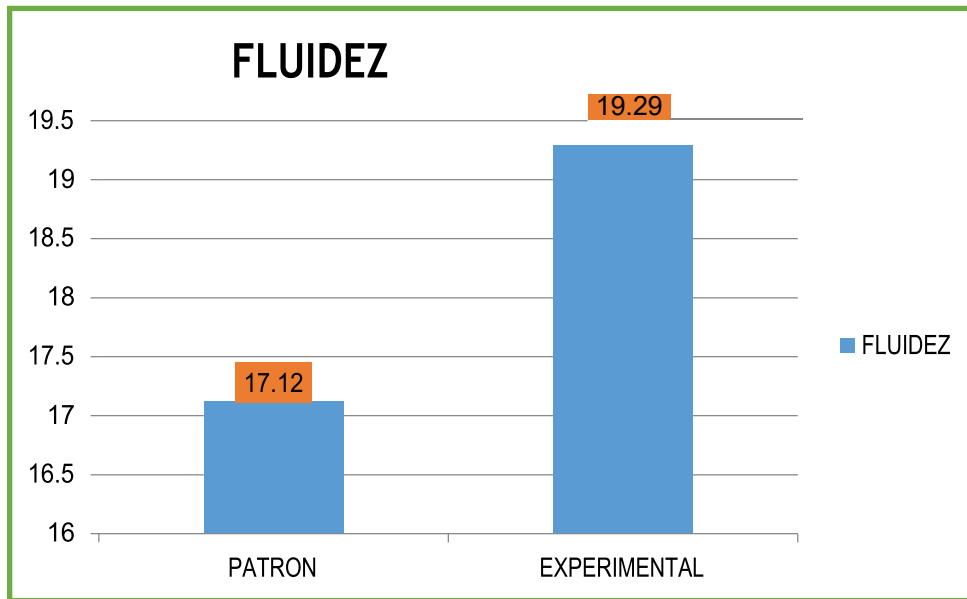
Figura 11 : Escala del potencial de hidrogeno

### DETERMINACION DE LA FLUIDEZ DE LOS MORTEROS TANTO PATRÓN COMO EXPERIMENTAL

Los valores de los componentes, relación agua/sólido y su correspondiente fluidez aparecen en la Tabla .

Tabla 18: Componentes De la Relación Agua – Cemento Y La Fluidez

Sustituciones de Cemento (%)	Componentes del compuesto					Relación A/Sólido	Fluidez (%)
	CPO (g)	AP (g)	CA (g)	AR (g)	A (g)		
0	250	-	-	687.5	121.25	0.485(A/CPO)	17.12
50%(40% AP y 10%CA)	125	100	25	687.5	189.95	0.70 (A/CPO-AP-CA)	19.29



**Figura 12 : Diagrama De Fluidez De Mortero Patron Y Experimental**

### **CALCINACIÓN DE MORTERO**

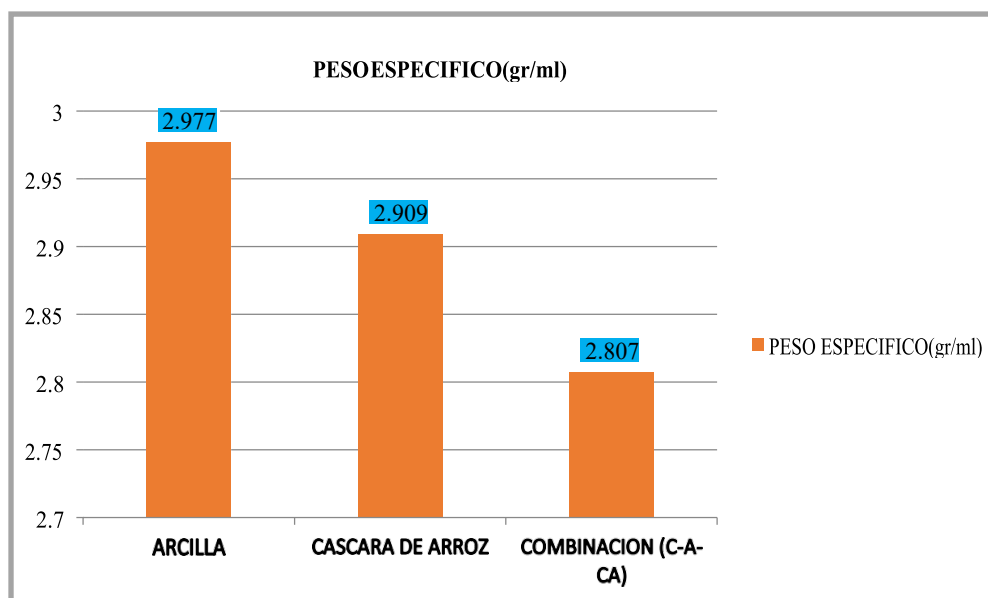
Los morteros ya curados a los 28 días fueron calcinados a una temperatura de 425 °C por 30 minutos para aumentar la porosidad en los morteros según el artículo de Carrillo (2013) (VER Figura 35)

### **PESO ESPECIFICO DE LA ARCILLA, CASCARA DE ARROZ Y DE LA COMBINACIÓN (AR+CA+CE)**

**Tabla 19:** Peso específico de mis materiales

MUESTRA	PESO(gramos)	VOLUMEN(ml)	PESO ESPECIFICO
ARCILLA	64	21.5	2.977
CASCARA DE ARROZ	64	22	2.909
COMBINACION (CA+AR+CE)	64	22.8	2.807





**Figura 13 :** Diagrama De Peso Especifico De Mis Materiales

### CONDUCTIVIDAD TERMICA DE MORTERO

La prueba de conductividad termica se realizó en un analizador de propiedades térmicas C-Therm TCi, - Facultad de Ciencias de la UNI . Los datos de la prueba se muestran en la Tabla 22 y Tabla 23

**Tabla 20:** Ensayo De Las muestras Estándar A Los 28 Días

MUESTRA	PESO DESENCOFRADO (gr)	PESO DE CURADO (gr)	PESO DE OREADO (gr)	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/mK)
P-1"	283.8	291.6	288.8	0.94
P-2"	285.4	292.4	290.8	0.96
P-3"	286.6	292.8	291.4	0.95
Promedio	285.2	292.26	290.3	0.95

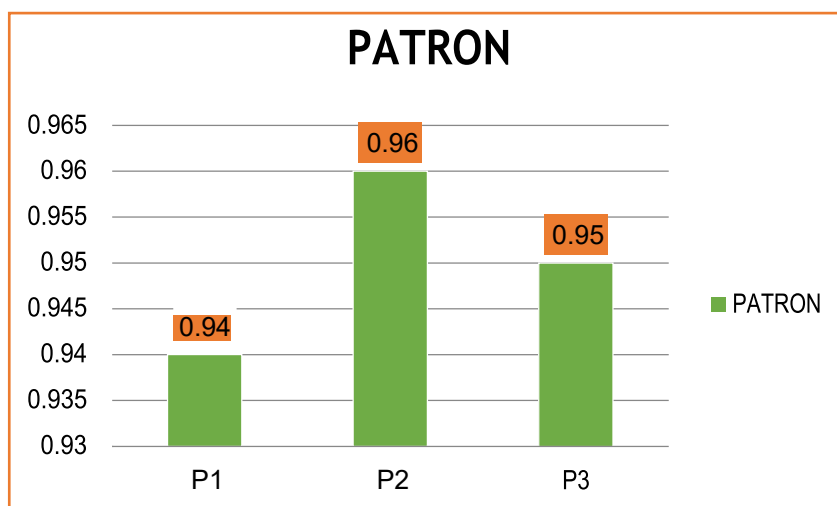
**Tabla 21:** Ensayo De Las Muestra Experimental A Los 28 Días

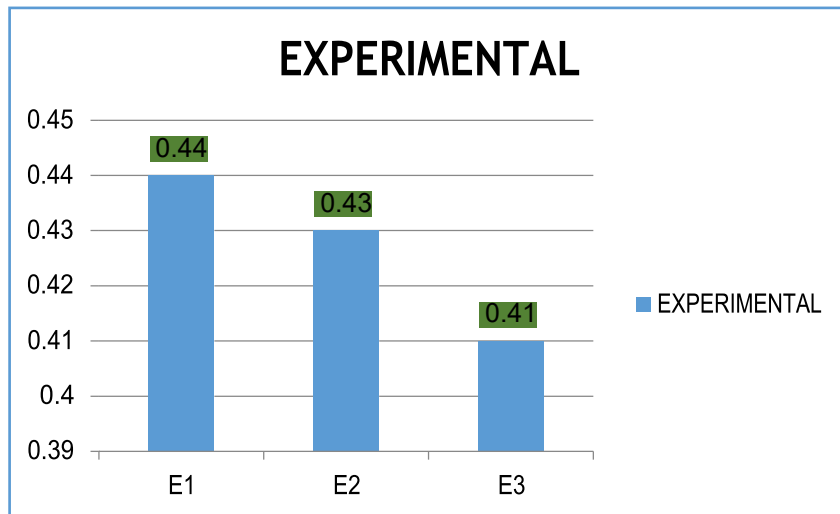
MUESTRAS	PESO DESENCOFRADO(gr)	PESO DE CURADO(gr)	PESO DE OREADO(gr)	PESO DESPUÉS DE CALCINADO(gr)	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA(W/mK)
E-1"	261.2	268.6	266.4	223.7	0.44
E-2"	262.4	269.5	268.9	225.9	0.43
E-3"	262.2	269.8	268.1	225.4	0.41
Promedio	261.9	269.3	267.8	225.0	0.43

FUENTE: Facultad de Ciencias– UNI

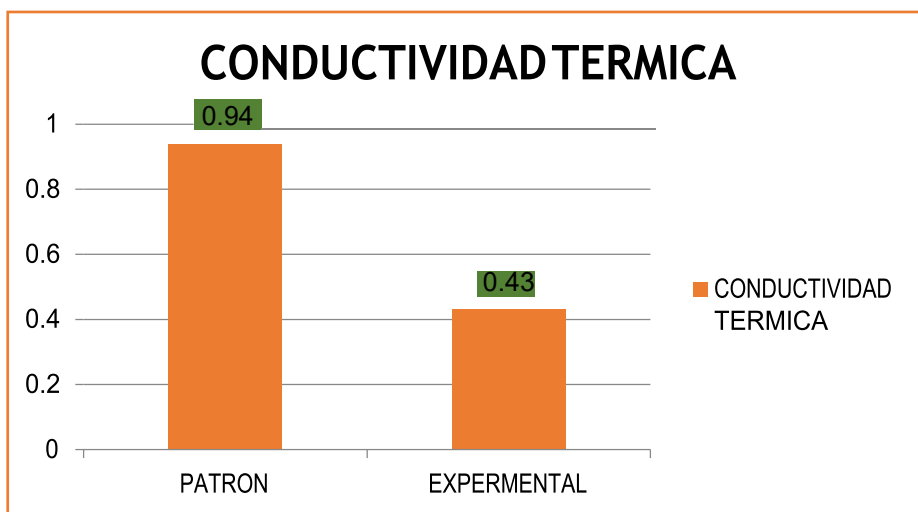
Valor $\lambda$ ( W / m.K)	Clasificación
$0.024 \leq \lambda \leq 0.038$	Muy buenos Aislantes
$0.038 < \lambda \leq 0.16$	Buenos Aislantes
$0.16 < \lambda \leq 0.46$	Medianos Aislantes
$0.46 < \lambda \leq 1.62$	Malos Aislantes
$\lambda > 1.62$	Conductores

**Figura 14 :** clasificacion según conductividad de la muestra





**Figura 15 :** Diagrama De Conductividad tanto Patron como Experimental



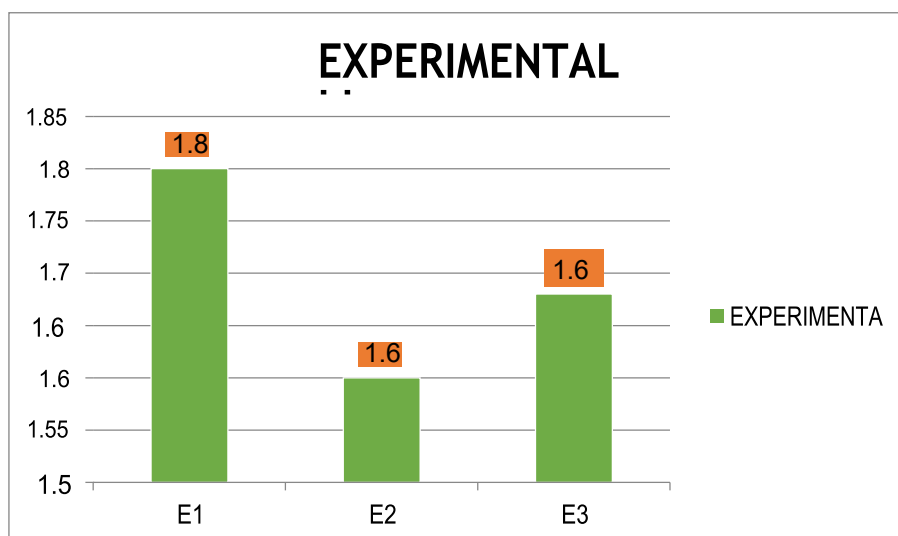
**Figura 16 :** comparación del ensayo de Conductividad

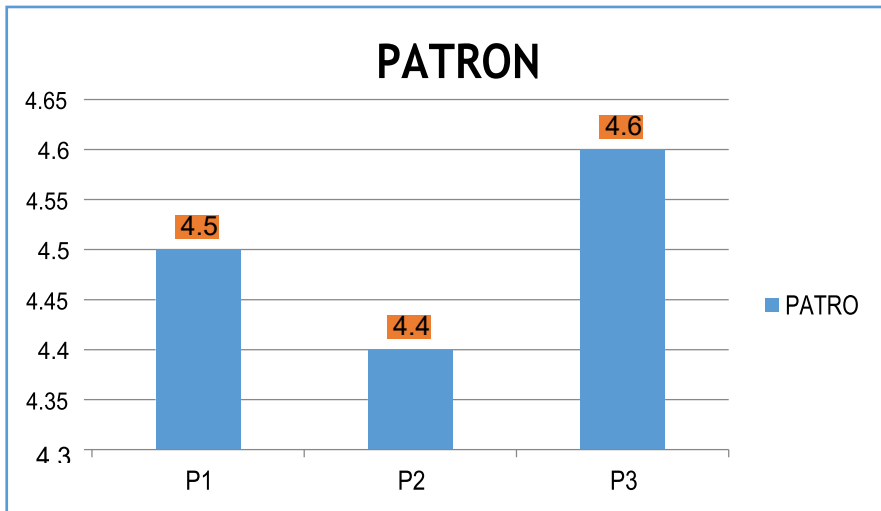
## ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL MORTERO

En el laboratorio de la universidad san pedro- Chimbote realice los ensayos de permeabilidad de los morteros.

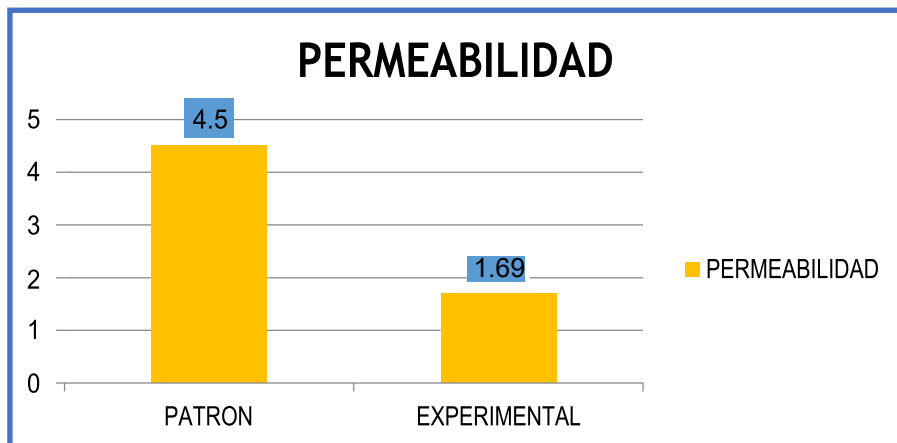
Tabla 22: Ensayo permeabilidad de los morteros

MUESTRA	PESO SECO(gr)	PESO SATURADO(gr)	FILTRACION(m m)
P-1	265.8	300.4	4.5
P-2	265.6	286.24	4.4
P-3	266.2	278.4	4.6
PROMEDIO			4.5
MUESTRA	PESO SECO(gr)	PESO SATURADO(gr)	FILTRACION(m m)
E-1	267	280.6	1.8
E-2	267.8	281.8	1.6
E-3	267.4	281.2	1.68
PROMEDIO			1.69





**Figura 17 :** Diagrama De permeabilidad Del Mortero Patron Y Experimental



**Figura 18:** comparación de la permeabilidad Del Mortero

#### IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El ensayo del ATD , en donde apreciamos una inclinación entre los 80°C y 115°C que resultaría una gran pérdida de agua que hay en la muestra debido a la eliminación físicamente de la muestra ya que pasando los 100 ° el agua empieza a evaporarse; luego apreciamos la segunda perdida entre 250°C - 360°C lo cual significa que se sigue eliminando el agua absorbida por los poros de la muestra y finalmente se aprecia una importante una gran pérdida entre 380°C – 650°C y este se debe a un cambio de la muestra de silicio a dióxido de silicio ya que a este cambio de fase se debió a la activación térmica del material.

En el panel fotográfico muestran la disminución del tamaño de cáscara de arroz que es de 1.19 mm de la malla N°200 , la cáscara de arroz paso por la molienda y luego lo pasamos por el tamiz , reduciendo el área del material en un 93.61%, para que de esta manera su área efectiva de reacción aumente.

Para la arcilla de Pucallpa que fue solamente lavada ,secada y pasada la malla #200 hacemos los ensayos de Atterberg. Obteniendo el índice de plasticidad de 25.22%, obteniendo un material de plasticidad media , debido a esto concluimos que esta muestra contienen menos minerales de arcilla y por lo general vendría a ser un material mezclado con otra arcilla. En el Diagrama de Holtz y Kovacks, llegamos a obtener que nuestra muestra estaría próxima al dominio entre ilita y Caolinita; aun cuando no sabemos, en que proporciones

Después del Análisis Térmico Diferencial se calcino la arcilla a 550°C, y el tiempo de calcinación fue de 1 1/2h de acuerdo a la referencia de Taylor – Lange et al. (2015). Luego de pasar la AP por la activación porcedemos a activarlo mecánicamente al pasarlo por la malla N°200 ,para que de esta manera la arcilla aumente su área efectiva.

El ensayo de fluorescencia de rayos X de la AP, me indica que los componentes quimicos mas elevados es : 51.78% (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 35.45% (dióxido de silicio); y en menores porcentajes 6.788% de (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y al sumar estos porcentajes obtengo 94.027% que llega a superar en un 34% a la norma de puzolanidad del estándar ASTM C618 1980 (Chackchouk, 2006).

La activación ha permitido obtener un material de alta reactividad puzolánica. Además, los componentes ( $P_2O_5$ ), ( $TiO_2$ ), ( $MnO$ ), ( $SO_2$ ), ( $SrO$ ), ( $ZnO$ ), ( $Rb_2O$ ) tienen valores de décimas y centésimas, lo cual determina un material relativamente limpio.

El pH de los materiales que conforman el mortero es importante para poder saber la reacción puzolana de estos ya que como vemos en el cuadro de resultados de las muestras ensayadas y nos damos cuenta que la roca sedimentaria tiene un potencial de hidrogeno acides baja, el polvo de cascara de arroz tiene un pH neutro y el compuesto (cemento-polvo de C.A. – arcilla) me brinda un pH totalmente alcalino lo que hace tener un material aglomerante puzolánico.

Según Carrillo (2013) se llegó a la conclusión que un material que si lo activamos a la temperatura cerca a  $600\text{ }^{\circ}C$  no obtendremos resultados positivos porque los poros del materiales se destruyen y para obtener una gran porosidad se obtiene cuando lo activamos a temperatura de  $425^{\circ}C$

Según Carrillo (2013) se determino que mientras mas tiempo permanezca el cubo de mortero activándose el área de los poros disminuyen , y por lo general los mejores resultados dieron en el tiempo de media hora activandose

La calcinación de los morteros se hizo a  $425^{\circ}C$  por 30 minutos, guiándonos del articulo de Carrillo (2013) , de esta manera se conforme el material poroso de baja conductividad térmica.

Se observó que al momento de calcinar las morteros hubo una reducción en el peso y la calcinación origina los espacios vacíos que viene hacer la porosidad

Con respecto al mortero experimental la conductividad térmica hallada que es de  $0.49W/mK$ , y con respecto a su patrón redujo en un 50%, convirtiéndole a este mortero en un material térmicamente aislante.

En cuanto a al ensayo de permeabilidad los cubos de mortero tuvieron una filtración mínima en las 48 horas, las cubos no fueron 100% impermeables como se presentan en la Tabla.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- Para activar este material de Pucallpa tomamos la temperatura que es a 550° C, en una duración de 1 ½ hora tomando como referencia de acuerdo a un artículo
- Se redujo el área de la cascarilla de arroz en cierto porcentaje para que su área efectiva de reacción aumenta y llegue a tener una buena trabajabilidad a la hora de sustituir al cemento.
- La calcinación de la arcilla de Pucallpa a 550 °C, supera el criterio de puzolanidad del Estándar ASTM C618 (1980) en un 34.0% ya que la temperatura influye en las propiedades puzolanas del material.
- La Arcilla de Pucallpa tiene un índice de plasticidad media (23.64%), esto me va garantizar una buena trabajabilidad y plasticidad.
- La medición del pH me ayudo a ver su nivel de alcalinidad para que sean compatibles todos los materiales de la mezcla.
- Se calcinaron las pastas a una temperatura de 425°C y 30 min para la conformación del material poroso.
- La conductividad térmica del experimental disminuyó en un 50 % con respecto al patrón.
- La permeabilidad del mortero experimental disminuyo en un 65% con respecto al mortero patron



## RECOMENDACIONES

- Utilizar una arcilla con un potencial de hidrogeno más alcalino para que al elaborar la mezcla sea más aglomerante , ayude en la conductividad térmica y del mismo modo disminuir el porcentaje usado para la sustitución.
- Hacer un ensayo de conductividad térmica antes de la calcinación de los morteros y comparar con la conductividad térmica de los morteros calcinados
- Este proyecto es solo un punto de partida en la realización de investigaciones sobre materiales con aislamiento térmico, a base de cáscara de arroz y arcilla se recomienda seguir utilizando estas fibras por su gran poder aislante.

## **VI. AGRADECIMIENTO**

- Al asesor el Ing. Rogelio Castañeda Gamboa por el gran apoyo que me proporciono para la elaboración de mi proyecto de tesis, y porque con sus consejos y orientación pude conocer mas a profundo sobre el proyecto a realizar .
- A mis asesores Ing. Segundo Urrutia Gamboa y Ing. Miguel Solar Jara, por sus importantes contribuciones y amplios conocimientos compartidos en la realización de la investigación.
- A toda mi familia por el gran esfuerzo que hicieron para yo poder iniciar con este proyecto y agradecerle por estar a mi lado siempre.
- A mis instructores de la escuela de Ing. Civil que me dieron los conocimientos necesarios para poder aplicarlo en mi profesión y siempre dándome los consejos correspondientes para siempre seguir adelante.
- A todo el personal del laboratorio de suelos , por todo el apoyo dado.
- Y a todos los que de alguna manera me apoyaron en la realización de mi trabajo muchas gracias.
- A todos en general , les otorgo mi mayor agradecimiento.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Society for Testing and Materials, (ASTM). . (2007). Especificación estándar para el cemento portland.

Cabello, D. (2016). Resistencia Térmica Y Mecánica En Mortero Con Sustitucion Del 30% De Cemento Por Una Combinacion De Arcilla Y Cáscara De Arroz . Universidad San Pedro.

Carrillo, C. C. (2013). Producción de carbón activado y sílice a partir de cascarilla de arroz-una revision. Scientia et Technica Año XVIII,18(2),, 422-426.

Chackchouk, A. S. (2006). Estudio sobre el uso potencial de las arcillas tunisianas como material puzolanico. Applied Clay Science 33, 79-88.

Chur, G. (2010). Evaluación del uso de la cascarilla de arroz como agregado orgánico en morteros de mampostería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Limone, C. (2012). Diseño e Instalación de Aislante térmico en tuberías y equipos. Universidad Simón Bolívar,Sartenejas.

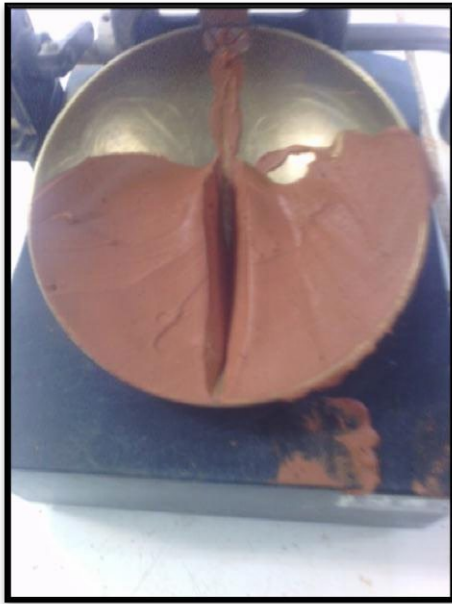
Linares, F. (2015). Cementos y morteros . UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL, HUAMANGA.

Mafla B., A. (2009). Uso de la cascarilla de arroz como material alternativo en la construcción. INVENTUM 4(6), 74-78.

- Mosquera, M., & Quiceno, D. (2010). Alternativas tecnológicas para el uso de la cascarilla de arroz como combustible. Universidad Autónoma de Occidente, cali.
- Norma Chilena, & 853. (2007). Acondicionamiento térmico-Envolvente térmico de edificios-Cálculos de resistencia y transmitancias térmicas.
- Prada, A. (2010). La descomposición térmica de la cascarilla de arroz: una alternativa de aprovechamiento integral. Universidad de Los Llanos, Colombia.
- Rodriguez, P. (2017). Energía Solar en Arquitectura y Construcción (p.77). Santiago: RIL Editores.
- Rougeron, C. (1977). Aislamiento acústico y térmico en la construcción. Barcelona ,Técnicos Asociados, S.A.
- Santiago, M. (2018). Evaluación de las fibras Ichu como sistema de aislamiento térmico y de bajo costo para las regiones de los Andes. Universidad San Pedro.
- Serrano, T. (2012). Morteros Aligerados con cascarilla de Arroz: Diseño de mezclas y evaluación de Propiedades. Dyna, Volumen (79), 128 – 136.
- Tironi, A. (2013). materiales cementicios de baja energía. activación térmica de arcillas, relación entre estructura y actividad puzolánica. . La Plata: Universidad Nacional De La Plata.

## **VIII. ANEXOS Y APÉNDICES**

ANEXO 01 Panel Fotografico



**Figura 19:** ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO



**Figura 20:** ENSAYO DE LIMITE PLASTICO



**Figura 21:** GRAMO DE ARCILLA PARA EL ENSAYO DE ATD



**Figura 22:** CUARTEO DE LA ARENA GRUESA



**Figura 23:** GRADANDO LA ARENA GRUESA



**Figura 24:** RECOLECCION DE LOS SACOS DE CASCARA DE ARROZ





**Figura 25:** LIMPIEZA DE LA CASCARA DE ARROZ



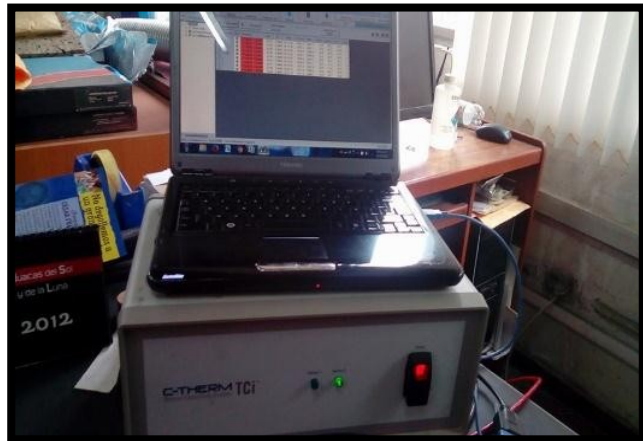
**Figura 26:** ENSAYO DE FLUIDEZ DEL MORTERO



**Figura 27:** ELABORACION DE LOS ESPECIMENES DE MORTERO



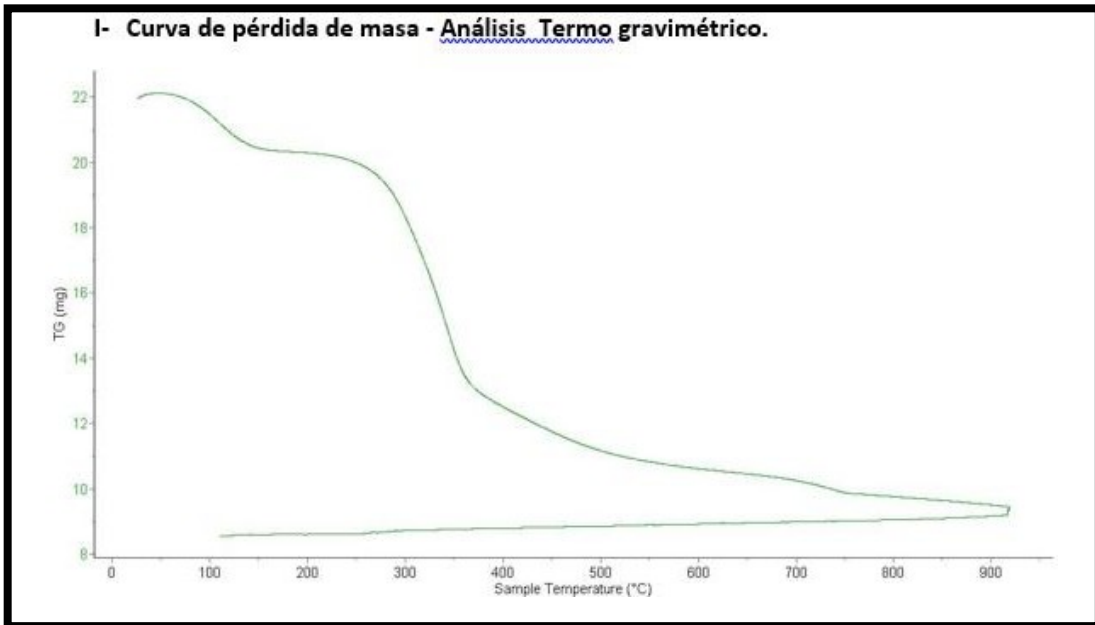
**Figura 28:** PESO ESPECIFICO DE MIS MATERIALES



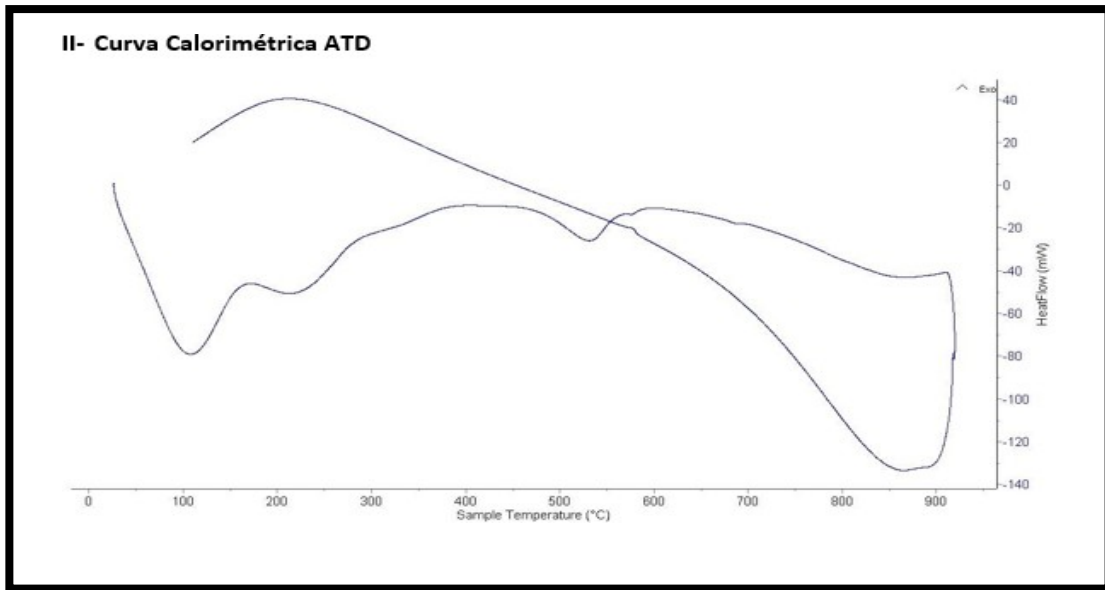
**Figura 29:** ENSAYO DE CONDUCTIVIDAD TERMICA DEL MORTERO



**Figura 30: ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL MORTERO**



**Figura 31: ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO DE LA ARCILLA**



**Figura 32: ANÁLISIS CALORIMÉTRICO DE LA ARCILLA**



**Figura 33: ACTIVACION MECANICA DE LA CASCARA DE ARROZ**



**Figura 34: ACTIVACION TERMICA DE LA ARCILLA**



Figura 35: CALCINACION DE LOS MORTEROS EXPERIMENTALES

## ANEXO 02 Ensayo De Analisis Termico Diferencial





Trujillo, 05 de Febrero del 2019

**INFORME N° 50 - FEB 19**

**Solicitante:** Jesús Liza - Universidad San Pedro Chimbote

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

**Supervisor:** .....

**1. MUESTRA:** Polvo de Arcilla (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	PA-50M	34.4 mg	Pucallpa

**2. ENSAYOS A APLICAR**

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

**3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min ▪ Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 34.4 mg.

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

Ing. Danny Chávez Novoa  
Ing. Danny Chávez Novoa

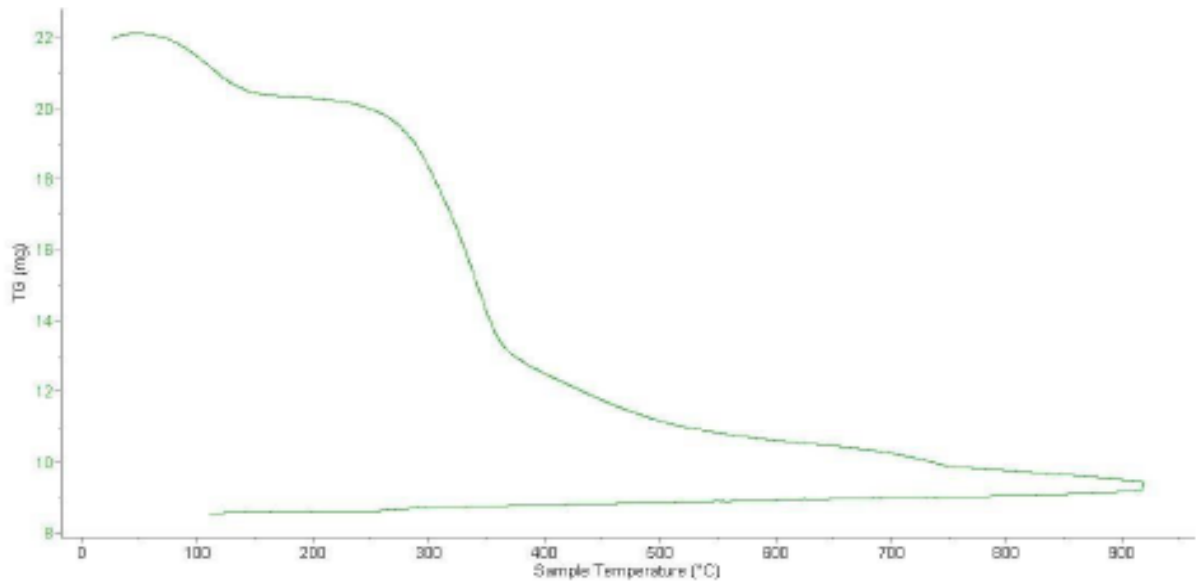


Trujillo, 05 de Febrero del 2019

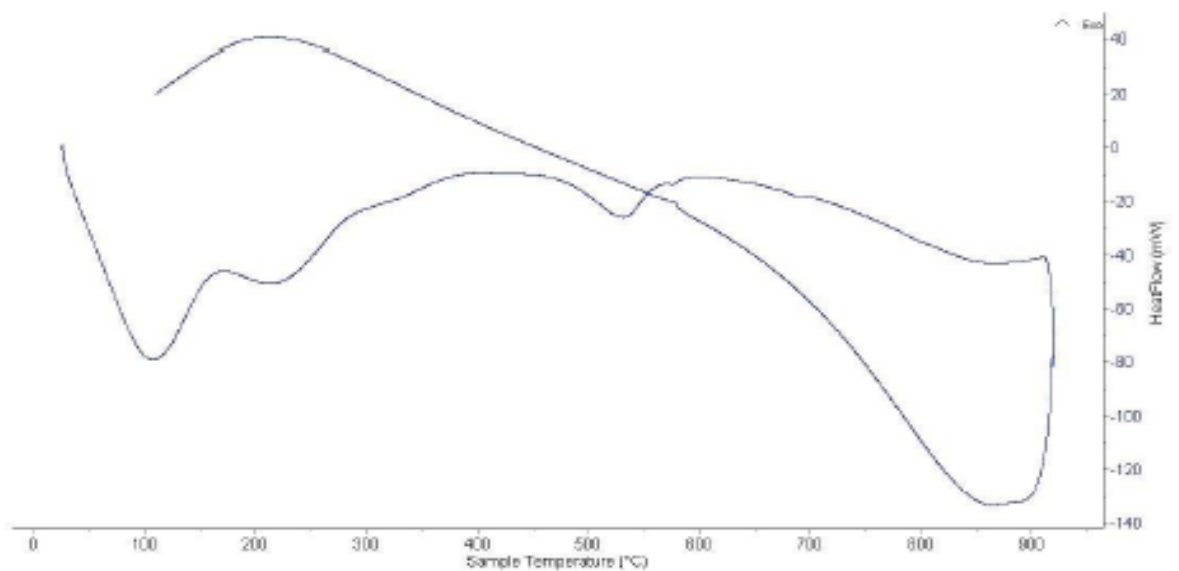
INFORME N° 50 - FEB 19

#### 4. Resultados:

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



##### II- Curva Calorimétrica ATD





Trujillo, 05 de Febrero del 2019

INFORME N° 50 - FEB 19

## 5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra dos importantes rangos de pérdida significativa de la masa del material ensayado. La primera se observa en el rango entre 80 y 115°C y la segunda, la pérdida más intensa, se desarrolla en un rango entre 250 y 360°C. El material llega experimentar una pérdida total de aproximadamente 60 % de su masa inicial cuando alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra una ligera región endotérmica a aproximadamente a 110°C y otra región entre 190°C y 230°C. Posteriormente se evidencia un ligero pico de absorción térmica alrededor de 520°C con probabilidad de existir cambio en la característica del material.

Trujillo, 05 de Febrero del 2019

Ing.

Danny Mesías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polímeros

## ANEXO 03 Ensayo De Composicion Quimica



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**(Universidad del Perú, Decana de América)**

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**

**Laboratorio de Arqueometría**

---

**Informe N°58-LAQ/2018**

**Análisis de Polvo de la arcilla por FRXDE**

### **Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de Polvo De la arcilla a pedido del Sr. **Liza Moreno, Jesus**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Conductividad Térmica y Permeabilidad De Un Mortero sustituyendo al Cemento En Un 50% (Por Arcilla 40% Y Polvo De Cascara De Arroz 10%).”**

### **Arreglo experimental.**

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un Voltaje de 30 kV y una corriente de 10 $\mu$ A. los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue alrededor de 7510oct/s.

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

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una



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

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

---

componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

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

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

### **Resultados.**

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

La tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en el proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxido es

Ligeramente menor que 100%. Es probable que la muestra este constituida en parte por compuestos diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento,



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

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

para mayores detalles sobre la composición estructural d la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental del Polvo De la arcilla en % de masa

Óxido	Concentración % masa	Normalizado Al 100%
$Al_2O_3$	6.359	51.78
$SiO_2$	58.296	35.459
$P_2O_5$	1.525	0.338
$SO_3$	1.416	0.042
$K_2O$	4.425	3.517
$CaO$	3.945	0.671
$TiO_2$	0.295	0.313
$MnO$	0.090	0.043
$Fe_2O_3$	3.708	6.788
$ZnO$	0.032	0.022
$SrO$	0.031	0.023
$Rb_2O$	0.011	0.005
Total	80.227	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

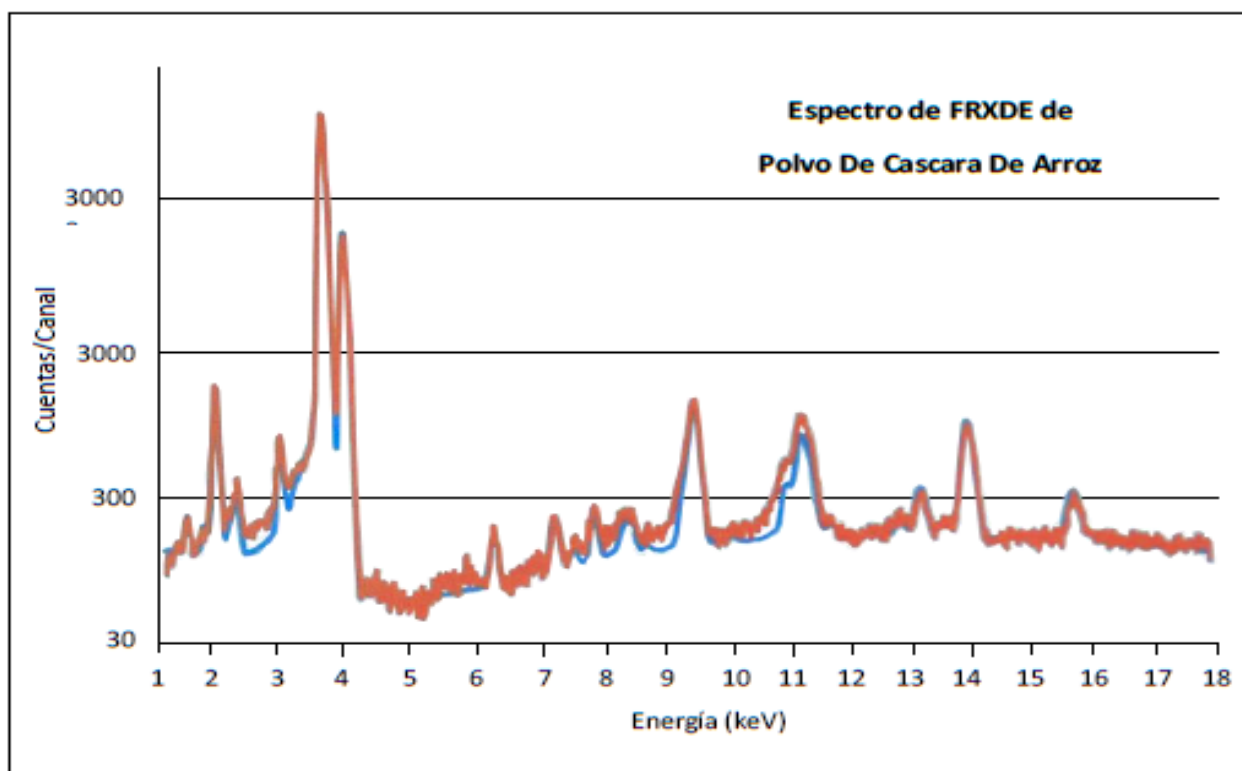


Figura 1. Espectro de FRXDE del polvo de cascara de arroz en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 06 de junio del 2018





# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

### Laboratorio de Arqueometría

---

**Informe N°58-LAQ/2018**

#### **Análisis de Polvo de la cascara de arroz por FRXDE**

##### **Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de Polvo De Cascara De Arroz a pedido del Sr. **Liza Moreno, Jesus**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Conductividad Térmica Y Permeabilidad De Un Mortero sustituyendo al Cemento En Un 50% (Por Arcilla 40% Y Polvo De Cascara De Arroz 10%).”**

##### **Arreglo experimental.**

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un Voltaje de 30 kV y una corriente de 10 $\mu$ A. los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue alrededor de 7510cts/s.

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

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una



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

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

---

componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

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

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

### **Resultados.**

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

La tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en el proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxido es

Ligeramente menor que 100%. Es probable que la muestra este constituida en parte por compuestos diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento,



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

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

para mayores detalles sobre la composición estructural d la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental del Polvo De Cascara De Arroz en % de masa

Óxido	Concentración % masa	Normalizado Al 100%
SiO <sub>2</sub>	59.296	73.853
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.525	0.833
SO <sub>3</sub>	1.416	0.124
K <sub>2</sub> O	4.425	22.612
CaO	3.945	1.589
MnO	0.090	0.530
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.708	0.429
CuO	0.017	0.011
ZnO	0.032	0.019
Total	80.227	100.00



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

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

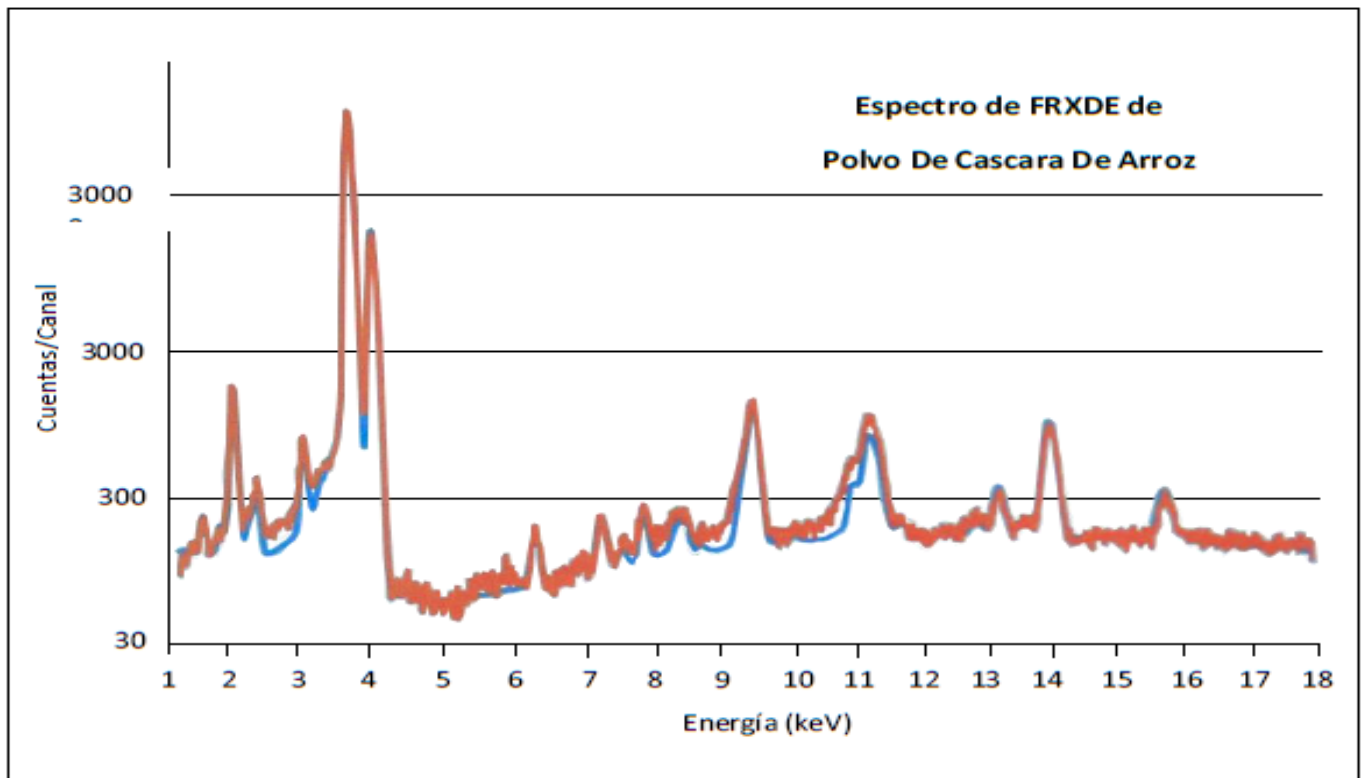


Figura 1. Espectro de FRXDE del polvo de cascara de arroz en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva azul muestra el espectro simulado

Investigador responsable:

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



Lima, 12 de junio del 2018

## ANEXO 04 Ensayo Del Potencial De Hidrogeno



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS  
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

**“COLECBI” S.A.C.**

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

**INFORME DE ENSAYO N° 20170526-08**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : JESUS LIZA MORENO  
DIRECCIÓN : Prolongacion Alfonso Ugarte N° 1252 Chimbote  
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADOS.  
CANTIDAD DE MUESTRA : 04 muestra  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno cerrada.  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-05-26  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2017-05-26  
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2017-05-27  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Físico Químico  
CÓDIGO COLECBI : SS 170526-05

**RESULTADOS**

MUESTRA	ENSAYOS
	pH
Arcilla de Pucallpa	4,55
Cemento Pacasmayo	13,66
Polvo cascara de Arroz	7,77
Arcilla 40% Cemento 50% Polvo cascara de Arroz 10%	12,70

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

pH : Potenciométrico.

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Mayo 27 del 2017.

DVY/jms

Denis M. Vargas Yepéz  
Jefe de Laboratorio  
Físico Químico  
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE  
Rev. 04  
Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME  
SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
Web: www.colecbi.com