

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL**



**Comparación de la resistencia a la compresión de una pasta,  
sustituyendo el cemento en 5% por polvo y ceniza de Trachy  
Cardium Procerum (pata de mula)**

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

**Autor:**

Reyes Manrique, Kevin José

**Asesor:**

Segundo Urrutia Vargas

Cod. ORCID: 0000-0003-4415-0484

**CHIMBOTE –PERÙ**

**2021**

**PALABRAS CLAVES**

<b>TEMA</b>	Resistencia de la pasta
<b>ESPECIALIDAD</b>	Tecnología del Concreto

**KEY WORDS:**

<b>Topic</b>	Paste Resistance
<b>Specialization</b>	Concrete Technology

**LINEA DE INVESTIGACION:**

<b>Programa</b>	Ingeniería, Civil
<b>Línea de investigación</b>	Construcción y gestión de la construcción
<b>OCDE</b>	Ingeniería, Tecnología Ingeniería Civil

**TITULO:**

Comparación de la resistencia a la compresión de una pasta sustituyendo el cemento en 5% por polvo y ceniza de Trachy Cardium Procerum (pata de mula)

**TITLE:**

Comparison of the compressive strength of a paste replacing the cement in 5% with dust and ash from Trachy Cardium Procerum (mule leg)

## **RESUMEN**

Esta investigación tuvo por finalidad determinar la resistencia fabricando una pasta de arcilla cambiando el cemento en 5% por polvo de ceniza de concha de pata de mula para mejorar la resistencia a la compresión en comparación de una pasta normal.

Respecto a la metodología esta investigación es de tipo experimental ya que realizó los ensayos en el grupo control y grupo experimental, en donde aplicó la pasta fabricada en este estudio con concha de pata de mula y comparó resultados que puedan dar entre la nueva pasta y la convencional.

Como resultados al ensayar la resistencia a la compresión se identificó que las pastas patrón indican una alta resistencia, en promedio de 256.00 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días; en la pasta experimental mostró una resistencia promedio a los 28 días de 264.00 Kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, en una sustitución de 5% de polvo de concha de pata de mula, indica un nivel bajo de resistencia promedio a los 28 días de 238/Kg/cm<sup>2</sup>. Verificándose así que la sustitución con el 5% de ceniza de concha de pata de mula, es una sustitución que da resistencias a la compresión óptimas para pastas.

## **ABSTRACT**

The purpose of this investigation was to determine the strength by making a clay paste by changing the cement by 5% for mule-foot shell ash powder to improve the compressive strength compared to a normal paste.

Regarding the methodology, this research is of an experimental type since it carried out the tests in the control group and the experimental group, where it applied the pasta manufactured in this study with mule leg shell and compared results that could give between the new pasta and conventional.

As results, when testing the resistance to compression, it was identified that the standard pastes indicate a high resistance, on average of 256.00 Kg / cm<sup>2</sup> at 28 days; in the experimental paste it showed an average resistance at 28 days of 264.00 Kg / cm<sup>2</sup>. Likewise, in a 5% substitution of mule foot shell powder, it indicates a low level of average resistance at 28 days of 238 / Kg / cm<sup>2</sup>. Thus verifying that the substitution with 5% mule-foot shell ash is a substitution that gives optimal compressive strengths for pasta.

## ÍNDICE

Palabras Claves - Línea de Investigación .....	i
Título.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice .....	v
INTRODUCCIÒN.....	1
METODOLOGIA DELTRABAJO .....	18
RESULTADOS .....	22
ANALISIS Y DISCUSION.....	32
CONCLUSIONES.....	34
RECOMENDACIONES.....	35
AGRADECIMIENTO .....	36
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	37
ANEXOS .....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición Química de los residuos de la concha de pata de mula.	1
Tabla 2: Componentes químicos principales	6
Tabla 3: Los parámetros de óxidos contenidos en los cementos	7
Tabla 4: Composición química del cemento TIPO I	7
Tabla 5: Requisitos para agua de mezcla-NTP 339.088	9
Tabla 6: Propiedades físicas de los residuos de la concha de pata de mula	12
Tabla 7: VARIABLE DEPENDIENTE E INDEPENDIENTE	16
Tabla 8: Diseño de pastas según días de curado	20
Tabla 9: Técnicas e Instrumentos de Investigación	20
Tabla 10: Composición química de la combinación de cemento con ceniza de concha de pata de mula por FRXDE	22
Tabla 11: Composición química de la combinación de cemento con el polvo de concha de pata de mula por FRXDE	23
Tabla 12: Determinación del pH del cemento y las muestras	24
Tabla 13: Resultados del ensayo de compresión de la pasta patrón a los 3 días de curado	25
Tabla 14: Resultados del ensayo de compresión de la pasta patrón a los 7 días de curado	25
Tabla 15: Resultados del ensayo de compresión de la pasta patrón a los 28 días de curado	25
Tabla 16: Resultados del ensayo de compresión de la pasta experimental 5% polvo de concha de pata de mula a los 3 días de curado	26
Tabla 17: Resultados del ensayo de compresión de la pasta experimental 5% polvo de concha de pata de mula a los 7 días de curado	27

Tabla 18: Resultados del ensayo de compresión de la pasta experimental 5% polvo de concha de pata de mula a los 28 días de curado	27
Tabla 19: Resultados del ensayo de compresión de la pasta experimental 5% ceniza de concha de pata de mula a los 3 días de curado	28
Tabla 20: Resultados del ensayo de compresión de la pasta experimental 5% ceniza de concha de pata de mula a los 7 días de curado	28
Tabla 21: Resultados del ensayo de compresión de la pasta experimental 5% ceniza de concha de pata de mula a los 28 días de curado	28
Tabla 22: Cuadro Comparativo de pasta patrones y experimentales	29
Tabla 23: Resultados Finales de los Ensayos de Compresión Promedio	29



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Grafico de Relación agua - cemento	9
Figura 2: Resistencia a Compresión	10
Figura 3: Ciclo reproductivo de <i>T. procerum</i> indicando el estadio III, y la AR en hembras durante sep-2005 y ago-2006 en Chimbote, Bahía Samanco.	11
Figura 4: Delimitación del banco natural de "concha Corazón" y zonas de pesca artesanal del litoral de Ancash.	12
Figura 5 y 6: Concha de <i>T. procerum</i>	13
Figura 7: Estructura externa de <i>T. procerum</i>	13
Figura 8: Grafico de pH de los materiales	24
Figura 9: Curva de Resistencia Promedio Patron	26
Figura 10: Curva de Resistencia Promedio Experimental 5% polvo de concha de pata de mula	27
Figura 11: Curva de Resistencia Promedio Experimental 5% ceniza de concha de pata de mula	29
Figura 12: Comparación de Resultados Patrón y Experimental - Barras	30
Figura 13: Comparación de Resultados Patrón y Experimental - Curvas	31

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.- Antecedentes y fundamentación científica

Para este estudio se realizó una indagación exhaustiva de elementos bibliográficos que posean una relación con las variables estudiadas, es decir, investigaciones donde hayan estudiado las propiedades del polvo y ceniza de Trachy Cardium Procerum.

**Carrillo, R. y Villanueva, J. (2016)**, en su estudio tuvo como objetivo principal, el activar con una temperatura de 800° el Trachy Cardium Procerum y a 600° la hoja de eucalipto. Como conclusión se obtuvo que el sustituir el cemento por un 3% de Eucalipto y 5% de Trachy cardium procerum, manifiesta propiedades positivas frente a la resistencia, es así que como resultados se observa que a los 7 días al aplicar una prueba de comprensión el mortero alcanzó 65% como mayor resistencia y a los 14 días solo alcanzó el 11% finalmente alcanzó una resistencia a los 28 días de 460.14 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Achanai Buasri, et al.** (Tailandia 2013), realizó un estudio tipo experimental con composiciones químicas de moluscos, este estudio halla que la concha de pata de mula en temperaturas de 750°C a 1000°C durante 4 horas, manifiesta un compuesto que se basa en CaO; indicando que los residuos de esta concentración presentan CaO 99.17% en peso.

### Tabla 1:

*Composición Química de los residuos de la concha de pata de mula*

Compound	Concentration (wt.%)		
	Mussel shell	Cockle shell	Scallop shell
CaO	98.367	99.17	97.529
Na <sub>2</sub> O	0.937	0.438	0.565
SO <sub>3</sub>	0.293	0.117	1.568
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.163	0.096	0.204

SrO	0.158	0.132	0.107
ZrO <sub>2</sub>	0.046	-	0.027
Cl	0.037	-	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	0.026	-

Fuente: extraído de Achanai Buasri, et al. (2013).

**Santa Gadea, I. (2017)**, en su estudio tuvo como un objetivo principal evaluar la resistencia a la compresión de una pasta de cemento sustituyendo el cemento por polvo de cascara de arroz y arcilla en comparación de una pasta convencional.

Obteniendo como resultados la resistencia a la compresión de una pasta patrón elaborada de manera convencional a los 28 días de curado 253.167 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión promedio.

### **Fundamentación Científica:**

#### **Tecnología de Materiales**

Esta disciplina hace partícipe a procesos industrializados en donde se obtienen piezas necesarias para alimentar las máquinas y dispositivos tecnológicos en base a materia prima. También se conoce como la investigación de técnicas analíticas y la confección de materiales.

#### **Propiedad de los Materiales**

Estas cualidades se manifiestan frente a factores ambientales como luz, calor, electricidad o la presión de alguna fuerza.

También describe particularidades como la elasticidad, conductividad eléctrica, magnetismo o comportamientos que se manifiestan en el ambiente.

#### **A. Propiedades mecánicas**

Se manifiesta cuando se aplica una fuerza a un sólido, manifestado componentes como los que definiremos a continuación.

- Plasticidad: Es la cualidad de un objeto para cambiar su forma frente a la presión de una carga, poseyendo la habilidad de deformarse al retirar la presión, es decir la deformación continúa a pesar que la fuerza ya no se encuentra en el cuerpo.

- Dureza: Es la solidez que un cuerpo posee al ser marcado por otro, se conoce también como la fuerza de oposición a la deformidad del cuerpo por uno más duro.
- Resistencia: Indica la cualidad de aguante que presentan los materiales para soportar diferentes fuerzas. También se conoce como lo contrario a la deformación y separación.
- Ductilidad: Es una propiedad de los materiales para deformarse sin separarse del todo, pudiendo obtener hilos.
- Maleabilidad: Es la habilidad que posee el objeto para deformarse sin romperse, pudiendo obtener láminas.
- Elasticidad: Propiedad de objetos para volver a su forma inicial después de aplicar una fuerza o carga de manera seguida. Es así que al retirar el peso ese material vuelve a su estado o forma original.
- Resiliencia: Cualidad de afrontar fuerza y aguante a la destrucción mediante una carga de extensión o retraimiento.

Al aplicar procesos físicos o químicos, estos materiales se transformarán siendo de utilidad para la fabricación de productos comerciales.

Una de las características importantes de los materiales de construcción es que son duraderos, dependiendo mucho de la manera como se utilice, así mismo se tendrá que contemplar otros supuestos como la dureza, resistencia al fuego, facilidad de limpieza, entre otros.

Como pauta general, todos los materiales no siempre cumplirán con las características que se necesita en una construcción, es así que la disciplina de la construcción se encargará de mezclar materiales acordes a los requerimientos necesarios. (Tecnología de Materiales, 2010).

## **Pasta**

Se refiere a la mezclanza del cemento con agua, que al dejarse secar se forma el concreto endurecido.

### **Elementos fundamentales**

Está compuesto de cuatro elementos principales.

- a. El gel: Resultado que aparece de la hidratación del cemento y una reacción

química.

- b. Los poros; se denomina a los espacios sin llenar dentro de la masa, formada del concreto.
- c. El cemento hidratado; Resultante de la mezcla de cemento y agua.
- d. Los cristales; presenten en todo concreto, y está formado por cristales de hidróxido y calcio.

Estos elementos poseen una participación importante dentro de la composición del concreto.

### **Funciones de la pasta**

Esta pasta posee cuatro funciones sobre el concreto.

- a. Colaborar en el endurecimiento de la pasta
- b. Diferenciar partículas de agregado.
- c. Completar los espacios entre las partículas y el agregado, así como obtener una buena adherencia.
- d. Otorgar lubricación a la mezcla en el proceso de endurecimiento.

### **Propiedades de la pasta**

Estos atributos dependerán de los siguientes puntos:

- a. Las cualidades físicas y químicas del cemento.
- b. El equilibrio aproximado de cemento y agua en la mezcla.
- c. El nivel de hidratación de la mezcla, que se obtiene de la combinación química y el agua.

### **Fraguado y endurecimiento de la pasta de cemento**

La pasta es el resultante de la mezcla con agua y posee la propiedad de endurecerse de manera paulatina hasta formarse un macizo que posee dureza y resistencia.

Estas propiedades son el resultante de un proceso químico y físico que se forma de la reacción química del agua con el clínquer y como primer proceso es la solución en el agua de los compuestos anhídros de cemento, formando composiciones hidratadas.

Según la teoría Cristaloidal de Le chatelier, al formarse los cristales, se adhieren al proceso de endurecimiento de la pasta, formando una especie de gel que hidratará el concreto formando algunas características mixtas en el proceso.

Es así que la pasta al endurecerse muestra algunas características de interés para las obras de ingeniería y construcción:

- La reacción que se produce se denomina exotérmica y desprende calor los primeros días.
- También durante el proceso de conversión hay una variación en el volumen, así como dilatación si el ambiente posee humedad o de contracción si es hay poca humedad.

Todo este proceso se produce reaccionando a las características del cemento, composición, finura entre otros factores.

### **Influencia de la pasta en el concreto**

- a. Una de las características finales de la pasta es que esta influye de manera directa sobre la mezcla resultante.
- b. También para un concreto fuerte dependerá de la porosidad de la pasta y la reacción de la relación entre el agua y cemento, así como el nivel de hidratación.

### **Cemento**

Este material se obtiene de moler hasta pulverizar el Clinker, el cual se compone y es producido de la fusión entre material calcáreo y arcilloso.

**Gonzales, S. (2001)** define al cemento como un producto no natural que se deriva de la composición y convertimiento de una materia prima que posee arcilla, calizas, entre otros minerales.

### **Composición Química:**

**Tacilla, et al. (2004)** refiere que el cemento está compuesto por materias principales y acorde a estos agregados en su fabricación se obtienen diversas propiedades que pueden ser.

### **Componentes Químicos:**

1. Silicato tricalcico, este le brinda una resistencia he hidrata al cemento.

2. Silicato dicálcico, le da la propiedad de resistencia en el transcurso del tiempo y no es necesario una hidratación en su composición.
3. Aluminato tricalcico, es un estimulante en el silicato ocasionando una reacción de secado violento. Para obtener un buen equilibrio, es necesario el uso de yeso para su fabricación.
4. Aluminio- ferrito tetracálcico, ayuda a que se manifieste una mayor velocidad en la hidratación.
5. Componentes menores: oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio.

Algunos componentes para la obtención del cemento se muestran en la siguiente tabla con un nivel de proporción detallada (Teodoro, E., 2000):

**Tabla 2**  
*Componentes químicos principales*

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

Fuente: Teodoro E. (2000)

**Tabla 3***Los parámetros de óxidos contenidos en los cementos*

<b>Compuesto</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Abreviatura</b>
<i>(CaO)</i>	<b>61% -67%</b>	<b>C</b>
<i>(SiO<sub>2</sub>)</i>	<b>20% -27%</b>	<b>S</b>
<i>(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)</i>	<b>4% - 7%</b>	<b>A</b>
<i>(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)</i>	<b>2% - 4%</b>	<b>F</b>
<i>(SO<sub>3</sub>)</i>	<b>1% - 3%</b>	
<i>(MgO)</i>	<b>1% - 5%</b>	
<i>(K<sub>2</sub>O Y Na<sub>2</sub>O)</i>	<b>0.25% -1.5%</b>	

Fuente: American Society for Testing and Materials. ASTM.

**Tabla 4***Composición química del cemento TIPO I*

<b>Componentes</b>	<b>Cemento Pacasmayo Tipo I</b>
Oxido de Sílice: <b>SiO<sub>2</sub></b>	20.5%
Oxido de Hierro: <b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	5.14%
Oxido de Aluminio: <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	4.07%
Oxido de Calcio: CaO	62.92%
Oxido de Magnesio: MgO	2.10%
Óxido de Azufre: <b>SO<sub>3</sub></b>	1.83%
Perdida por Calcinación: P.C	1.93%
Residuo Insoluble: R.I	0.68%
Cal Libre: Cao	1.10%
Álcalis: <b>Na<sub>2</sub>O</b>	0.22%
Silicato Tricalcico: <b>C<sub>3</sub>S</b>	44.70%

Fuente: American Society for Testing and Materials. ASTM.



## **Agua**

Este líquido no debe de contener aceites, ácidos, o materiales orgánicos, es decir, debe ser completamente limpio. Uno de los objetivos primordiales es la hidratación del cemento, y la utilidad como curado en estructuras de concreto al pasar 28 días aproximados.

**Martínez, I (Universidad Nacional del Comahue) 2010**, menciona que el uso del agua no potable puede utilizarse en el cemento cumpliendo ciertos parámetros:

- La distribución de este líquido se debe dar en relación de la mezcla del concreto, es decir la utilización del agua de un mismo lugar.
- Una de las características del agua es que es importante en las combinaciones de concreto y morteros, ya que permitirá la manifestación ligante.
- El agua utilizada para este fin no debe de poseer residuos que genere su contaminación, puesto que el fraguado puede resultar dañado.
- La ligereza de la pasta es necesaria para un adecuado manejo de mezclas recién elaboradas, así mismo el agua que se adiciona hace que la mezcla reduzca su resistencia, haya porosidad, entre otros.
- Es así que el agua que se dosifica en el concreto tiene que se potable, y no poseer contaminantes.

### **Curado:**

Hace referencia al adicional de líquido potable para hidratar de manera correcta el cemento; para aplicar el curado dependerá de la humedad del ambiente. También, el agua y cemento cuando se mezclan, dejan espacios que se llenará con productos de hidratación.

**Tabla 5**  
*Requisitos para agua de mezcla-NTP 339.088*

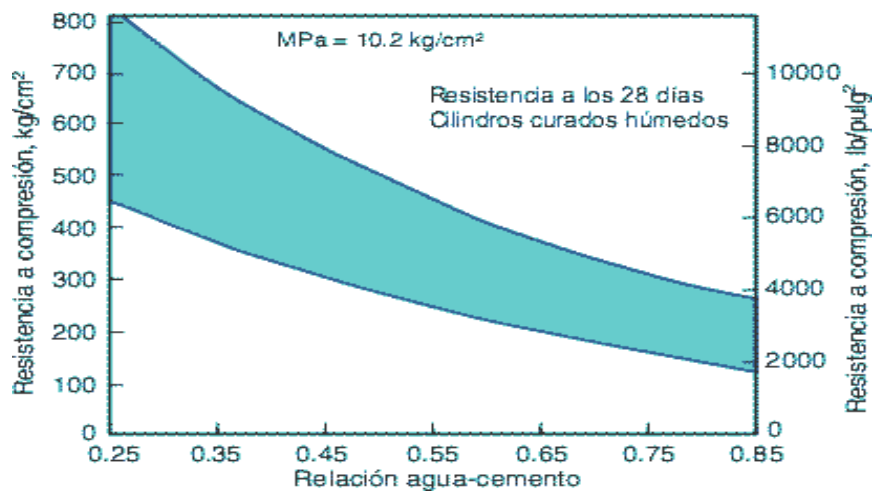
DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE
<b>Cloruros</b>	300ppm.
<b>Sulfatos</b>	300ppm.
<b>Sales de magnesio</b>	150ppm.
<b>Sales solubles totales</b>	1500ppm.
<b>pH</b>	Mayor de 7
<b>Sólidos en suspensión</b>	1500 ppm.
<b>Materia Orgánica</b>	10 ppm.

Fuente: Normal Técnica Peruana. NTP

### Relación Agua - Cemento:

**Figura 1.**

*Gráfico de Relación agua - cemento*



Salas (2011), menciona que la utilidad del curado es darle una adecuada humedad y temperatura al concreto, esto puede ayudar a que desarrolle de una manera eficiente las propiedades de la mezcla. Este curado inicia de manera rápida después del colado, es así que resultará la durabilidad deseada y resistencia.

El calor es un componente importante en el proceso del curado adecuado, pues tiene

origen en la rapidez como se hidrata. Es así que una resistencia se forma de manera ideal a una temperatura elevada.

Importancia de la curación.

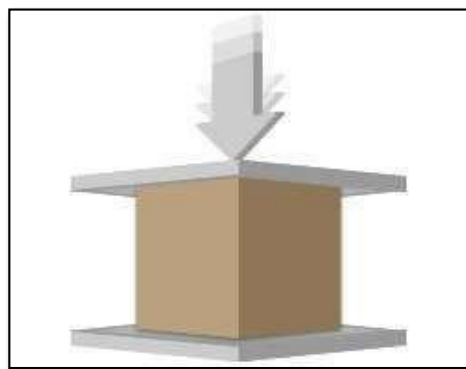
- Según investigaciones, indican que el concreto menora en resistencia a la mitad si está frente a un ambiente seco; sin embargo, el concreto en altas temperaturas ganará una resistencia adecuada.
- Posee una duración óptima, es así como el concreto curado obtiene dureza superficial y resistirá mejor a la abrasión y desgaste. La curación también brinda el beneficio al concreto con la propiedad de impermeabilidad, es así como eleva su durabilidad y utilidad.
- El curado bien realizado evita el resquebrajamiento, cuarteo o descascaramiento.

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

**Juárez, E. (2005)**, este autor menciona que la resistencia es el soporte que posee un material al ser aplastado. Según Juárez, muchas veces el material falla debido a una fractura. Menciona también que la resistencia es la fuerza máxima de aguante bajo un aplaste. Por último, la resistencia se calcula fraccionando la carga total por el área original de una probeta en un ensayo de compresión.

**Figura 2.**

*Resistencia a la Compresión*



**Osorio, J. (2013)**, manifiesta a la resistencia como el proceso en que los granos de cemento se hidratan y reaccionan endureciendo del fraguado, ganando resistencia, en

un inicio de manera veloz, pero disminuye conforme va pasando los días.

### **Trachy Cardium Procerum (Concha de Pata de Mula)**

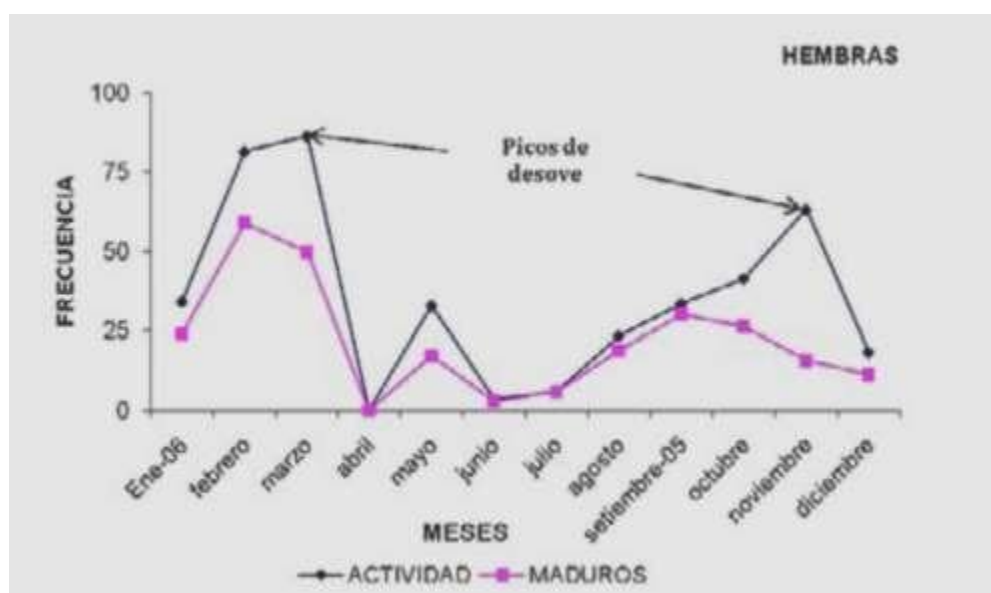
Es una variedad bentónica que posee hermafroditismo sexual, es decir, los machos poseen más actividad reproductiva que las hembras.

Con respecto a su crecimiento, presentan: ovocito inmaduro, ovocito en madurez y ovocito maduro en hembras, los machos por otra parte muestran espermatogonio, espermatocito y espermatozoide respectivamente; se pueden agrupar en seis estadios de desarrollo maduracional: virginal=0; reposo = I; en maduración = II; maduro = III; desovante/expulsante = IV y recuperación = V.

Esta especie se multiplica de preferencia en los meses de verano y primavera; también su condición está relacionada de manera frecuente con la estación reproductiva, pues esto lleva a obtener un éxito en su nivel de apareamiento y multiplicación, ganando talla y peso. Su medida inicial en las hembras es de 41mm; es así que es necesario la información sobre esta especie para un manejo y conservación adecuada.

**Figura 3.**

*Ciclo reproductivo de T. Procerum indicando el estadio III, y la AR en hembras durante sep-2005 y ago-2006 en Chimbote, Bahía Samanco.*



## Localización en Ancash

En Ancash, en su extenso litoral, hay una diversa variedad de lugares en donde se puede localizar esta especie, este recurso puede presentarse en climas tropicales o subtropicales, favoreciendo su reproducción.

En nuestra localidad se puede obtener en la pampa El Dorado que se encuentra situada en Nuevo Chimbote entre 78° 28' - 78° 34' LW y 9°10' - 9°16' LS, Ancash, Perú.

**Figura 4.**

*Delimitación del banco natural de "concha Corazón" y zonas de pesca artesanal del litoral de Ancash*



## Composición química de la concha pata de mula

Esta especie posee buenos niveles de óxido de calcio, observando en la tabla 1 los componentes precisos.

**Tabla 1**

*Composición Química de los residuos de la concha de pata de mula*

Compound	Concentration (wt.%)		
	Mussel shell	Cockle shell	Scallop shell
CaO	98.367	99.17	97.529
Na <sub>2</sub> O	0.937	0.438	0.565
SO <sub>3</sub>	0.293	0.117	1.568
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.163	0.096	0.204
SrO	0.158	0.132	0.107
ZrO <sub>2</sub>	0.046	-	0.027
Cl	0.037	-	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	0.026	-

**Tabla 6**

*Propiedades físicas de los residuos de la concha de pata de mula*

Physical property	Derived catalyst		
	Mussel shell	Cockle shell	Scallop shell
Surface area (m <sup>2</sup> /g)	89.91	59.87	74.96
Pore volume (cm <sup>3</sup> /g)	0.13	0.087	0.097
Mean pore diameter (A)	1234.55	25.53	30.55

## Estructura de la concha pata de mula

Figura 5 y 6.

Concha de *T. procerum*

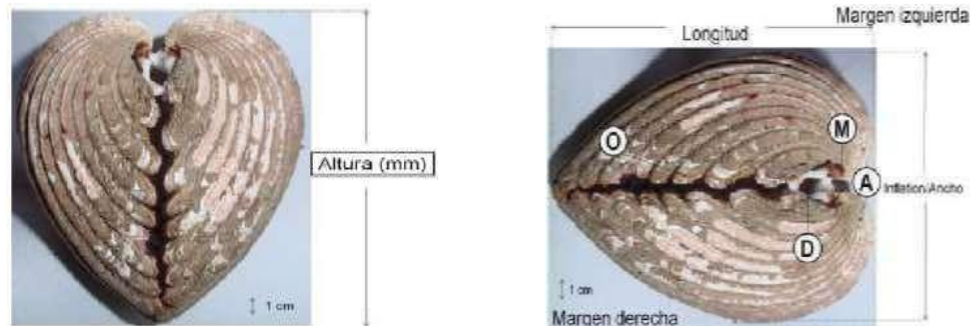
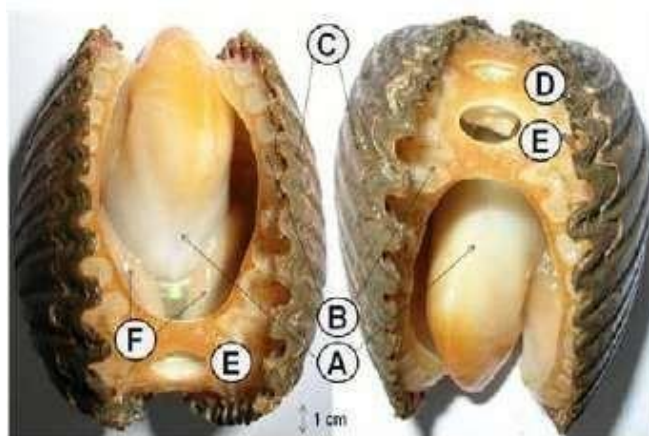


Figura 7.

Estructura externa de *T. procerum*



Dónde: A=Pie, B=Manto, C=Concha,

D=Sifón exhalante, E=Sifón Inhalante, F=Branquias

## 2. Justificación de la investigación

En este estudio se pretendió justificar la resistencia a la compresión, utilizando una pasta mediante la sustitución del polvo y la ceniza obtenida de la concha pata de mula, el cual es un recurso valioso como material y una alternativa económica baja, así como no poseer factores contaminantes para producirla.

Es así que esta investigación pretendió elaborar una pasta utilizando los recursos mencionados, con el fin de obtener un producto que posea altos niveles de resistencia

y satisfaciendo las necesidades de una población con una economía limitada, así como la utilidad de obtener un material no contaminante, promoviendo la vida y conservación de los recursos naturales.

Cabe indicar que este estudio posee una gran importancia, pues estaríamos encontrando un material cementante adecuado y económico, el cual sería un gran beneficio para la población de Chimbote.

Se busca utilizar la concha de pata de mula con el fin de construir pastas a base de cemento y concha de pata de mula y a la vez que cumpla con la normativa peruana.

Teniendo el conocimiento que en los alrededores de la ciudad de Chimbote existe material de desechos de concha y se puede obtener de manera rápida, podría favorecer una obtención de material cementante que sustituya al cemento convencional.

### **3. Problema.**

Una realidad problemática a nivel mundial es que el cemento al combinarse con el agua se obtiene una pasta que se endurece de manera progresiva hasta ser un sólido con dureza y resistencia; esta pasta es un producto que se usa con muchas frecuencias en el proceso de construcción, y la mayoría de infraestructuras están construidas por esta pasta, sin embargo afectan problemas como la durabilidad en diversas construcciones lo que hace un producto no tan eficiente y económicamente elevado.

El Cemento es un producto industrial y se deriva básicamente de los calcinamientos de materiales inorgánicos que son procesados a niveles altos de calor y claro está, que no promueve el cuidado del medio ambiente y posee un costo elevado.

#### **A nivel Nacional**

Este producto, el cemento, es un material primordial y es un producto que se ubica dentro de los más costosos en el proceso de la construcción.

Dentro del proceso de producción del cemento, se compone de calcinación de minerales y materiales inorgánicos que se someten a temperaturas altas, dañando el medio ambiente.

Es así como se dio inicio a este trabajo, por el cual se buscó renovar la idea de construcción para los pavimentos, la sustitución de la Concha de pata de mula

induciendo a la sustitución de materiales con bajos costos y de composición orgánica sin impacto al medio ambiente.

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

¿En qué medida la aplicación de Trachy Cardium Procerum (concha de pata de mula) en la elaboración de la pasta mejorará su resistencia a la compresión en comparación a una pasta convencional?

#### **4.- Operacionalización y conceptualización de las variables:**

##### **Variable dependiente: Resistencia a la Compresión**

##### **Definición Conceptual**

Es cuando el material soporta una fuerza máxima al ser aplastada por una carga; comúnmente la resistencia de un material falla cuando existe una rotura o fractura. Así mismo, esta resistencia se va a calcular entre una carga máxima por el área transversal original en un ensayo de compresión (Juárez, E. 2005).

##### **Definición Operacional**

Esta variable tendrá una medición acorde a los días de curado que se ha propuesto, y así se obtendrá una resistencia promedio.

##### **Dimensiones**

- **Edad del concreto**

La resistencia a la compresión aumentará con la degeneración, según estudios hasta por 50 años, si hay humedad.

- **Carga Axial**

Esta carga actuar en el eje longitudinal en una estructura aplicada al centroide de la sección transversal del mismo produciendo un esfuerzo unificado.

- **Área**

Es el área en donde se aplica la pasta, verificando anticipadamente las dimensiones,



así se obtiene el área con el que calcularemos la resistencia a la comprensión, dividiendo la fuerza entre el área de la pasta.

### **Variable Independiente: Sustitución del 5% de ceniza y polvo de concha de pata de mula**

#### **Definición Conceptual**

Es la incorporación del polvo y ceniza del material estudiando, en un 5% del cemento para obtener una mezcla y pasta.

Este proceso se obtiene con el objetivo de lograr una mayor resistencia a la comprensión y pueda ser apropiado para un tiempo determinado (Osorio, J., 2013).

#### **Dimensiones**

- **Dosificaciones**

Se compone de la combinación de cemento y de (concha de pata de mula), este producto posee propiedades que se requieren para una obtención de resistencias indicadas en los planos de estructuras.

- **Pasta de cemento con 5% de polvo de concha de pata de mula**

Se incluirá a la mezcla de la pasta un 5% de concha de pata de mula, para obtener un equilibrio conforme los antecedentes.

**Tabla 7:**

*Variables Dependiente e Independiente*

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>Resistencia a la Compresión</b>	Es la fuerza total que soporta un objeto al ser aplastado (Juárez, 2005).	Promedio de Resistencias
<b>Sustitución del 5% de ceniza y polvo de concha de pata de mula</b>	Es la aplicación del polvo y ceniza de concha de pata de mula en un 5% del cemento en el diseño de mezcla de la pasta de cemento	Pasta de Cemento patrón Pasta de cemento con 5% de polvo de concha de pata de mula Pasta de cemento con 5% de ceniza de concha de pata de mula

### **5.- Hipótesis:**

Activando térmicamente y mecánicamente la materia prima concha de pata de mula, sería posible obtener un material puzolánico que reemplaza al cemento en 5%, el cual mejoraría la resistencia a la compresión de la pasta de cemento.

### **6.- Objetivos:**

El objetivo general:

Determinar la comparación de la resistencia a la compresión de una pasta cuando se le sustituye 5% de polvo y ceniza de concha de pata de mula por el cemento.

Objetivos específicos:

- ✓ Determinar la composición química de las combinaciones del polvo y la ceniza de concha de pata de mula mediante la fluorescencia de rayos X.
- ✓ Medir el pH de la concha de pata de mula en combinación con las mezclas.
- ✓ Determinar la relación agua/cemento de la pasta convencional y de la experimental con sustitución del 5% de polvo y ceniza de la Concha de Pata de Mula.
- ✓ Determinar la resistencia a compresión promedio de la pasta patrón y con la sustitución del 5% de polvo y ceniza de Concha de Pata de Mula, 3, 7 y 28 días.
- ✓ Analizar y comparar e interpretar los resultados a través del grado de relación y de variación entre la resistencia a compresión y las dosificaciones de mezcla del 5% de polvo y ceniza de concha de pata de mula.

## II. METODOLOGÍA

### **Tipo y diseño de investigación**

Para este estudio se utilizó una investigación del tipo aplicada y explicativa, ya que los resultados que se obtuvieron servirán para darle una solución práctica a problemas relacionados con las pastas de cemento, esto generará alternativas de construcción en donde se obtendrá viviendas con mayor durabilidad, a su vez que servirá como una técnica novedosa para la construcción.

### **Enfoque de investigación**

El enfoque que posee esta investigación fue cuantitativo, este tipo es el que genera resultados a partir de las variables y mide de manera objetiva, registrando valores numéricos e indicadores de datos a partir de respuestas recogidas (guías de observación).

En esta investigación la hipótesis que se planteó, se tuvo que comprobar por indicadores estadísticos y matemáticos.

### **Diseño de investigación**

Para el presente trabajo se utilizó un diseño tipo experimental, ya que se utilizó dos muestras mediante ensayos, que a su vez se utilizó dos grupos experimentales denominados control y experimental, en el cual se aplicó la pasta elaborada con la sustitución del 5% de cemento por ceniza y polvo de concha de pata de mula; este estudio por su parte se basó de manera principal por las pruebas experimentadas en laboratorios de suelo en donde se mantuvo en contacto con los ensayos realizados obteniendo resultados acorde a los objetivos propuestos.

### **Población**

En este estudio se tuvo como población a las pastas de cemento que se dio uso, utilizando las normas de construcciones.




























- La concha de pata de mula fue recolectada de la pampa “El dorado”, ubicada en la bahía de Samanco, ya que en esa zona abunda el material para este estudio, así mismo se llenó en sacos y luego fue llevado al laboratorio de Mecánica de suelos de la universidad San Pedro.

## Muestra

Para la resistencia a la compresión se trabajó con 27 pastas de cemento

**Tabla 8**

*Diseño de pastas según días de curado*

Días de curado	Resistencia a la compresión de una pasta, sustituyendo el cemento en 5% por polvo y ceniza de Trachy Cardium Procerum (pata de mula)		
	Patrón	5% polvo	5% ceniza
3			
			
			
7			
			
			
28			
			
			

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 9**

Técnicas e Instrumentos de Investigación

<b>TECNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<b>Observación</b>	Guía de observación Resumen.  Fichas técnicas del laboratorio de los ensayos a realizar.

Fuente: Elaboración Propia

Para esta investigación se utilizó la técnica de la observación, ya que fue registrada la percepción del material de manera exacta y cuidadosa. Es así que todo lo observado se registró en el mismo momento, es así que también se tuvo como instrumento una guía de investigación el cual permitió sistematizar, y clasificar los datos obtenidos.

Temperatura de calcinación: se consideró la temperatura de calcinación a 800 °C la cual se tomó de antecedente (Carrillo, R. y Villanueva,J), ya que obtuvo buenos resultado en su composición de química. obtenido altos niveles de óxido de calcio.

#### **Procesos y análisis de la información:**

Para esta investigación se utilizó el programa Microsoft Excel y el programa estadístico SPSS V21

Así mismo se realizó un análisis de la data, los cuales son:

- Procesamiento de datos para representar el Diseño de Mezcla de las pastas patrón y las pastas experimentales.
- Representación por medio de tablas, gráficos, así como varianzas y una prueba para verificar las hipótesis.
- ✓ Solicitar el laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro, mediante un documento escrito para obtener acceso.
- ✓ Conseguir el material que se utilizó en la fabricación de nuestras pastas de cemento.

- ✓ Se empleó un sistema de registro, en donde por medio de fichas, apuntes, videos y fotos se desarrollaron de manera organizada la información para este trabajo.
- ✓ Realizaremos un diseño de mezcla de pasta de cemento así como su desviación estándar.
- ✓ Fabricaremos las pastas de cemento con el diseño tradicional.
- ✓ Confeccionaremos las pastas de cemento adicionándole el polvo y ceniza de conchade pata de mula.
- ✓ Se llevó el curado con el uso de las pastas y los ensayos oportunos, con el diseño clásico de estas y las elaboradas con la adición resultante de la concha de pata de mula, para al final comparar los resultados.
- ✓ Con los datos obtenidos se realizó cuadros que facilitaron el análisis de resultados.

### III.RESULTADOS

- **Determinación de la composición química de la combinación de cemento con ceniza de concha de pata de mula por fluorescencia de FRXDE**

**Tabla 10**

*Composición química de la combinación de cemento con ceniza de concha de pata de mula por FRXDE*

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.876	
SiO <sub>2</sub>	25.119	
SO <sub>2</sub>	2.209	
K <sub>2</sub> O	0.933	
CaO	58.380	
TiO <sub>2</sub>	0.161	
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.019	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.014	<i>Fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía</i>
MnO	0.046	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.074	
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.013	
CuO	0.005	
ZnO	0.019	
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.028	
Rb <sub>3</sub> O	0.003	
SrO	0.087	
ZrO	0.007	

Fuente: Laboratorio de la Universidad Nacional de San Marcos.

**Determinación de la composición química de la combinación de cemento con el polvo de concha de pata de mula por fluorescencia de FRXDE**

**Tabla 11**

*Composición química de la combinación de cemento con el polvo de concha de pata de mula por FRXDE*

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.858	
SiO <sub>2</sub>	24.453	
SO <sub>2</sub>	2.171	
K <sub>2</sub> O	0.917	
CaO	58.819	
TiO <sub>2</sub>	0.172	
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.018	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.014	<i>Fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía</i>
MnO	0.045	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.370	
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.012	
CuO	0.004	
ZnO	0.019	
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.026	
Rb <sub>3</sub> O	0.002	
SrO	0.089	
ZrO	0.007	

*Fuente:* Laboratorio de la Universidad Nacional de San Marcos.



## Determinación del Potencial de Hidrogeno de las muestras

**Tabla 12:**

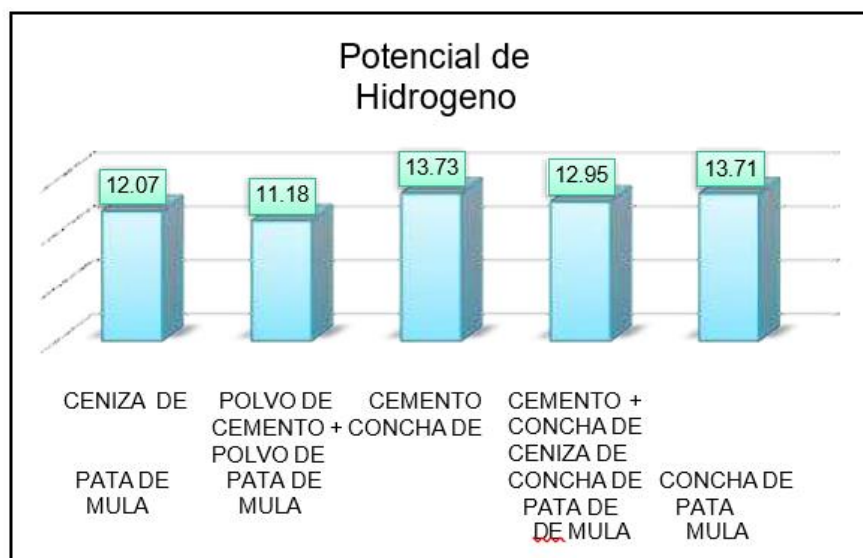
*Determinación del pH del cemento y las muestras*

Muestra	PH
<b>CENIZA DE CONCHA DE PATA DE MULA</b>	12.07
<b>POLVO DE CONCHA DE PATA DE MULA</b>	11.18
<b>CEMENTO</b>	13.73
<b>CEMENTO + POLVO DE CONCHA DE PATA DE MULA</b>	12.95
<b>CEMENTO + CENIZA DE CONCHA DE PATA DE MULA</b>	13.71

Fuente: Laboratorios COLECBI.

**Figura 8.**

*Gráfico de PH de los materiales*



### Ensayo de resistencia a la compresión:

Se elaboró una combinación para la pasta patrón, se fabricó un total de 9 pastas base y fueron ensayados por compresión a los 3,7 y 28 días de curado, logrando los siguientes resultados:

En la tabla 13 se tiene un ensayo a compresión de pastas.

**Tabla 13**

*Resultados del ensayo de compresión de la pasta patrón a los 3 días de curado*

MUESTRA	DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )
P1	2.017	3.200	568	177.50
P2	2.012	3.180	551	173.27
P3	2.009	3.170	545	171.92
<b>PROMEDIO</b>				<b>174.23</b>

Fuente: Laboratorio LABICER – Universidad Nacional de Ingeniería

**Tabla 14**

*Resultados del ensayo de compresión de la pasta patrón a los 7 días de curado*

MUESTRA	DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )
P4	2.012	3.180	659	207.12
P5	2.007	3.160	674	213.41
P6	2.013	3.180	667	209.74
<b>PROMEDIO</b>				<b>210.09</b>

Fuente: Laboratorio LABICER – Universidad Nacional de Ingeniería

**Tabla 15**

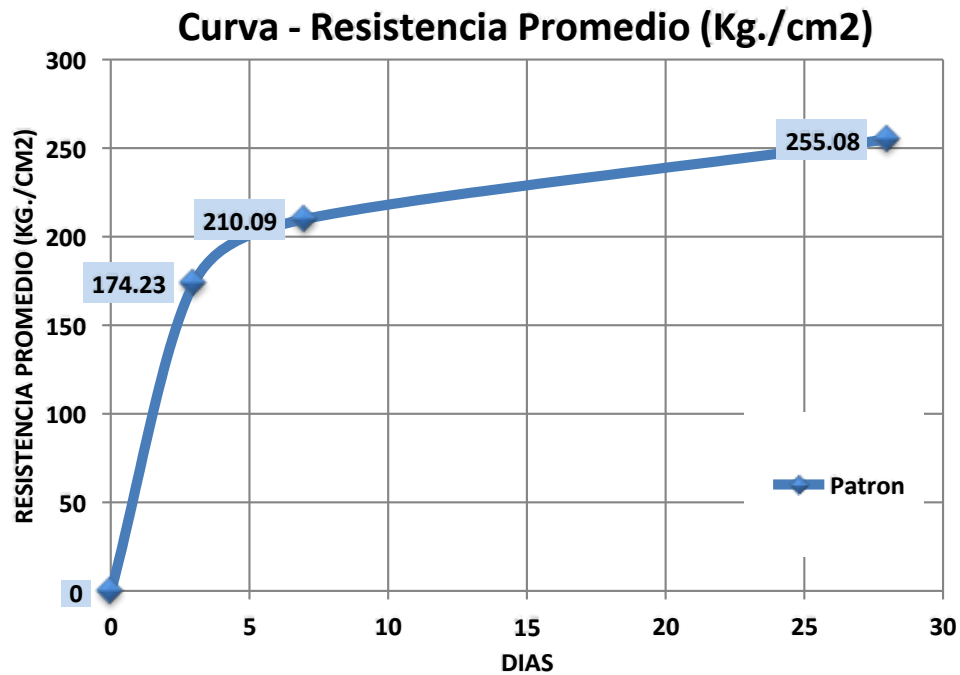
*Resultados del ensayo de compresión de la pasta patrón a los 28 días de curado*

MUESTRA	DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )
P7	2.017	3.200	817	255.31
P8	2.012	3.180	814	255.97
P9	2.009	3.170	805	253.94
<b>PROMEDIO</b>				<b>255.08</b>

Fuente: Laboratorio LABICER – Universidad Nacional de Ingeniería

Figura 9

Curva de Resistencia Promedio Patrón



### Pasta Experimental

Se obtuvo del ensayo a compresión de pastas experimentales 5% de polvo de concha de pata de mula, fueron probados por compresión a los 3, 7 y 28 días de curado, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 16

Resultados del ensayo de compresión de la pasta experimental 5% polvo de concha de pata de mula a los 3 días de curado

MUESTRA	DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )
E1A	1.963	3.030	493	162.59
E2A	1.961	3.020	511	169.21
E3A	1.960	3.020	498	165.06
<b>PROMEDIO</b>				<b>165.62</b>

Fuente: Laboratorio LABICER – Universidad Nacional de Ingeniería

**Tabla 17**

*Resultados del ensayo de compresión de la pasta experimental 5% polvo de concha de pata de mula a los 7 días de curado*

MUESTRA	DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )
E4A	1.962	3.030	602	198.76
E5A	1.960	3.020	608	201.18
E6A	1.960	3.020	594	196.73
<b>PROMEDIO</b>				<b>198.89</b>

Fuente: Laboratorio LABICER – Universidad Nacional de Ingeniería

**Tabla 18**

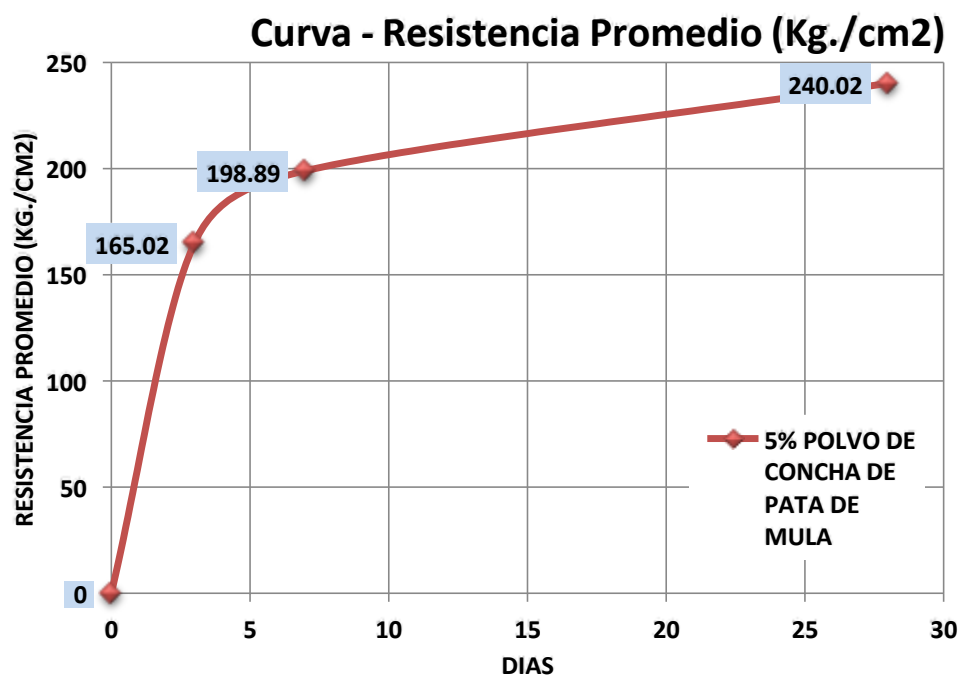
*Resultados del ensayo de compresión de la pasta experimental 5% polvo de concha de pata de mula a los 28 días de curado*

MUESTRA	DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )
E7A	1.961	3.020	707	233.98
E8A	1.963	3.030	740	244.09
E9A	1.960	3.020	731	241.99
<b>PROMEDIO</b>				<b>240.02</b>

Fuente: Laboratorio LABICER – Universidad Nacional de Ingeniería

**Figura 10.**

*Curva de Resistencia Promedio Experimental 5% polvo de concha de pata de mula*



Para esta prueba a compresión de morteros experimentales 5% de ceniza de concha de pata de mula, fueron tanteados por compresión a los 3, 7 y 28 días de curado, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 19**

*Resultados del ensayo de compresión de la pasta experimental 5% ceniza de concha de pata de mula a los 3 días de curado*

MUESTRA	DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )
E1	1.963	3.030	562	185.62
E2	1.960	3.020	569	188.37
E3	1.964	3.030	554	182.96
<b>PROMEDIO</b>				<b>185.65</b>

Fuente: Laboratorio LABICER – Universidad Nacional de Ingeniería

**Tabla 20**

*Resultados del ensayo de compresión de la pasta experimental 5% ceniza de concha de pata de mula a los 7 días de curado*

MUESTRA	DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )
E4	1.967	3.040	674	221.56
E5	1.963	3.030	663	218.94
E6	1.964	3.030	661	217.99
<b>PROMEDIO</b>				<b>219.50</b>

Fuente: Laboratorio LABICER – Universidad Nacional de Ingeniería

**Tabla 21**

*Resultados del ensayo de compresión de la pasta experimental 5% ceniza de concha de pata de mula a los 28 días de curado*

MUESTRA	DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )
E7	1.963	3.030	806	266.00
E8	1.960	3.020	812	268.89
E9	1.964	3.030	800	263.97
<b>PROMEDIO</b>				<b>266.29</b>

Fuente: Laboratorio LABICER – Universidad Nacional de Ingeniería

Figura 11.

Curva de Resistencia Promedio Experimental 5% ceniza de concha de pata de mula

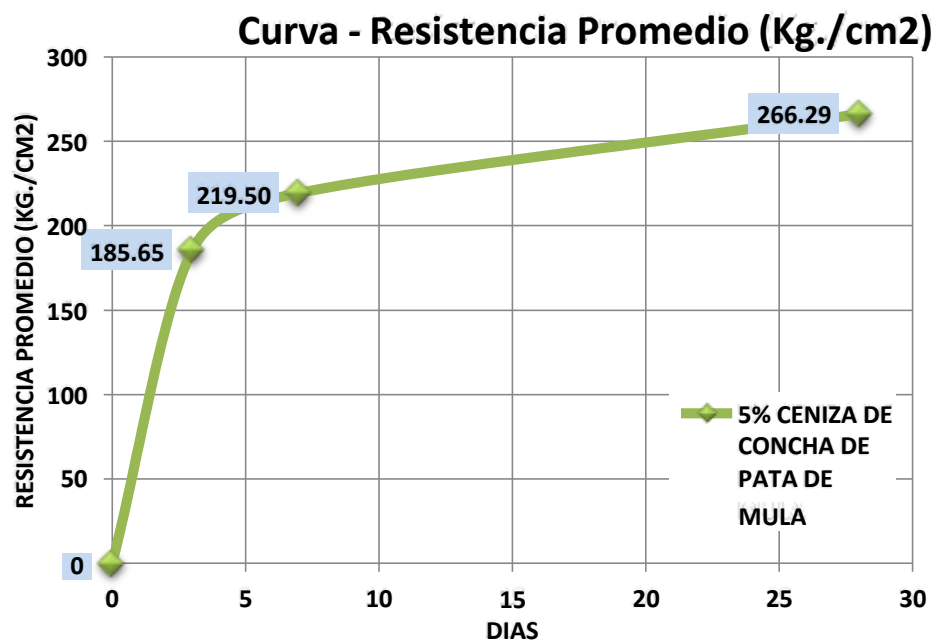


Tabla 22

Cuadro Comparativo de Pasta Patrones y Experimentales

Descripción	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )		
	3 días	7 días	28 días
PATRON	177.50	207.12	255.31
	173.27	213.41	255.97
	171.92	209.74	253.94
EXPERIMENTAL 5% ceniza CPM	185.62	221.56	266.00
	188.37	218.94	268.89
	182.96	217.99	263.97
EXPERIMENTAL 5% polvo CPM	162.59	198.76	233.98
	169.21	201.18	244.09
	165.06	196.73	241.99

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 23***Resultados Finales de los Ensayos de Compresión Promedio*

Días	Resistencia de la pasta (Kg/Cm <sup>2</sup> )		
	Patrón	Experimental 5% ceniza CPM	Experimental 5% polvo CPM
3	174.23	185.65	165.62
7	210.09	219.50	198.89
28	255.08	266.29	240.02

Fuente: Elaboración Propia

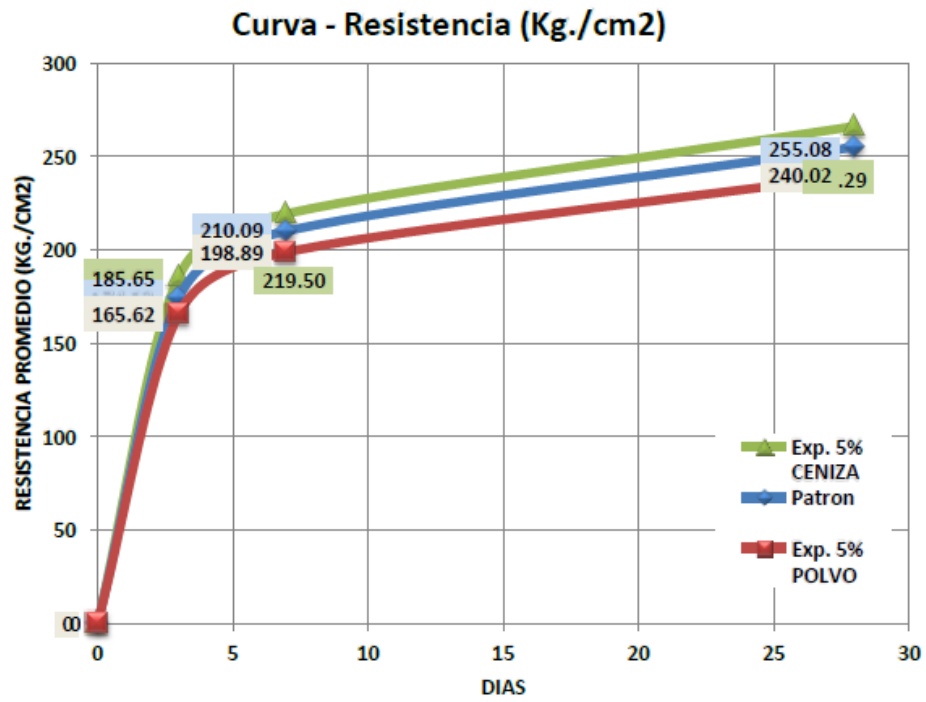
Como conclusión, se obtuvo resultados positivos en los ensayos de compresión con las pastas experimentales, y a su vez se tuvo en cuenta las resistencias, pues lograron superar en un 6.55%

Estos resultados se deben a la sustitución de cemento que se aplicó, obteniendo mejores propiedades gracias a los precursores puzolánicos.

**Figura 12.***Comparación de Resultados Patrón y Experimental - Barras*

Figura 13

Comparación de Resultados Patrón y Experimental - Curvas





#### **IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

**El análisis químico de fluorescencia de rayos X** que se realizó a las combinaciones de ceniza y polvo de pata de mula alcanzó un 58.380% y 58.819% de óxidos de calcio respectivamente obteniendo un valor muy cercano al porcentaje del cemento que tiene como valor 62.92% (tabla 04).

En donde la combinación de la ceniza con cemento disminuyó en un 7.22% con respecto al valor del cemento, mientras que la combinación del polvo con cemento disminuyó en 6.52% con respecto al valor del cemento, estos valores se mantienen muy cercanos a la composición química del cemento debido al bajo porcentaje de sustitución del cemento por la ceniza y el polvo de pata de mula. Ya que la composición química de la concha de pata de mula es de 99.17% de óxido de calcio (Achanai Buasri, et al.)

**En la determinación del pH** de la ceniza de concha de pata de mula, dio un 12.07, del polvo de concha de pata de mula resultó 11.18, mientras que la combinación de cemento con ceniza de concha de pata de mula nos dio como resultado 13.71, llegando a alcanzar de forma similar al pH del cemento portland tipo I (13.73),

El agua es un factor importante en el diseño de las mezclas es la relación agua cemento, pues afecta a la resistencia y favorece a la exudación y la segregación, así como disminuye la durabilidad del material. La relación a/c utilizada para las pastas patrones fue de 0.45 (Jennings and Thomas, 2001), y para las pastas experimentales se tomó como base esta relación y conforme a esto se fue adicionando el agua hasta lograr la misma consistencia del patrón, ya que no hay una norma específica para pastas.

En la Tabla N°15, se identifica que las pastas patrón muestran una alta resistencia promedio de 255.08 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días; esta conducta es una respuesta a los materiales finos que han sido graduados de manera adecuada, obteniendo una baja relación entre el agua y el cemento 0.45.

Obteniendo valores cercanos a 253.167 Kg/cm<sup>2</sup> (Santa Gadea, I.) que utilizó la misma relación agua cemento 0.45.

Se observa que la pasta experimental obtenida en donde se sustituyó un 5% con ceniza

de concha de pata de mula, obtiene una resistencia alta a los 28 días, 266.29 Kg/cm<sup>2</sup>. La cual aumento en 4.39% con respecto a la pasta patrón lo cual se puede deber a su mayor contenido en oxido de aluminio el cual disminuye el peso a la pasta y podría dar una mayor resistencia.

Se observa que la pasta experimental obtenida en donde se sustituyó un 5% con polvo de concha de pata de mula, obtiene una resistencia a los 28 días, 240.02 Kg/cm<sup>2</sup>. La cual disminuyó en 5.90% con respecto a la pasta patrón la cual se puede deber a que la mezcla es menos alcalina.

Estas características, es decir estas propiedades mecánicas del cemento dependerá básicamente de las microestructuras de la pasta de cemento, así también las composiciones químicas de los productos hidratados. Es así que el volumen de poros, posee un rol fundamental en las características mecánicas de la pasta.

## **V. CONCLUSIONES**

1. Al estimular de manera térmica la concha de pata de mula a 750°C en 4 h, se analizó una muestra en la Universidad Mayor de San Marcos, determinando una composición química de Oxido de Calcio (CaO) en 58.380%, 10.876 % de trióxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 25.119 % de dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), 0.087 de óxido de estroncio (SrO), 0.933 % de óxido de potasio (K<sub>2</sub>O) y 2.074 % de trióxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).
2. Para el análisis químico para la combinación de cemento con polvo de concha de pata de mula estudiada, se encontró esta composición química: 58.819% de óxido de calcio (CaO), 24.453 % de dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), 0.089 de óxido de estroncio (SrO), 0.917% de óxido de potasio (K<sub>2</sub>O) y 2.370% de trióxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).
3. El pH obtenido de la ceniza de concha de pata de mula, arrojó como resultado que: 12.07, del polvo de concha de pata de mula resulto 11.18, mientras que la mezcla de cemento con ceniza de concha de pata de mula, indica un 13.71, llegando a alcanzar de forma similar al pH del cemento portland tipo I (13.73). Indicando así valores cercanos, obteniendo un fraguado rápido. Lográndose superar al pH del cemento, Obteniéndose así una mezcla activada alcalinamente.
4. Habiéndose elaborado pastas de concreto como patrón, se ejecutó un ensayo para observar la resistencia de compresión, obteniendo a los 28 días en promedio 255.08kg/cm<sup>2</sup>. También al sustituir el 5% de polvo de concha de pata de mula, la resistencia promedio disminuyó un 5.90% a los 28 días, respecto a la pasta patrón, disminuyendo notablemente.
5. Por el contrario, al sustituir el 5% de ceniza de concha de pata de mula, la resistencia a la compresión promedio aumenta notablemente en 4.39% a los 28 días, respecto a la pasta patrón, logrando ganarle.
6. No se ha variado la relación agua cemento 0.45 en pastas patrón y experimentales, se adiciono agua hasta obtener la misma consistencia que la pasta patrón.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 1.- Realizar la composición química de la ceniza y polvo de concha de pata de mula para poder ver su comportamiento para comparar variaciones y diferencias de resultados y así obtener un porcentaje favorable.
- 2.- Realizar nuevas investigaciones con porcentajes mayores tales como 10 y 15 % de sustitución de cemento.
- 3.- Explorar con diferentes tiempos de calcinación para las pastas experimentales y ver cómo influye en la conductividad térmica y resistencias mecánicas.
- 4.- Realizar investigaciones aplicativas de este material en unidades de albañilería para recubrimiento.
- 5.- Se recomienda elaborar nuevos trabajos con nuevos porcentajes con ceniza de concha de pata por los resultados obtenidos.
- 6.- Se recomienda usar este material para acabados en solaqueos y tarrajeos. en cámarasde inspecciones y cajas de registros de desagüe.

## **DEDICATORIA**

A Dios en primer lugar por la sabiduría en esta etapa de mi vida, así como la ayuda para lograr mis objetivos y sueños.

A toda mi familia por el entusiasmo brindado y siempre acompañarme en este proceso. Al asesor, el Ing. Segundo Urrutia Vargas, por sus importantes contribuciones y amplios conocimientos compartidos en la realización de este estudio.

A todos los docentes que me fueron de gran importancia en la carrera de Ing. Civil, porque obtuve los conocimientos adecuados para la aplicación en mi profesión, así como la guía para continuar sin retroceder.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Achanai , B., Nattawut, C., Vorrada, L., Phatsakon, W., & Sarinthip, T. (2013). *Óxido de calcio derivado de las cáscaras de desecho de mejillones, berberechos y vieiras como catalizador heterogéneo para la producción de biodiésel*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Araya , M. (2012). *Compendio de Material para el curso Concreto, Instituto Tecnológico de Costa Rica*. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Carrillo , R., & Villanueva, J. (2016). *Sustitución del cemento por 5% de Trachy Cardium Procerum (Pata de Mula) y 3% de hoja de eucalipto en mortero y determinar su resistencia*. Chimbote: Universidad San Pedro.
- Caviedes, J. (2004). *Tecnología del Concreto*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Collao, F., Yucra, F., & Arcaya, P. (2008). *Bloqueta artesanal en la zona de cono sur de la ciudad de Tacna*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Harmsen, T. (2002). *Diseño de Estructuras de concreto armado*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú Fondo Editorial.
- IECA. (2013). *Componentes y propiedades del cemento*. España: Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones. Obtenido de [https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id\\_rep=179](https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id_rep=179)
- National Ready Mixed Concrete Association. (2019). *Resistencia a la Compresión del Concreto. El Concreto en la Práctica*, 82.
- Santa Gadea, A. (2017). *Resistencia mecánica y conductividad térmica de una pasta, en la cual el cemento ha sido sustituido en 50% por arcilla y polvo de cáscara de arroz*. Chimbote: Universidad San Pedro.
- Zuluaga. (07 de Febrero de 2013). *Academia*. Obtenido de [https://www.academia.edu/4010256/ESTUDIO\\_TECNOLOGICO\\_DE\\_LOS\\_AGREGADOS](https://www.academia.edu/4010256/ESTUDIO_TECNOLOGICO_DE_LOS_AGREGADOS)

# ANEXOS

## **ANEXO N°1**

### **Análisis de Composición Químico de la ceniza de concha de pata de mula**



## **ANEXO N°2**

### **Análisis de Composición Químico del polvo de concha de pata de mula**



**INFORME TÉCNICO N° 0760 - 17 - LAB. 12**

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
  - 1.1 RAZON SOCIAL : KEVIN REYES MANRIQUE
  - 1.2 DNI : 48483940
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
  - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 31 / 05 / 2017
  - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 02 / 06 / 2017
  - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 07 / 06 / 2017
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA EN FORMA ELEMENTAL Y EN ÓXIDOS
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA**
  - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE POLVO DE PATA DE MULA
  - 4.2 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN LADRILLO DE CONCRETO F'C=175 Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO EL CEMENTO EN 5% POR POLVO Y CENIZA DE TRACHY CARDIUM PROCERUM (PATA DE MULA)
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 24.4 °C; Humedad relativa: 64%
7. **EQUIPO UTILIZADO** : Espectrofotómetro de absorción atómica SHIMADZU AA-7000
8. **RESULTADOS**
  - 8.1 **COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL DE POLVO DE PATA DE MULA**

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Calcio (Ca)	40,191	Espectrofotometría de absorción atómica
Magnesio (Mg)	1,540	
Sodio (Na)	0,684	
Azufre (S)	0,130	
Fósforo (P)	0,012	
Manganeso (Mn)	0,004	
Aluminio (Al)	0,003	
Cromo (Cr)	0,002	
Zinc (Zn)	0,002	
Fierro (Fe)	0,002	
Cobre (Cu)	0,001	
Cadmio (Cd)	0,001	



## 8.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS CENIZAS EXPRESADA COMO ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Calcio (CaO)	93,593	Espectrofotometría de absorción atómica
Óxido de Magnesio (MgO)	4,251	
Óxido de Sodio (Na <sub>2</sub> O)	1,534	
Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	0,542	
Pentóxido de Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,044	
Óxido de Manganeso (MnO)	0,009	
Trióxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,008	
Trióxido de di Cromo (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,005	
Óxido de Zinc (ZnO)	0,004	
Trióxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,004	
Óxido de Cobre (CuO)	0,003	
Óxido de Cadmio (CdO)	0,003	

## 9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

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

Bach. Magaly Beraún Hernández  
Analista Químico  
LABICER - UNI



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

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

**ANEXO N°3**  
**Ensayo de PH y alcalinidad**



**INFORME DE ENSAYO N° 20170522-011**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : KEVIN REYES MANRIQUE  
DIRECCIÓN : Urb. 21 de abril b-30-1  
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADOS.  
CANTIDAD DE MUESTRA : 04 muestras  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno cerrada.  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-05-24  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2017-05-25  
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2017-05-25  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Físico Químico.  
CÓDIGO COLECBI : SS 170522-10

**RESULTADOS**

MUESTRA	ENSAYOS
	pH
Ceniza de Concha de Pata Mula	12,07
Polvo de Concha de Pata Mula	11,18
Cemento + Polvo de Concha de Pata Mula	12,95
Cemento + Ceniza de Concha de Pata Mula	13,71

**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 25 del 2017

DVY/jms

Denís M. Vargas Yepéz

Jefe de Laboratorio



Físico Químico  
COLECBI S.A.C.

## **ANEXO N°4**

### **Ensayos de Fluorescencia de cemento con ceniza de concha de pata de mula**



**Informe N°05-LAQ/2019**

**Análisis de una mezcla de cemento con ceniza de concha por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de cemento con ceniza de concha de pata de mula a pedido del Sr. Reyes Manrique, Kevin José, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Comparación de la Resistencia a la Compresión de una Pasta Sustituyendo el Cemento en 5% por Polvo y Ceniza de *Trachi Cardium Procerum* (Concha de Mula).”**

La muestra está en forma de polvo fino de color plomo. La ceniza se obtuvo por calcinación de la concha a 800°C por 4 horas.

**Arreglo experimental.**

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15  $\mu$ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 6870 cts/s.

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

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



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

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

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

### **Resultados.**

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





FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

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 óxidos es ligeramente mayor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de la mezcla de cemento con ceniza de concha en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.310	10.876
SiO <sub>2</sub>	26,122	25,119
SO <sub>2</sub>	2.297	2.209
K <sub>2</sub> O	0.970	0.933
CaO	60.709	58.380
TiO <sub>2</sub>	0.168	0.161
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.020	0.019
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.015	0.014
MnO	0.048	0.046
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.156	2.074
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.014	0.013
CuO	0.005	0.005
ZnO	0.020	0.019
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.029	0.028
Rb <sub>3</sub> O	0.003	0.003
SrO	0.091	0.087
ZrO	0.008	0.007
Total	103.989	100.00



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

Investigador Responsable:

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

Lima, 29 de enero del 2019



## **ANEXO N°5**

### **Ensayos de Fluorescencia de cemento con polvo de concha de pata de mula**



**Informe N°06-LAQ/2019**

**Análisis de una mezcla de cemento con polvo de concha por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una mezcla de cemento con polvo de concha de pata de mula a pedido del Sr. Reyes Mmanrique, Kevin José, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Comparación de la Resistencia a la Compresión de una Pasta Sustituyendo el Cemento en 5% por Polvo y Ceniza de *Trachi Cardium Procerum* (Pata de Mula).”**

La muestra está en forma de polvo fino de color plomo.

**Arreglo experimental.**

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15  $\mu$ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 6160 cts/s.

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

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



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

---

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

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

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

### **Resultados.**

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

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



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

formar en el proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es mayor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento., Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de una mezcla de cemento con polvo de concha en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.413	10.858
SiO <sub>2</sub>	25.703	24.453
SO <sub>2</sub>	2.282	2.171
K <sub>2</sub> O	0.963	0.917
CaO	61.827	58.819
TiO <sub>2</sub>	0.180	0.172
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.019	0.018
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.015	0.014
MnO	0.047	0.045
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.491	2.370
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.012	0.012
CuO	0.004	0.004
ZnO	0.020	0.019
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.026	0.026
Rb <sub>3</sub> O	0.003	0.002
SrO	0.093	0.089
ZrO	0.007	0.007
Total	105.114	100.00

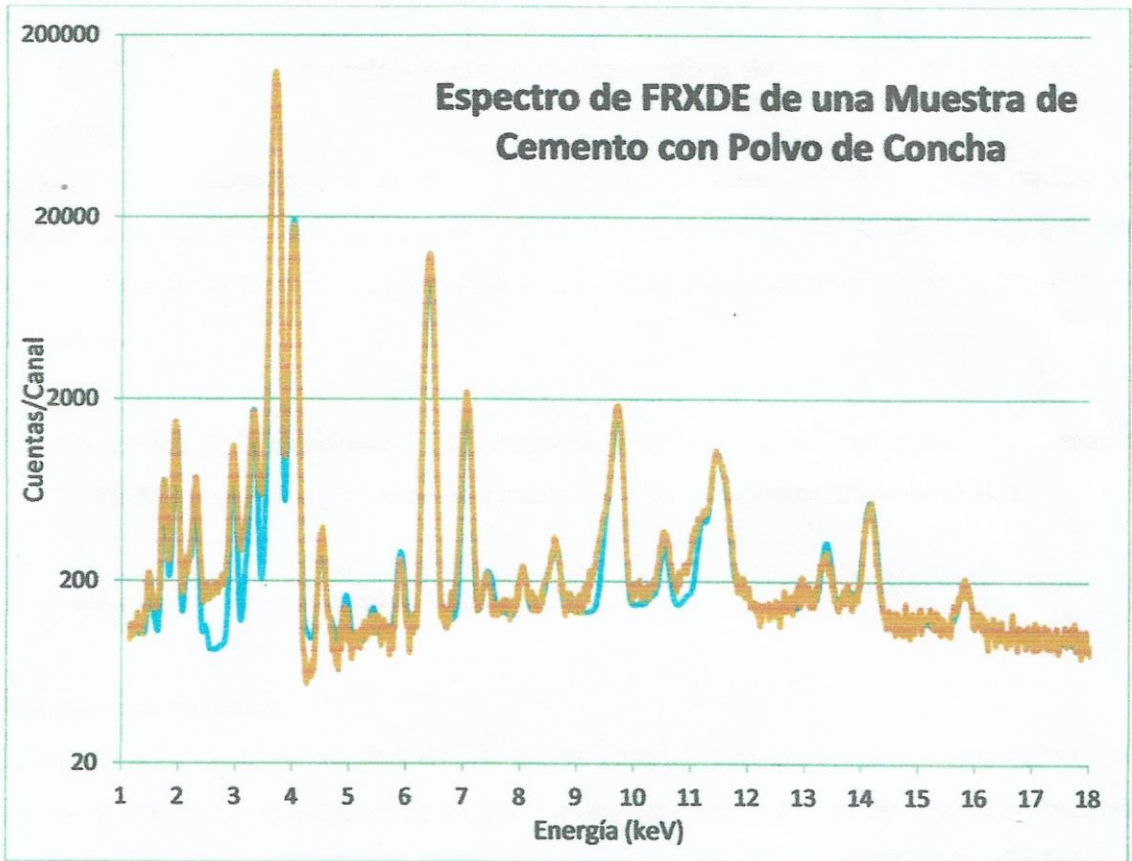


Figura 1. Espectro de FRXDE de una mezcla de cemento con polvo de concha en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Archeometría



Lima, 29 de enero del 2019

**ANEXO N°6**

**Ensayos a compresión**

**De pastas patrón y experimental**





**INFORME TÉCNICO N° 0360 – 19 – LAB. 12**

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
  - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : KEVIN REYES MANRIQUE
  - 1.2 DNI : 48483940
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
  - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 / 03 / 2019
  - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 04 / 03 / 2019
  - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 06 / 03 / 2019
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN MORTEROS
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
  - 4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS : 03 MUESTRAS DE PASTA PATRON Y 06 MUESTRAS DE PASTA EXPERIMENTAL CON 03 DIAS DE CURADO
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 25.0 °C; Humedad relativa: 60 %
7. **EQUIPOS UTILIZADOS** : Maquina de tracción, ZWICK ROELL Z010. Vernier digital Mitutoyo Corporation, CD-6" BS.
8. **RESULTADOS**

Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de ruptura (kgf)	Resistencia a la compresión (kgf/cm <sup>2</sup> )	Norma técnica de referencia.
P-1	2.017	3.20	568	177.50	I.N.V. E – 323 – 07
P-2	2.012	3.18	551	173.27	
P-3	2.009	3.17	545	171.92	
E-1A	1.963	3.03	493	162.59	
E-2A	1.961	3.02	511	169.21	
E-3A	1.960	3.02	498	165.06	
E-1	1.963	3.03	562	185.62	
E-2	1.960	3.02	569	188.37	
E-3	1.964	3.03	554	182.96	

9. **VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO**

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

Bach. Kevin Sullca Q.  
Analista Químico  
LABICER - UNI

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

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.



**INFORME TÉCNICO N° 0430 – 19 – LAB. 12**

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
  - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : KEVIN REYES MANRIQUE
  - 1.2 DNI : 48483940
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
  - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 / 03 / 2019
  - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 08 / 03 / 2019
  - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 11 / 03 / 2019
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN MORTEROS
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
  - 4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS : 03 MUESTRAS DE PASTA PATRON Y 06 MUESTRAS DE PASTA EXPERIMENTAL, 07 DIAS DE CURADO
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 25.0 °C; Humedad relativa: 60 %
7. **EQUIPOS UTILIZADOS** : Maquina de tracción, ZWICK ROELL Z010. Vernier digital Mitutoyo Corporation, CD-6° BS.
8. **RESULTADOS**

Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de ruptura (kgf)	Resistencia a la compresión (kgf/cm <sup>2</sup> )	Norma técnica de referencia.
P-4	2.012	3.18	659	207.12	I.N.V. E – 323 – 07
P-5	2.007	3.16	674	213.41	
P-6	2.013	3.18	667	209.74	
E-4A	1.962	3.03	602	198.76	
E-5A	1.960	3.02	608	201.18	
E-6A	1.960	3.02	594	196.73	
E-4	1.967	3.04	674	221.56	
E-5	1.963	3.03	663	218.94	
E-6	1.964	3.03	661	217.99	

9. **VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO**

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

Bach. Kevin Sullca Q.  
Analista Químico  
LABICER - UNI

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

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.



**INFORME TÉCNICO N° 0515 – 19 – LAB.12**

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
  - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : KEVIN REYES MANRIQUE
  - 1.2 DNI : 48483940
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
  - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 / 03 / 2019
  - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 29 / 03 / 2019
  - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 30 / 03 / 2019
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN MORTEROS
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
  - 4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS : 03 MUESTRAS DE PASTA PATRON Y 06 MUESTRAS DE PASTA EXPERIMENTAL, 28 DIAS DE CURADO
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 25.0 °C; Humedad relativa: 60 %
7. **EQUIPOS UTILIZADOS** : Maquina de tracción, ZWICK ROELL Z010. Vernier digital Mitutoyo Corporation, CD-6" BS.
8. **RESULTADOS**

Muestra	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de ruptura (kgf)	Resistencia a la compresión (kgf/cm <sup>2</sup> )	Norma técnica de referencia.
P-7	2.017	3.20	817	255.31	I.N.V. E – 323 – 07
P-8	2.012	3.18	814	255.97	
P-9	2.009	3.17	805	253.94	
E-7A	1.961	3.02	707	233.98	
E-8A	1.963	3.03	740	244.09	
E-9A	1.960	3.02	731	241.99	
E-7	1.963	3.03	806	266.00	
E-8	1.960	3.02	812	268.89	
E-9	1.964	3.03	800	263.97	

9. **VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO**

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

Bach. Kevin Sullca Q.  
Analista Químico  
LABICER - UNI

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

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

## PANEL FOTOGRAFICO



Lugar de recolección : Pampa “El Dorado”, Bahía de Samanco; situada al sur de la ciudad de Chimbote, entre 78° 28' - 78° 34' LW y 9°10' - 9°16' LS, Ancash, Perú.



Recolección y limpieza de las conchas de pata mola





Activacion mecánica de la concha de pata de mula



Peso de materiales para la elaboración de las pastas patrón y experimentales



Elaboración de pastas patrón en el laboratorio de suelos de la Universidad