

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Resistencia a la compresión de un concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
sustituyendo al cemento por la combinación de un 8% por el  
polvo de la concha de abanico y 12% por las cenizas de la  
cascara de arroz - 2017**

**Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil**

**Autor:**

**Matienzo Maguiña, Jorge German**

**Asesor:**

**Salazar Sánchez, Dante Orlando**

**Chimbote – Perú**

**2018**

**PALABRAS CLAVE:**

<b>Tema</b>	Concreto
<b>Especialidad</b>	Resistencia

**KEY WORDS:**

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

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

<b>01</b>	Ingeniería
<b>02</b>	Ingeniería y Tecnología
<b>02.01</b>	Ingeniería Civil

## TITULO

Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por la combinación de un 8% por el polvo de la concha de abanico y 12% por las cenizas de la cascara de arroz - 2017

## RESUMEN

El propósito de este proyecto de investigación fue el de aumentar la resistencia de un concreto con el uso de las cenizas de la cascara de arroz y el polvo de la concha de abanico, ya que por antecedentes se conoce que ambos materiales pueden llegar a actuar como puzolanas.

En este proyecto de investigación se obtuvo la pérdida de masa y calorimetría de los materiales mediante el análisis térmico diferencial (ATD), composición química a través del ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX), su alcalinidad para determinar su pH y la debida sustitución al 20% por la combinación las cenizas de la cascara de arroz y polvo de la concha de abanico, el cual se evaluó su posible uso puzolanico.

Se obtuvo la resistencia a la compresión de las probetas de concreto patrón  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y experimental con sustitución al 20% de cemento por la combinación de las cenizas de la cascara de arroz y polvo de la concha de abanico.

La prueba de alcalinidad de la mezcla de cenizas de cascara de arroz y polvo de la concha de abanico alcanzo un pH = 14.35, altamente alcalino.

Los resultados de la cenizas de la cascara de arroz muestras un 90.55% en la suma de óxidos ( $SiO_2 + CaO + Al_2O_3$ ) y del polvo de la concha de abanico 98.58%. Al sustituir el cemento por el 20% de la combinación de las cenizas de la cascara de arroz y el polvo de la concha de abanico se obtuvo una resistencia de 52.82%, 81.08% y 99.49% a los 7,14 y 28 días de curado.

Se concluye que la combinación de las cenizas de la cascara de arroz y el polvo de la concha de abanico podría utilizarse como puzolana pero con porcentajes menores al 20%.

## ABSTRACT

The intention of this Project of investigation was of increasing the resistance of the concrete one with the use of the ashes of the rind of rice and the powder of the Shell of range, since for precedents it is known that both materials can manage to act like puzolanas.

In the project of investigation there was obtained the loss of mass and calorimetry of the materials were obtained by means of the differential thermal analysis (ATD), chemical composition through the X-ray fluorescence assay (FRX), its alkalinity to determine its Ph and the due substitution to 20 % by combining the ashes of rice shell and poder of the fan shell, which was evaluated for its posible use as a pozzolanic.

Was obtained the compressive strength of the concrete specimens of  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  and experimental with 20% substitution of cement by combining the ashes of rice husk and poder from the fan shell.

The alkalinity test of the mixture of rice shell ashes and powder of the fan shell reached a  $\text{pH} = 14.35$ , highly alkaline.

The results of the rice husk ash samples a 90.55% in the sum of oxides ( $\text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3$ ) and the powder of the fan shell 98.58%. By substituting the cement by 20% of the combination of the ashes of the rice husk and the powder of the fan shell was obtained a resistance of 49.20%, 75.52% and 91.76% to the 7.14 and 28dias curing.

It is concluded that the combination of the ashes of the rice husk and the powder of the fan shell could be used as pozzolan but with percentages less than 20%.

## INDICE

<b>PALABRAS CLAVES – LINEA DE INVESTIGACION.....</b>	<b>i</b>
<b>TITULO.....</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iv</b>
<b>INDICE.....</b>	<b>v</b>
<b>I. INTRODUCCION</b>	
<b>II. METODOLOGIA</b>	
<b>III.RESULTADOS</b>	
<b>IV. ANALISIS Y DISCUSION</b>	
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
<b>VI.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	
<b>VII. AGRADECIMIENTO</b>	
<b>VIII. ANEXOS Y APENDICE</b>	
<b>ANEXO N°1: Resultados de Laboratorio.....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXO N°2: Ensayos de Análisis Térmico Diferencial.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO N°3: Ensayos de Composición Química.....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXO N°4: Ensayo de Alcalinidad.....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXO N°5: Panel Fotografico.....</b>	<b>90</b>

## **I. INTRODUCCION:**

De los antecedentes encontrados se ha abordado los trabajos más relevantes a esta investigación, como el de **Buasri A. (2013)**. Sostiene en su investigación que al calcinar la concha de abanico a una temperatura de entre los 700° a 1000° C durante un tiempo estimado de 4 horas, producirán que los residuos de la concha de abanico obtengan una concentración de Oxido de Calcio (CaO) de 97.529%.

Así mismo se revisó la investigación de **Flores, L. y Mazza J. (2014)**. En su investigación se basa en la utilización del polvo proveniente del reciclaje y calcinación a 800° C durante 4 horas de los residuos calcáreos (conchas de abanico). Este polvo así obtenido es adicionado en las mezclas de concreto en sus diferentes proporciones mejorando la resistencia a la compresión a los 28 días de curado, como se puede apreciar en la Tabla N°1.

**TABLA N°1: RESISTENCIAS PROMEDIO A LOS 28 DIAS (KG/CM2)**

<b>% de Adición</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>
<b>F'c= 175 kg/cm2</b>	214.00	230.50	226.50	225.50
<b>F'c= 210 kg/cm2</b>	242.50	265.50	247.50	240.50

**FUENTE:** Utilización de Residuos de Conchas de Abanico como Mejoramiento en las Propiedades Resistentes del Concreto.

Por otro punto, en la investigación de **Julián, C. (2015)**. Señala en su investigación que al sustituir el cemento por un 5% de los residuos de la concha de abanico en un concreto, se logró un aumento en la resistencia en función a las edades y niveles de sustitución de 230 kg/cm<sup>2</sup> a 290 kg/cm<sup>2</sup>.

Así mismo se revisó la investigación de **Vigil, P. (2000)**. Señala en su investigación que al calcinar la cascara de arroz a una temperatura de 400° C, se ha obtiene un alto contenido de Dióxido de Silicio (SiO<sub>2</sub>) de 93% con lo cual posee una alta actividad puzolanica y al adicionar hasta un 30% en la elaboración de cementos Portland, se mejora la resistencia a la compresión en todas las edades (3, 7 ,28 días).

Por otro punto, en la investigación de **Salas, Delvasto y Mejia de Gutiérrez (2013)**. Señalan en su investigación al sustituir el cemento en un 10% por las cenizas de la cascara de arroz se obtiene un nivel óptimo de sustitución, con lo cual es posible obtener concretos con un alto desempeño mejorando sus las propiedades mecánicas y durabilidad, que son comparables a concretos de alto rendimiento.

Así mismo se revisó la investigación de **S. I. Khassaf, A. T. Jasim y F. K. Mahdi (2014)**. Señalan que al calcinar las cenizas de la cascara de arroz a una temperatura de 550°C durante 2 horas se obtiene un alto contenido de SiO<sub>2</sub> de hasta 90%, y que al sustituir el cemento en un 10%, 20% y 30% se obtiene un aumento en la resistencia a la compresión a los 56 y 90 días con sustitución hasta el 20% con respecto al patrón.

Por último, en la tesis de **Cabello, D. (2016)**. Señala en su investigación al calcinar las cenizas de la cascara de arroz a una temperatura de 400° C durante 2 horas y que al sustituir el cemento por un 10% se obtiene una resistencia menor que un diseño sin sustitución, como se aprecia en la Tabla N°2, por lo que propone la búsqueda de un material puzolanico que tenga un alto contenido de calcio para que al combinar se obtenga una mayor resistencia a la compresión.

**TABLA N°2: RESISTENCIAS PROMEDIO A LOS 28 DIAS (KG/CM2)**

<b>% de Adición</b>	<b>0%</b>	<b>10%</b>
<b>F'c= 210 kg/cm2</b>	228.62	193.34

**FUENTE:** Resistencia en Concreto con Cemento Sustituido al 10% por Cenizas de Cascara de Arroz.

De acuerdo a lo revisado en los antecedentes se justifica la presente investigación en los aspectos social y del conocimiento.

Mediante la presente investigación, se busca mejorar la resistencia obtenida en el concreto, la cual beneficiara a las viviendas de bajos recursos económicos en la Provincia del Santa. Se sabe que tanto las cenizas de la cascara de arroz y las cenizas de la concha de abanico que son desechados, cuentan con un alto contenido de sílice y calcio respectivamente, los cuales tienen un porcentaje similar al del cemento, por lo cual se puede hacer uso de estos como sustitutos naturales del cemento.

Tanto la cascara de arroz como las conchas de abanico al ser materiales con características puzolanicas, son una alternativa potencial para el uso en la construcción, por esta razón es que estos materiales al combinarse pueden ser considerados como una opción viable para sustituir al cemento en la elaboración de elementos estructurales.

En el presente proyecto trataremos de contribuir con avances tecnológicos de investigación para obtener un mejor concreto, por lo que también se tendrá en cuenta el aspecto económico para que esté al alcance de la población de la Provincia del Santa. Diseñando un concreto con la combinación de las cenizas de cascara de arroz y las cenizas de la concha de abanico mejorando la resistencia a la compresión, obtendremos un concreto resistente por su alto contenido de sílice y calcio que podrá satisfacer las necesidades constructivas de la Provincia del Santa y asimismo aportando en el área ecológico ambiental.

Por lo expuesto se plantea el siguiente problema de manera interrogativa: ¿En qué medida la sustitución del cemento por la combinación de un 8% por el polvo de la concha de abanico y 12% por las cenizas de la cascara de arroz mejoraría la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ?

Después de haber formulado la problemática es necesario la conceptualización y operacionalización de las variables.

### **Tecnología del Concreto:**

**García, J. (2013).** Es el campo de la ingeniería civil que abarca el conjunto de conocimientos científicos orientados hacia la aplicación técnica, práctica y eficiente del concreto en la construcción. En su desarrollo y utilización intervienen varias ciencias interrelacionadas, como son la física, la química, las matemáticas y la investigación científica.

En la tecnología del concreto cada elemento que interviene, bien sea el cemento, el agua, los agregados, los aditivos y las técnicas de producción, colocación, curado y mantenimiento, representan aspectos particulares a estudiar y controlar de modo que puedan trabajar eficientemente de manera conjunta en la aplicación práctica que deseamos.

### **Concreto:**

**Portland Cement Association, PCA. (2004).** El concreto (hormigón) es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une los agregados, normalmente arena y grava (piedra triturada, piedra machacada, pedrejón), creando una masa similar a una roca. Esto ocurre por el endurecimiento de la pasta en consecuencia de la reacción química del cemento con el agua. Otros materiales cementosos (cementantes) y adiciones minerales se pueden incluir en la pasta.

## **Componentes del Concreto:**

### **Cemento:**

**Portland Cement Association, PCA. (2004).** Los cementos portland son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos hidráulicos de calcio. Los cementos hidráulicos se fraguan y se endurecen por la reacción química con el agua. Durante la reacción, llamada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una masa similar a una piedra, llamada pasta. Cuando se adiciona la pasta (cemento y agua) a los agregados (arena y grava, piedra triturada, piedra machacada, pedregón u otro material granular), la pasta actúa como un adhesivo y une los agregados para formar el concreto, el material de construcción más versátil más usado en el mundo.

### **Características Físicas:**

**American Society for Testing and Materials, (ASTM). C150, 2007.** Define que las propiedades físicas de cemento son útiles para evaluar y controlar la calidad del cemento, estos ensayos no pueden ser considerados para interpretar la calidad del hormigón pese a que los mismos van de la mano; dichos ensayos presentan límites indicados en las distintas normativas y son distintos dependiendo el tipo de cemento a ser utilizado; entre las principales propiedades físicas tenemos:

- **Finura y tamaño de las partículas:** Finura superficie específica Blaine 360 m<sup>2</sup>/kg.
- **Tiempo de fraguado:** El tiempo de fraguado del cemento portland se realiza mediante la prueba de vicat:
  - ✓ Fraguado inicial 2h 48m.
  - ✓ Final 3h 55m.
- **Contenido de aire:** 9.0%.
- **Estabilidad de volumen:** Expansión de autoclave 0.2%.
- **Densidad:** La densidad del cemento portland recién fabricado tiene un valor de 3.10.
- **Contenido de partículas %:** Mayores a 10 µm 48; entre 10 y 45 µm 46 y mayores a 45 µm.

### Características Químicas:

**American Society for Testing and Materials, (ASTM). C150, 2007.** Define que la composición química del cemento, en base a un buen CLINKERS bien quemado, produce la siguiente composición:

**TABLA N°3: COMPONENTES QUIMICOS DEL CLINKER DEL CEMENTO PORTLAND, ASTM C150**

Designación	Formula	Porcentaje
Silicato Tricalcico	$3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	30% a 50%
Silicato Dicalcico	$2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	15% a 30%
Aluminato Tricalcico	$4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$	4% a 12%
Ferro Aluminato Tetracalcico	$4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$	8% a 13%
Cal Libre	CaO	
Magnesia Libre (Periclusa)	MgO	

**FUENTE:** American Society for Testing and Materials. ASTM.

**-Silicato Tricálcico  $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ :** Composición del 36.0 %, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.

**-Silicato Dicálcico  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ :** Composición del 33.0%, el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.

**-Aluminato Tricálcico  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ :** Composición del 21.0 %, es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle y eso durante la fabricación del cemento.

**-Componentes menores:** Oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio 10 %.

### Composición Física y Química del Cemento:

Las propiedades químicas y físicas de los cementos se registrarán de acuerdo a lo siguiente:

**Cementos Portland Norma ASTM C 150.** Deben cumplir con los requisitos especificados en la sección 6, Chemical Composition y la sección 7, Physical Properties ASTM C 150, según el Volumen 04 – 01 de la Sección 4 del Manual de Estándares de ASTM, en su revisión más reciente.

**TABLA N°4: COMPOSICION QUIMICA DEL CEMENTO TIPO I, ASTM C1157**

<b>Componentes</b>	<b>Cemento Tipo I</b>
Oxido de Sílice: SiO <sub>2</sub>	20.50%
Óxido de Hierro: Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.14%
Oxido de Aluminio: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.07%
Oxido de Calcio: CaO	62.41%
Oxido de Magnesio: MgO	2.10%
Óxido de Azufre: SO <sub>3</sub>	1.83%
Perdida por Calcinación: P.C	1.93%
Residuo Insoluble: R.I	0.68%
Cal Libre: Na <sub>2</sub> O	1.10%

**FUENTE:** American Society for Testing and Materials. ASTM.

**TABLA N°5: PARAMETROS DE OXIDO CONTENIDOS EN LOS CEMENTOS**

<b>Componentes</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
CaO	61 - 67
SiO <sub>2</sub>	20 - 27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4 - 7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5 - 4
MgO	0.1 - 5
SO <sub>3</sub>	1 - 3
K <sub>2</sub> O y NA <sub>2</sub> O	0.25 – 1.5

**FUENTE:** American Society for Testing and Materials. ASTM.

#### **TIPOS DE CEMENTO:**

**Norma Técnica Peruana (NTP) 334.009 (2002).** Clasifica a los tipos de cementos portland de acuerdo a sus propiedades específicas.

- **Tipo I:** Para uso general que no requiere propiedades especiales de cualquier otro tipo;
- **Tipo II:** Para uso general y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación;
- **Tipo III:** Para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales;
- **Tipo IV:** Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación;
- **Tipo V:** Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

### **Agregado Fino:**

**Norma Técnica Peruana (NTP) 400.037 (2002).** Es el agregado proveniente de la desagregación natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8'') y que cumple con los límites establecidos en la norma presente.

### **Propiedades Físicas:**

El agregado fino a utilizarse en el concreto debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones técnicas de las normas peruanas.

#### ✓ **Peso Unitario:**

El peso unitario depende de ciertas condiciones intrínsecas de los agregados, tales como su forma, tamaño y granulometría, así como el contenido de humedad; también depende de factores externos como el grado de compactación impuesto, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación, etc.

#### ✓ **Peso Específico:**

El peso específico, es la relación entre el peso del material y su volumen, su diferencia con el peso unitario está en que este no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. Es necesario tener este valor para realizar la dosificación de la mezcla y también para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.

#### ✓ **Contenido de Humedad:**

Es la cantidad de agua que contiene el agregado fino. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje), la cantidad de agua en el concreto varía.

#### ✓ **Absorción:**

Es la capacidad del agregado fino de absorber el agua en contacto con él. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

✓ **Granulometría:**

La granulometría se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados. La norma técnica peruana establece las especificaciones granulométricas.

✓ **Módulo de Finura:**

Es un índice aproximado y representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena, se usa para controlar la uniformidad de los agregados. La norma establece que la arena debe tener un módulo de finura no menos a 2.35 ni mayor que 3.15.

✓ **Superficie Específica:**

Es la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado por unidad de peso, para su determinación se consideran dos hipótesis que son: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las partículas.

**Agregado Grueso:**

**Norma Técnica Peruana (NTP) 400.037 (2002).** Es el agregado retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (N°4) proveniente de la desagregación natural o artificial de la roca, y que cumple con los límites establecidos en la norma presente.

**Propiedades Físicas:**

Los agregados gruesos para que puedan ser utilizados en la preparación del concreto de alta resistencia deben cumplir, aparte de los requisitos mínimos de las normas, que proceda de rocas ígneas plutónicas de grano fino, que han enfriado en profundidad, con una dureza no menor a 7 y una resistencia en compresión no menor del doble de la resistencia que se desea alcanzar en el concreto.

✓ **Peso Unitario:**

El peso unitario o peso aparente del agregado, es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en Kg/m<sup>3</sup>. Los valores para agregados normales varía entre 1500 y 1700 Kg/m<sup>3</sup>.

✓ **Peso Específico:**

Esta propiedad es un indicador de la calidad del agregado; valores altos entre 2.5 a 2.8, corresponden a agregados de buena calidad, mientras que valores que el menor indicado son de mala calidad (porosos, débiles y absolutamente con mayor cantidad de agua, etc.).

✓ **Contenido de Humedad:**

Es la cantidad de agua que contiene el agregado grueso. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje) la cantidad de agua en el concreto varía.

✓ **Absorción:**

Es la capacidad del agregado grueso de absorber el agua en contacto con él. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

✓ **Granulometría:**

La granulometría se refiere a la distribución por tamaños de las partículas de los agregados. En concretos de alta resistencia no es recomendable utilizar toda la granulometría del agregado grueso, por investigaciones se ha determinado utilizar tamaños máximo de piedra que están en un rango para obtener óptima resistencia en compresión.

## **AGUA:**

**Norma Técnica Peruana (NTP) 339.088 (2006).** El agua que va de ser empleada en la preparación del mortero deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser, de preferencia potable. No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse. El agua empleada en la mezcla debe ser limpia, libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. Su función principal es hidratar el cemento, pero también se le usa para mejorar la trabajabilidad de la mezcla.

**TABLA N°6: LIMITES PERMISIBLES PARA EL AGUA DE MEZCLA Y CURADO, NTP 339.088**

<b>Descripción</b>	<b>Limite Permissible</b>
Cloruros	1000 ppm
Sulfatos	600 ppm
Sales de Magnesio	150 ppm
Sales Solubles Totales	1500 ppm
Ph	5 a 8 ppm
Sólidos en Suspensión	5000 ppm
Materia Orgánica	3 ppm

**FUENTE:** Norma Técnica Peruana. NTP.

## **PUZOLANAS:**

**Salazar, A. (2002).** Define que se consideran generalmente como puzolanas los materiales que, carentes de propiedades cementicias y de la actividad hidráulica por sí solos, contienen constituyentes que se combinan con cal a temperaturas ordinarias y en presencia de agua, dando lugar a compuestos permanentemente insolubles y estables que se comportan como conglomerantes hidráulicos. En tal sentido, las puzolanas dan propiedades cementantes a un conglomerante no hidráulico como es la cal.

## **PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS:**

**Salazar, A. (2002).** Define que la actividad puzolánica se refiere a la cantidad máxima de hidróxido de calcio con la que la puzolana puede combinar y la velocidad con la cual ocurre esta reacción.

Puzolana + Cal + Agua  $\longrightarrow$  Silicatos y Aluminatos de Calcio Hidratadas

La actividad puzolánica depende: de la naturaleza y proporción de las fases activas presentes en la puzolana (composición mineralógica), de la relación cal – puzolana de la mezcla, de la finura (o superficie específica) de la puzolana y de la temperatura de la reacción. Los productos de reacción puzolana/cal generalmente son del mismo tipo que los productos de hidratación del Cemento Portland: Silicatos Cálcidos Hidratados (CSH), Aluminatos Cálcidos Hidratados (CAH) y Sílice - Aluminatos Cálcidos Hidratados (CSAH).

### **Cascara de Arroz:**

#### **Descripción:**

La **Universidad Tecnológica de Pereira (2007)**. Señala que la cascarilla de arroz es un tejido vegetal constituido por Celulosa y Sílice, elementos que ayudan a su buen rendimiento como combustible. El uso de la cascarilla como combustible representa un aporte significativo a la preservación de los recursos naturales y un avance en el desarrollo de tecnologías limpias y económicas en la producción de arroz uno de los principales cereales de nuestra canasta familiar. La cascarilla de arroz presenta una gran variedad de características fisicoquímicas que es preciso estudiar, según la aplicación que se desee darle. El contenido de humedad, la composición química y el poder calorífico de la cascarilla son aspectos que hay que conocer para la construcción y el funcionamiento de hornos y hogares mecánicos que son los más adecuados para la quema e incineración de este subproducto agrícola. **(Fotografía N°1)**

### Propiedades:

**Mehta, (1983).** Señala que la composición química promedio de la cascara de arroz es la siguiente:

**TABLA N°7: COMPOSICION QUIMICA DE LA CASCARA DE ARROZ**

Componente	Formula	Composición
<b>Celulosa:</b> Polímero de glucosa	$C_5H_{10}O_5$	50%
<b>Liguina:</b> Polímero de fenol	$C_7H_{10}O_3$	30%
<b>Sílice:</b> Componente primario de la ceniza	$SiO_2$	20%

**FUENTE:** Mehta

La lignina y la celulosa presentes en la cáscara de arroz pueden ser eliminadas por combustión controlada y en la ceniza queda sólo la sílice, en forma microporosa.

El alto contenido de ceniza y lignina presente en la cáscara la descalifica para hacer productos de celulosa. Se cree que la sílice en la cáscara de arroz existe en forma opalina (una forma amorfa e hidratada de sílice). Aparentemente la sílice es tomada del suelo y transportada a la planta de arroz como ácido mono silícico, el cual llega a concentrarse en las cáscaras por evaporación y finalmente polimeriza a la forma de membrana sílico-celulosa.

### Producción en el Perú:

El **Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI) (2016)**. Señala que la producción de arroz alcanzo en el año 2016 los 3 millones 147.200 toneladas (t), lo cual representaría un incremento de aproximadamente 0,6%, respecto a lo registrado el año pasado, informó el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Al respecto, resaltó que las regiones que reportaron un mayor incremento de áreas sembradas entre agosto 2015 y junio 2016, fueron San Martín (13,6%) y Loreto (8,2%).

Asimismo, resalta que la producción nacional de arroz creció a un ritmo anual de 3,1% entre los años 2001 y 2015, principalmente por el incremento de las áreas cosechadas (2%), donde los rendimientos mejoraron 1.1%. En este caso, las principales regiones que contribuyeron con este avance fueron San Martín (5,8%), Amazonas (5,8%), Piura (4,8%) y Arequipa (3,4%), con tasas de crecimiento significativas.

Sólo el año pasado, la superficie cosechada de arroz cáscara ascendió a 396.774 hectáreas (ha), la tasa más elevada dentro del grupo de cultivos transitorios, lo cual permitió una producción de 3,13 millones de toneladas (t).

De acuerdo con el INEI, la principal región productora en 2015 fue San Martín con 21.6% de la producción nacional, le siguieron Piura (16,1%), Lambayeque (14,1%), Amazonas (11,2%) y La Libertad (11%). Luego se encuentran Arequipa (8,4%) y Cajamarca (6,4%). Asimismo, precisó que la mayor productividad se logró en la región Arequipa, donde se obtuvo un promedio de 13 toneladas por ha. Luego figuran Ancash (11.8t/ha), La Libertad (10.6t/ha), Piura (8.7t/ha) y Tumbes (8.3t/ha).

En todos estos casos, los rendimientos se ubicaron por encima del promedio nacional que ascendió a 7.9t/ha.

En la actualidad este cereal se siembra casi todo el año, con cierta concentración en el periodo agosto- marzo, en el que se acumula generalmente el 80% de siembras de la campaña agrícola nacional.

Por su parte, las cosechas registran un marcada concentración entre abril-julio, periodo en el que se concentra un poco más de la mitad de la cosecha anual.

El INEI aseveró que la producción de arroz cáscara en junio llegó a 562.7 mil ton., un 16.9% menos que lo registrado en igual período de 2015. No obstante, la producción del primer semestre alcanzó la cifra de 2 millones 57,800 t, cantidad superior en 3.5% a la registrada en igual lapso de 2015.

### **Descomposición de la Cascara de Arroz:**

La descomposición de la cáscara de arroz se realiza en cuatro etapas:

1. Liberación del agua adsorbida a temperaturas menores de 100 °C, con una pérdida de peso de 4 a 8%.
2. Liberación de materias volátiles como la lignina y la celulosa, las cuales se descomponen entre 225 a 500°C y 325 a 375°C, respectivamente. Las materias volátiles perceptibles se liberan entre 250 a 350°C con evolución considerable de humos.
3. Calcinación del carbón a temperaturas superiores a 350°C. Uno de los problemas en la oxidación del carbón es la oxidación de la capa superficial de la cáscara que no permite oxidar con facilidad la parte central del volumen calcinado a menos que el aire pase a través de la superficie. Aproximadamente el 45% de la pérdida de peso ocurre en la segunda etapa mientras que la pérdida de peso restante sucede en esta tercera etapa.
4. Cristalización de la sílice (amorfa) de la ceniza a temperaturas superiores a 700 °C, con formación de cristobalita y tridimita.

### **Cenizas de la Cascara de Arroz:**

La Cenizas de la Cascara de Arroz es una adición mineral que se ha estudiado cada vez más en los últimos años, encontrándose propiedades similares a la sílice activa, pero exigiendo un control de la temperatura y de la duración de quema en su proceso de obtención.

**Mehta, (1992).** Al igual que otros autores destacados, en sus reportes que han continuado hasta la actualidad se describe un estudio de las características físicas y químicas, el efecto de las condiciones de incineración sobre las propiedades puzolánicas de la CCA, y un resumen de los estudios realizados en muchos países sobre el uso de la CCA como material cementante suplementario del cual podemos extraer algunas investigaciones realizadas con los procesos de quema. Que reflejaremos a continuación.

Según una investigación realizada en 1973 en la Universidad de California, Berkeley, varias publicaciones mostraban que a una temperatura entre 500-700° C se obtenían CCA de alta puzolanidad. De igual forma se obtuvieron también a temperaturas entre 700-800° C con un 80 - 95 % de SiO<sub>2</sub>, 1 - 2 % de K<sub>2</sub>O y un 3 – 18 % de carbono sin quemar. Los análisis de rayos X corroboraron su carácter amorfo.

### **Composición Química de las Cenizas de la Cascara de Arroz:**

**Cabello, D. (2016).** Señala en los ensayos realizados de Fluorescencia de Rayos X (FRX), de las cenizas de la cascara de arroz obtenido de la ciudad de Santa, un alto contenido de SiO<sub>2</sub> en su muestra indicando en la siguiente tabla:

**TABLA N°8: COMPOSICION QUIMICA DE LAS CENIZAS DE LA CASCARA DE ARROZ DEL DISTRITO DE SANTA**

<b>COMPOSICION QUIMICA</b>	<b>%</b>
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	73.853
Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	22.612
Óxido de Calcio (CaO)	1.589
Pentóxido de Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.833
Oxido de Manganeso (MnO)	0.530
Trióxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.429
Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	0.124
Óxido de Zinc (ZnO)	0.019
Óxido de Cobre (CuO)	0.011

**FUENTE:** Resistencia en Concreto con Cemento Sustituido al 10% por Cenizas de Cascara de Arroz.

## **Conchas de Abanico:**

### **Descripción:**

**Fondepes, (2004).** Señala que los pectinidos constituyen el recurso también conocido internacionalmente con el nombre de “Vieiras”, “Scallops”, “Conchas de Abanico” o “Almeja Voladora”. Es un producto de amplio valor comercial, muy apreciado por su delicioso sabor y alto contenido en aminoácidos. **(Fotografía N°2)**

### **Producción en el Perú:**

Según datos del **Ministerio de Producción (2017)**, la producción nacional total de conchas de abanico se redujo en 53,5% el 2015 a 30.396 toneladas.

Las conchas de abanico constituyen un residuo del sector productivo causante de problemas ambientales severos, la mayor producción se encuentra en Piura, en la zona de Sechura. La producción local representa el 80% de la producción nacional, con cerca de 15 plantas de procesamiento.

En Sechura se acumulan alrededor de 25 000 toneladas métricas de residuos de concha de abanico por año. La posibilidad de usar los residuos de estos crustáceos en otras aplicaciones podrían reducir el impacto ambiental y ayudar a reducir la explotación de canteras naturales para agregados en concretos, tanto hidráulicos como asfálticos. Siendo residuos, el costo de adquisición de la concha es significativamente más bajo que los agregados convencionales y podrían ofrecer una posibilidad de concretos para aplicaciones de interés social, con costos más bajos que los convencionales.

El procesamiento de la concha requiere un lavado para eliminar el residuo orgánico, trituración con una chancadora especial que deberá diseñarse, y una selección con tamices convencionales. Si su aplicación es factible, se podría ampliar su aplicación a otros materiales, como concretos asfálticos o estabilización mecánica de suelos.

Producto de la producción total de la concha de abanico el 80% de peso total es desperdicio, del cual el 50% representa los residuos como las valvas de abanico.

**Composición Química del Polvo de Concha de Abanico:**

Estudios realizados por **Buasri, A. et al. (2013)**, sostuvo que al calcinar la concha de abanico a una temperatura de entre los 700° a 1000° C durante un tiempo estimado de 4 horas, producirán que los residuos de la concha de abanico obtengan una concentración de Oxido de Calcio (CaO) de 97.529%.

**Coronación, S. (2016)**. Señala en los ensayos realizados de Fluorescencia de Rayos X (FRX), del polvo de la concha de abanico obtenido de la ciudad de Casma, un alto contenido de CaO en su muestra indicando en la siguiente tabla:

**TABLA N°9: COMPOSICION QUIMICA DEL POLVO DE LA CONCHA DE ABANICO DEL DISTRITO DE CASMA**

COMPOSICION QUIMICA	%
Oxido de Calcio (CaO)	99.597
Óxido de Estroncio (SrO)	0.344
Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	0.059

**FUENTE:** Resistencia a la Compresión de un Mortero Sustituyendo el Cemento por 5% de Cascara de Arroz y por 5% de Concha de Abanico.

**VARIABLE DEPENDIENTE:**

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia a la Compresión de un Concreto	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento (Juárez, E. 2005)	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta de concreto bajo una carga determinada.	kg/cm <sup>2</sup>

## VARIABLE INDEPENDIENTE:

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Sustitución al Cemento por la Combinación del polvo de la Concha de Abanico y Cenizas de Cascara de Arroz	Sustitución de un porcentaje de cemento por la Combinación del Polvo de la Concha de Abanico y las Cenizas de Cascara de Arroz en el Diseño de un Concreto $F'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	Porcentajes: -20% de la Combinación del Polvo de la Concha de Abanico y Cenizas de Cascara de Arroz.

En la presente tesis se formuló la siguiente hipótesis: Al sustituir el cemento por la combinación de un 8% por el Polvo de la Concha de Abanico y 12% por las Cenizas de la Cascara de Arroz mejorara la resistencia a la compresión de un concreto  $F'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

### **Objetivo General:**

El objetivo general del presente estudio es: Determinar la resistencia a la compresión de un concreto  $F'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo al cemento por la combinación de un 8% por el Polvo de la Concha de Abanico y 12% por las Cenizas de la Cascara de Arroz.

Y como objetivos específicos:

- Determinar la temperatura y tiempo óptimo de calcinación de los materiales mediante el ensayo de Análisis Térmico Diferencial (ATD).
- Activar térmicamente y mecánicamente los precursores puzolanicos de las cenizas de la cascara de arroz y la concha de abanico.
- Determinar la composición química mediante el ensayo de Fluorescencia de rayos X (FRX) de las cenizas de la cascara de arroz y el polvo de la concha de abanico.
- Determinar el grado de alcalinidad (PH) de las cenizas de la cascara de arroz y el polvo de la concha de abanico.

- Determinar la relación Agua/Cemento de la muestra de concreto patrón y experimental.
- Análisis y Comparación de resultados obtenidos antes y después de la sustitución del cemento por el 8% de polvo de la concha de abanico y 12% de las cenizas de la cascara de arroz.
- Determinar el grado de relación y variación entre las sustituciones del cemento por el 8% de polvo de la concha de abanico y 12% de las cenizas de la cascara de arroz.

## **II. METODOLOGIA:**

### **TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION:**

#### **➤ TIPO DE INVESTIGACIÓN:**

- a) **Según el proceso:** Aplicada, porque la investigación está orientada a lograr un nuevo conocimiento destinado a procurar soluciones a fin de conocer la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución del cemento por un 8% de polvo de la concha de abanico y 12% de las cenizas de la cascara de arroz.
- b) **En coherencia con el fin de la ciencia:** Explicativa, porque los datos de la investigación serán obtenidos por resultados de los ensayos a realizar en el proceso de la investigación. Se utiliza la experimentación.

#### **➤ DISEÑO DE INVESTIGACION:**

Es un diseño experimental del tipo bloque al azar.

#### **Siendo el diseño el siguiente:**

- ✓ Polvo de la Concha de Abanico.
- ✓ Cenizas de la Cascara de Arroz.

DIAS DE CURADO	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F’C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE UN 8% POR EL POLVO DE LA CONCHA DE ABANICO Y 12% POR LAS CENIZAS DE LA CASCARA DE ARROZ”	
	Muestra Patrón	Combinación Polvo de Concha de Abanico 8% + Cenizas de Cascara de arroz 12%
7d		
		
		
14d		
		
		
28d		
		
		

**POBLACION Y MUESTRA:**

Para esta investigación se tiene como población de estudio al conjunto de probetas de diseño de concreto según el estándar de construcción establecido  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

La muestra estará constituido por 18 probetas de concreto con un diseño de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . 9 probetas de control al 0% de sustitución y 9 probetas con sustitución al 20% por la combinación del polvo de la concha de abanico y cenizas de cascara de arroz.

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

- Las Conchas de Abanico se obtuvieron con el debido permiso de una empresa encargada de su producción, Casma
- La Cascara de Arroz se obtuvo de la apiladora “Carranza” ubicada en San Carlos, Santa.
- La piedra de 3/4” y arena para el diseño de probetas se obtuvo de las canteras de Samanco y Vesique, respectivamente.
- Cemento Portland Tipo I marca “PACASMAYO”

### **TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION:**

<b>TECNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Observación	Guía de Observación: - Fichas técnicas de las pruebas a aplicarse.

Se aplicará como técnica la observación ya que la percepción del material debe ser registrada en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se debe poner por escrito lo antes posible, cuando no se puede tomar notas en el mismo momento. Para esto utilizaremos como instrumento una guía de observación resumen porque nos permitirá elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión (ver anexo).

### **PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION:**

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos será posterior a los ensayos respectivos apoyados en una hoja de cálculo Excel y con el SPSS v21.

Para realizar el análisis de los datos se tendrá presente:

- Cálculo de dosificación para el Diseño de Mezcla de concreto con la sustitución del cemento en un 20% (8% Polvo de Concha de Abanico y 12% Cenizas de Cascara de Arroz).
- Representación con tablas, gráficos, porcentajes, promedios, varianzas y una prueba ANOVA para verificar la hipótesis.

### **METODOLOGIA DE TRABAJO:**

#### **➤ EXTRACCION DE AGREGADOS:**

Se realizó la extracción del agregado grueso y fino de las canteras Vesique y Samanco para la elaboración de las probetas patrón y experimentales que fueron llevadas a laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP. **(Fotografía N°3 – N°4)**

#### **➤ CONCHA DE ABANICO:**

#### **ADQUISICION DE LAS CONCHAS DE ABANICO:**

Las conchas de abanico fueron obtenidas de la ciudad de Casma, de una de las fabricas procesadoras de este producto.

#### **LIMPIEZA DE LAS CONCHAS DE ABANICO:**

Se procedió a realizar la limpieza a la superficie de las conchas de abanico para que de esta manera no tenga ningún inconveniente que altere el material y secadas a cielo abierto. **(Fotografía N°5)**

#### **POLVO DE LAS CONCHAS DE ABANICO PARA ATD:**

Se procedió a triturar en un mortero para evitar su contaminación y tamizarlo a través de la malla #200 de abertura de 0.0.0075 mm, el polvo obtenido será ensayado mediante un análisis térmico diferencial para determinar la temperatura de calcinación. **(Fotografía N°6)**

### **CALCINACION DE LAS CONCHAS DE ABANICO:**

Después de haber realizado el ensayo de ATD, con los resultados obtenidos el material pasara a ser calcinado a una temperatura y tiempo (890°C a 4 horas) controlado, el producto final se triturara y tamizara por la malla #200 de 0.0075mm. El polvo de concha de abanico obtenido será sometido a un análisis de Fluorescencia de Rayos X para determinar su composición inicial de calcio. **(Fotografía N°7 – N°8)**

### ➤ **CASCARA DE ARROZ:**

#### **ADQUISICION DE LA CASCARA DE ARROZ:**

La cascara de arroz fue obtenida de la apiladora “Carranza “ubicada en San Carlos, Santa. **(Fotografía N°9)**

#### **LIMPIEZA DE LA CASCARA DE ARROZ:**

Se procedió a realizar la limpieza a la cascara de arroz obtenida con la ayuda de malla para de este modo retirar las partículas más grandes y botar el polvo que está adherida a la muestra. **(Fotografía N°10)**

#### **POLVO DE LA CASCARA DE ARROZ PARA ATD:**

Se procedió a triturar en un mortero para evitar su contaminación y tamizarlo a través de la malla #200 de abertura de 0.0075 mm, el polvo obtenido será ensayado mediante un análisis térmico diferencial para determinar la temperatura de calcinación. **(Fotografía N°11)**

#### **PRE-QUEMADO DE LA CASCARA DE ARROZ:**

La cascara del arroz fue sometido a un pre-quemado a cielo abierto con el fin de eliminar la materia orgánica que contiene el material. **(Fotografía N°12 – N°13)**

### **CALCINACION DE LAS CENIZAS DE LA CASCARA DE ARROZ:**

Después de haber realizado el ensayo de ATD, con los resultados obtenidos el material pasara a ser calcinado a una temperatura y tiempo (510°C a 2 horas) controlado, el producto final se triturara y tamizara por la malla #200 de 0.0075mm. Las cenizas de la cascara de arroz obtenido será sometido a un análisis de Fluorescencia de Rayos X para determinar su composición inicial de calcio. **(Fotografía N°14)**

### ➤ **ELABORACION DE PROBETAS PATRON Y EXPERIMENTAL:**

Previo al diseño de la mezcla se procedió a ensayar los agregados para obtener los valores de sus propiedades físicas y mecánicas necesarias para el diseño de la mezcla y se realizó el cálculo para la dosificación del concreto Pat. y Exp. **(Fotografía N°15 – N°31)**

Teniendo la dosificación de los materiales utilizados se buscó la relación A/C del concreto a partir del ensayo de asentamiento del concreto patrón con una relación A/C de 0.684 y del experimental A/C de 0.684 , dicho ensayo se hizo en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro. **(Fotografía N°32 – N°50)**

Los procedimientos para la elaboración del concreto en los moldes se basaron en la Norma ASTM C192 y AASHTO T126.

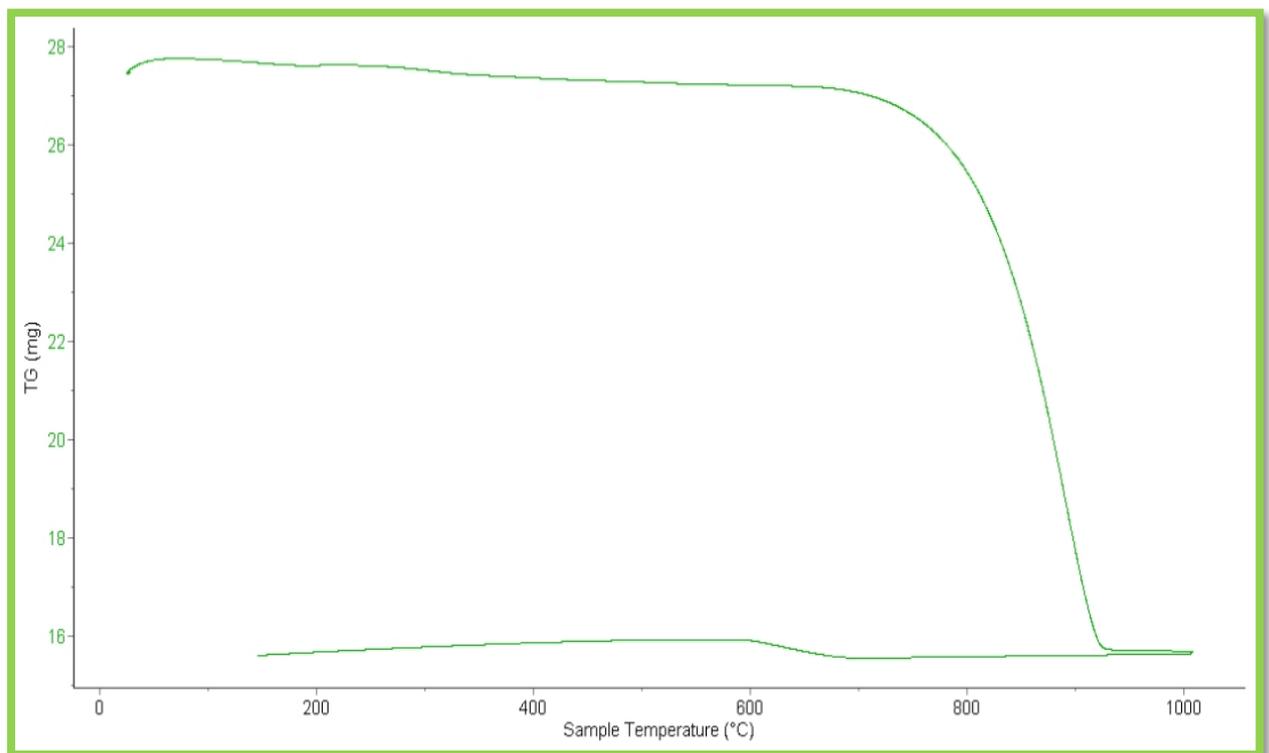
El ensayo a la compresión de las probetas obtenidas en la elaboración de moldes de concreto se ensayaron a edades de 7, 14 y 28 días en el laboratorio de materiales de la Universidad San Pedro.

### **III. RESULTADOS:**

#### **ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL:**

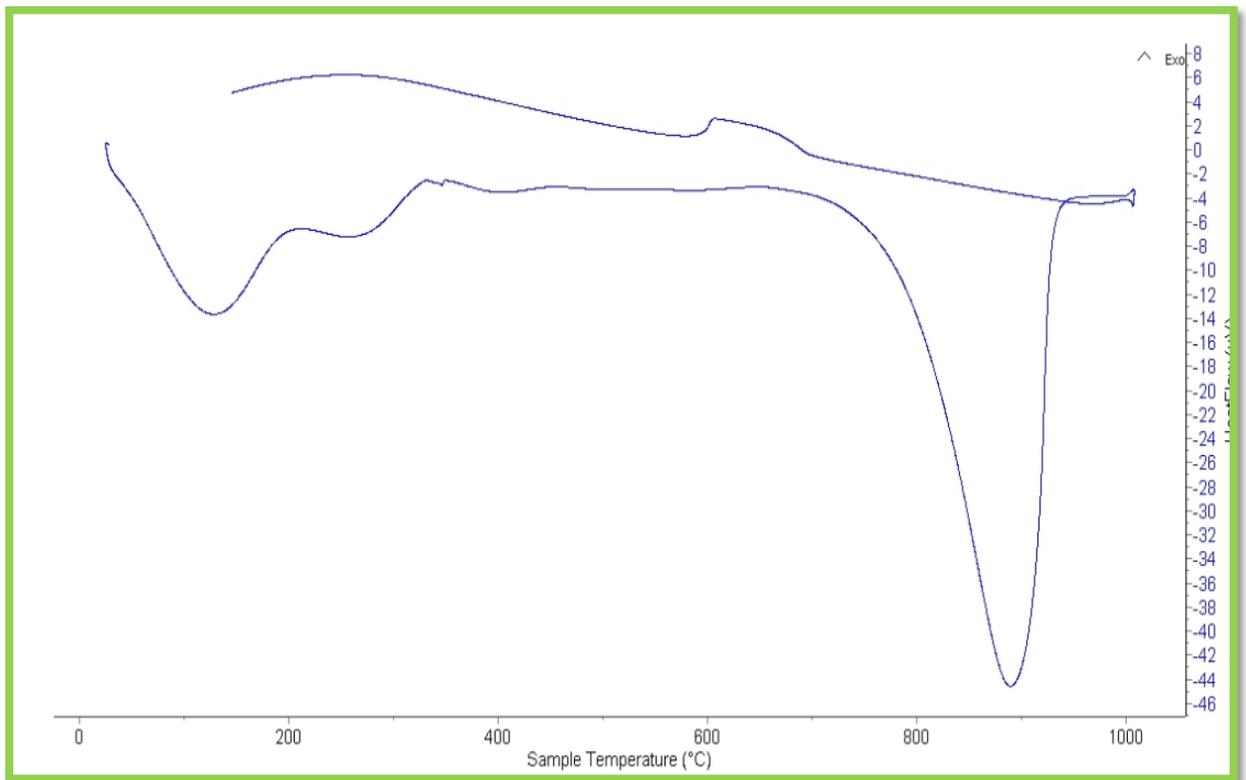
##### **CONCHAS DE ABANICO:**

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 – 1000 °C y una masa de muestra analizada de 27.3 mg. Los resultados de este análisis aparecen en los Grafico 1 y Figura 2.



**FUENTE:** Laboratorio de Polímeros de la UNT.

**GRAFICO N°1:** CURVA DE PERDIDA DE MASA - ANALISIS TERMO GRAVIMETRICO - CONCHA DE ABANICO



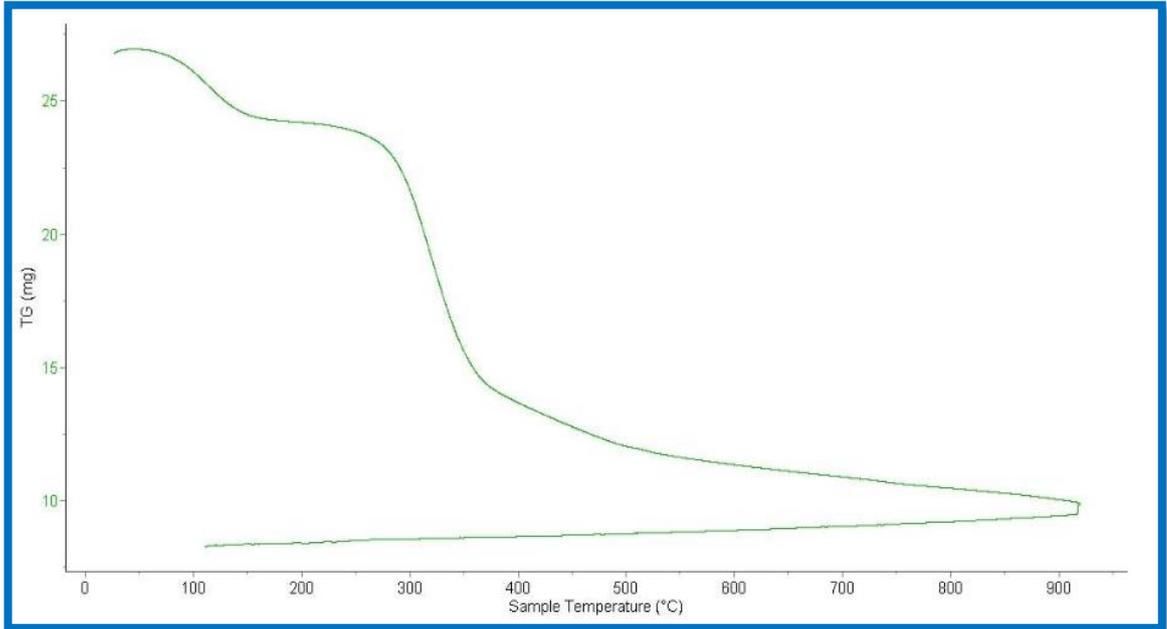
**FUENTE:** Laboratorio de Polímeros de la UNT.

**GRAFICO N°2: CURVA CALORIMETRICA DSC - CONCHA DE ABANICO**

De acuerdo al ATD el polvo de la concha de abanico se calcino a 890°C y el tiempo de calcinación fue de 4 horas de acuerdo a la referencia de Coronación. (2016).

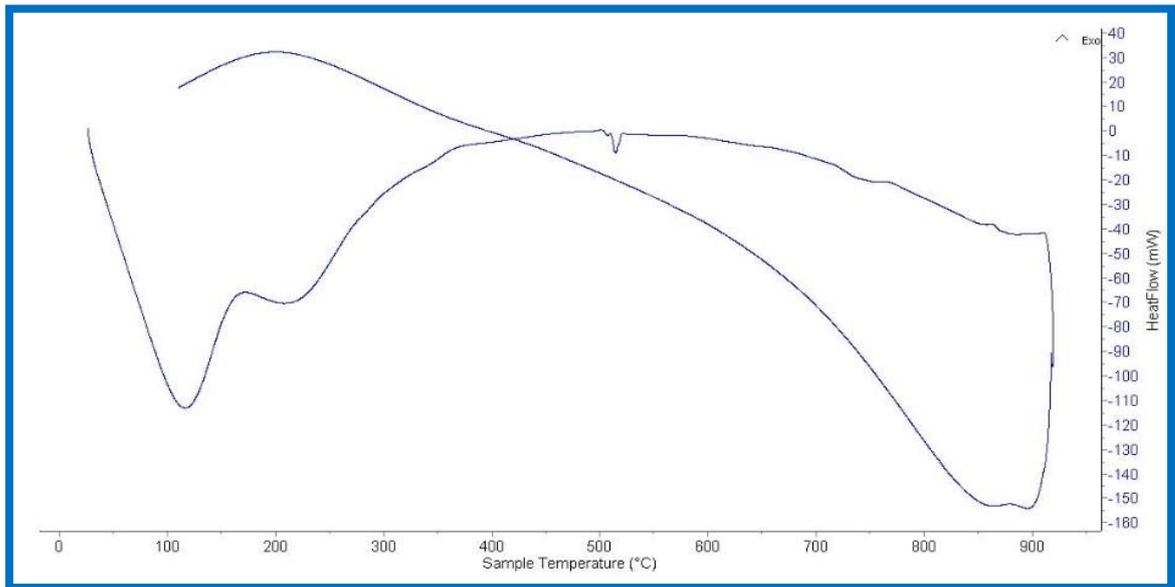
**CASCARA DE ARROZ:**

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 27.5 mg. Los resultados de este análisis aparecen en los Figura 3 y Figura 4.



**FUENTE:** Laboratorio de Polímeros de la UNT.

**GRAFICO N°3:** CURVA DE PERDIDA DE MASA - ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO - CASCARA DE ARROZ



**FUENTE:** Laboratorio de Polímeros de la UNT.

**GRAFICO N°4:** CURVA CALORIMETRICA DSC - CASCARA DE ARROZ

De acuerdo al ATD el polvo de la cascara de arroz se calcino a 510°C y el tiempo de calcinación fue de 2 horas de acuerdo a la referencia de Khassaf, Jasim, Mahdi. (2014).

### **COMPOSICION QUIMICA DE LOS MATERIALES:**

Para la determinación los materiales fueron sometidos a un Análisis de Composición Química en el Laboratorio de Arqueometria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. El equipo utilizado fue un Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos XDE.

### **CONCHAS DE ABANICO:**

**TABLA N° 10: ANALISIS DE LA COMPOSICION QUIMICA DEL POLVO DE LA CONCHA DE ABANICO EXPRESADA EN OXIDOS**

<b>COMPOSICION QUIMICA</b>	<b>%</b>
Oxido de Calcio (CaO)	73.014
Trióxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	15.477
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	10.084
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	1.029
Oxido de Estroncio (SrO)	0.314
Pentoxido de Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.159
Dióxido de Cloro (ClO <sub>2</sub> )	0.042
Oxido de Titanio (TiO <sub>2</sub> )	0.035
Oxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	0.016
Trióxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.007

**FUENTE:** Laboratorio de Arqueometria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Físicas.

## CASCARA DE ARROZ:

**TABLA N° 11: ANALISIS DE LA COMPOSICION QUIMICA DE LAS CENIZAS DE LA CASCARA DE ARROZ EXPRESADA EN OXIDOS**

COMPOSICION QUIMICA	%
Dióxido de Silicio ( $\text{SiO}_2$ )	87.465
Oxido de Potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ )	3.872
Trióxido de Aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	2.241
Dióxido de Cloro ( $\text{ClO}_2$ )	1.724
Trióxido de Hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	1.584
Pentoxido de Fosforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )	1.241
Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ )	0.866
Oxido de Calcio ( $\text{CaO}$ )	0.846

**FUENTE:** Laboratorio de Archeometria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Físicas.

## ANALISIS DE ALCALINIDAD DE LOS MATERIALES:

**TABLA N° 12: PH DE LOS MATERIALES A UTILIZAR**

MATERIALES	Ph
Cemento (C)	14.40
Polvo de Concha abanico (PCA)	13.96
Cenizas de Cascara Arroz (CCA)	11.35
80% (C) + 8% (PCA) + 12% (CCA)	14.35

**FUENTE:** Laboratorios de Ensayos Clínicos "COLECBI" S.A.C.



**GRAFICO N°5:** Escala de Potencial de Hidrogeno

**RELACION AGUA/CEMENTO:**

**RELACION AGUA/CEMENTO DE CONCRETO PATRON:**

**VALORES DE DISEÑO A UTILIZAR:**

- ✓ Según los datos de los ensayos realizados a los materiales tanto en el agregado grueso y agregado fino se determinaron el peso unitario suelto, peso compactado suelto, contenido de humedad, absorción y gravedad específica, granulometría.
- ✓ Con los datos obtenidos de dichos ensayos se realizó el diseño de mezcla para un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

Cemento:

- Tipo I “Pacasmayo”
- Peso específico: 3.12

Agua:

- Potable de la zona

Agregado Fino: CANTERA: VESIQUE

- Peso específico de masa: 2.61
- Peso unitario suelto: 1549 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado: 1727 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad: 0.65 %
- Absorción: 0.30 %
- Modulo de fineza: 3.18

Agregado Grueso: CANTERA: SAMANCO

- Tamaño Máximo Nominal: 1”
- Peso específico de masa: 2.87”
- Peso unitario suelto: 1529 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado: 1665 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad: 0.67 %
- Absorción: 0.81 %

#### Selección del asentamiento

- Para que la mezcla tenga una consistencia plástica, el asentamiento que le corresponde de 3" a 4"

#### Volumen unitario de Agua

- Para una mezcla de concreto con asentamiento e 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño nominal de 1", el volumen unitario de agua es de 193 lt/m<sup>3</sup>

#### Relación Agua / Cemento

- Se obtiene una relación agua / cemento de 0.684

#### Factor de Cemento

- F.C.:  $193 / 0.684 = 282.16 \text{ kg/m}^3 = 6.64 \text{ bolsa/m}^3$

#### Valores de diseño corregidos

- Cemento: 282.164 kg/m<sup>3</sup>
- Agua efectiva: 188.568 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado fino: 887.395 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso: 1059.272 kg/m<sup>3</sup>

#### Proporciones en Peso

- Cemento: 1.00
- Agua efectiva: 28.88 lts/bolsa
- Agregado fino: 2.86
- Agregado grueso: 4.04

#### Proporciones en Volumen

- Cemento: 1.00
- Agua efectiva: 28.88 lts/bolsa
- Agregado fino: 2.75
- Agregado grueso: 3.94

Proporción por probeta, volumen producido por probeta: 6444 cm<sup>3</sup>

- Cemento: 1.818
- Agua efectiva: 1.236 lts
- Agregado fino: 5.204
- Agregado grueso: 7.346

**RELACION AGUA/CEMENTO DE CONCRETO EXPERIMENTAL:**

**VALORES DE DISEÑO A UTILIZAR:**

- ✓ Con los datos obtenidos del ensayo del peso específico combinación del polvo de la concha de abanico y las cenizas de cascara de arroz se realizó el diseño de mezcla experimental.

PCA + CCA:

- Peso específico: 3.56

Cemento:

- Tipo I “Pacasmayo”
- Peso específico: 3.12

Agua:

- Potable de la zona

Agregado Fino: CANTERA: VESIQUE

- Peso específico de masa: 2.61
- Peso unitario suelto: 1549 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado: 1727 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad: 0.65 %
- Absorción: 0.30 %
- Modulo de fineza: 3.18

Agregado Grueso: CANTERA: SAMANCO

- Tamaño Máximo Nominal: 1"
- Peso específico de masa: 2.87"
- Peso unitario suelto: 1529 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado: 1665 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad: 0.67 %
- Absorción: 0.81 %

Selección del asentamiento

- Para que la mezcla tenga una consistencia plástica, el asentamiento que le corresponde de 3" a 4"

Volumen unitario de Agua

- Para una mezcla de concreto con asentamiento e 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño nominal de 1", el volumen unitario de agua es de 193 lt/m<sup>3</sup>

Relación Agua / Cemento

- Se obtiene una relación agua / cemento de 0.684

Valores de diseño corregidos

- Cemento: 225.73 kg/m<sup>3</sup>
- Combinación 8%PCA y 12%CCA: 56.432 kg/m<sup>3</sup>
- Agua efectiva: 191.75 lts/m<sup>3</sup>
- Agregado fino: 807.53 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso: 1139.90 kg/m<sup>3</sup>

### Proporciones en Peso

- Cemento: 1.00
- Combinación 8%PCA y 12%CCA: 0.25
- Agua efectiva: 36.102 lts/bolsa
- Agregado fino: 3.58
- Agregado grueso: 5.05

Proporción por probeta, volumen producido por probeta: 6444 cm<sup>3</sup>

- Cemento: 1.455
- Combinación 8%PCA y 12%CCA: 0.363
- Agua efectiva: 1.236 lts
- Agregado fino: 5.204
- Agregado grueso: 7.345

### **ENSAYO A COMPRESION:**

### **ENSAYO A COMPRESION PROBETAS PATRON:**

### **ENSAYO A COMPRESION DE PROBETAS PATRON A 7 DIAS:**

**TABLA N° 13: Resultados de Ensayo a Compresión de Probetas Patrón a los 7 días de Curado**

MUESTRA	PESO ANTES DE CURADO (kg.)	PESO DESPUES DE CURADO (kg.)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE (%)	RESIST. PROM. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Promedio(%)
P-1	13.70	13.75	180.26	27180	150.78	71.80	155.37	73.99
P-2	13.65	13.70	181.45	27870	153.59	73.14		
P-3	13.55	13.65	182.65	29540	161.73	77.01		
	13.63	13.70	181.45					

**FUENTE:** Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

**ENSAYO A COMPRESION DE PROBETAS PATRON A 14 DIAS:**

**TABLA N° 14: Resultados de Ensayo a Compresión de Probetas Patrón a los 14 días de Curado**

MUESTRA	PESO ANTES DE CURADO (kg.)	PESO DESPUES DE CURADO (kg.)	AREA (cm2)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	PORCENTAJE (%)	RESIST. PROM. (Kg/cm2)	Porcentaje Promedio(%)
P-4	13.75	13.85	179.07	31660	176.80	84.19	176.34	83.97
P-5	13.70	13.75	177.89	30880	173.59	82.66		
P-6	13.65	13.70	180.26	32200	178.63	85.06		
	13.70	13.77	179.07					

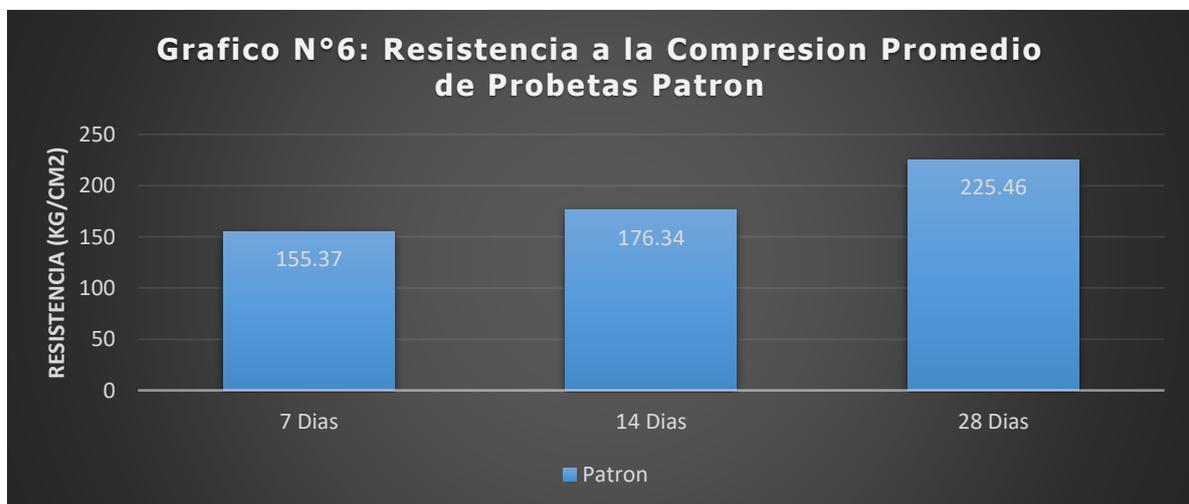
**FUENTE:** Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

**ENSAYO A COMPRESION DE PROBETAS PATRON A 28 DIAS:**

**TABLA N° 15: Resultados de Ensayo a Compresión de Probetas Patrón a los 28 días de Curado**

MUESTRA	PESO ANTES DE CURADO (gr.)	PESO DESPUES DE CURADO (gr.)	AREA (cm2)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	PORCENTAJE (%)	RESIST. PROM. (Kg/cm2)	Porcentaje Promedio(%)
P-7	13.70	13.80	181.45	42630	234.94	111.87	225.46	107.36
P-8	13.75	13.85	181.45	41880	230.80	109.91		
P-9	13.70	13.75	179.07	37720	210.64	100.30		
	13.72	13.80	180.66					

**FUENTE:** Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.



**ENSAYO A COMPRESION PROBETAS EXPERIMENTALES:**

**ENSAYO A COMPRESION DE PROBETAS EXP. A 7 DIAS:**

**TABLA N° 16: Resultados de Ensayo a Compresión de Probetas Exp. a los 7 días de Curado**

MUESTRA	PESO ANTES DE CURADO (kg.)	PESO DESPUES DE CURADO (kg.)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE (%)	RESIST. PROM. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Promedio(%)
P-1	13.55	13.60	181.45	20430	112.59	53.61	110.92	52.82
P-2	13.55	13.65	180.26	19970	110.78	52.75		
P-3	13.55	13.65	179.07	19590	109.40	52.09		
	13.55	13.63	180.26					

**FUENTE:** Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

**ENSAYO A COMPRESION DE PROBETAS EXP. A 14 DIAS:**

**TABLA N° 17: Resultados de Ensayo a Compresión de Probetas Exp. a los 14 días de Curado**

MUESTRA	PESO ANTES DE CURADO (kg.)	PESO DESPUES DE CURADO (kg.)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE (%)	RESIST. PROM. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Promedio(%)
P-4	13.60	13.70	182.65	32280	176.73	84.16	170.27	81.08
P-5	13.60	13.65	177.89	29460	165.61	78.86		
P-6	13.75	13.80	180.26	30370	168.48	80.23		
	13.65	13.72	180.27					

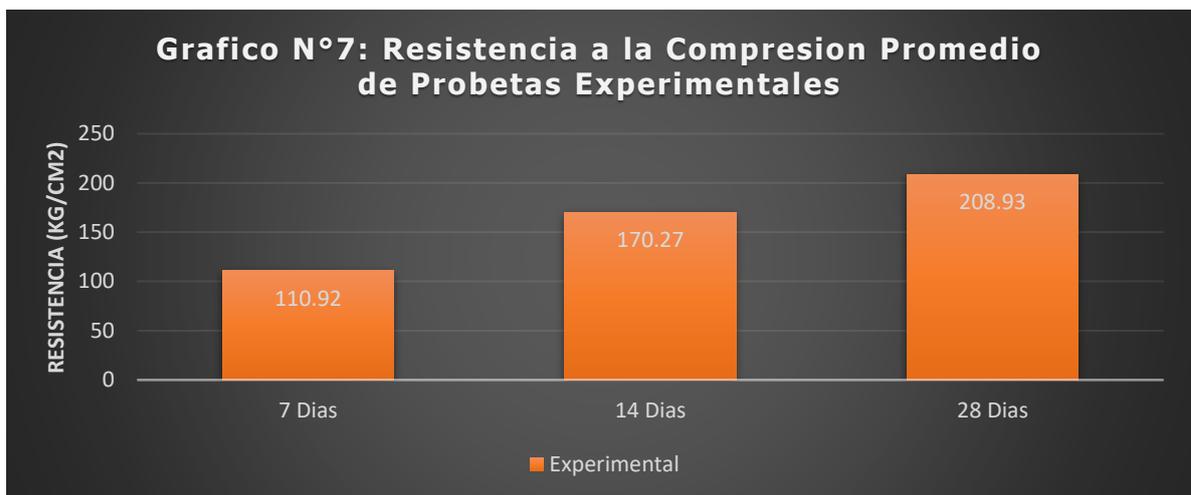
**FUENTE:** Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

**ENSAYO A COMPRESION DE PROBETAS EXP. A 28 DIAS:**

**TABLA N° 18: Resultados de Ensayo a Compresión de Probetas Exp. a los 28 días de Curado**

MUESTRA	PESO ANTES DE CURADO (gr.)	PESO DESPUES DE CURADO (gr.)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (%)	RESIST. PROM. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
P-7	13.70	13.80	179.07	37980	212.09	101.00	208.93	99.49
P-8	13.80	13.85	181.45	38620	212.84	101.35		
P-9	13.70	13.75	179.07	36150	201.87	96.13		
	<b>13.73</b>	<b>13.80</b>	<b>179.87</b>					

**FUENTE:** Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.



**CALCULOS DE LAS PRUEBAS DE HIPOTESIS CON SPSS:**

**Tabla N°19: Resistencias a la compresión de las probetas de concreto con un porcentaje de cemento sustituido por una combinación de polvo de concha de abanico y cenizas de cascara de arroz según días de curado**

Días de curado	Resistencia de concreto según sustitución	
	Patrón	Experimental
7	155,37	110,92
14	176,34	170,27
28	225,46	208,93

**Fuente:** Resultados de las ensayos del laboratorio de la USP.

En la tabla n°19, se puede apreciar que las resistencias a la compresión de las probetas de concreto son mayores a los 28 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad (Shapiro – Wilk) y homogeneidad de varianzas de las resistencias medias obtenidas en las probetas de concreto para cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento por una combinación de polvo de concha de abanico y cenizas de cascara de arroz) se procedió a realizar la prueba ANOVA

**Tabla N°20: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas de concreto.**

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Sustitución	795.341	1	795.341	4.152	0,178
Días de curado	6896.345	2	3448.173	18.000	0,053
Error	383.128	2	191.564		
Total	8074.814	5			

**Fuente:** Resultados de las ensayos del laboratorio de la USP.

En la tabla n°20 se puede visualizar que el  $p\text{-value} > \alpha$  ( $0.178 > 0.05$ ) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para aceptar la hipótesis nula. Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm<sup>2</sup> logradas en las probetas de concreto, con sustitución del cemento en 0% y 20% por una combinación de polvo de concha de abanico y cenizas de cascara de arroz, son iguales.

También se tienen que para los días de curado  $p\text{-value} > \alpha$  ( $0.053 > 0.05$ ) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas de concreto son iguales a consecuencias de los día de curado.

#### **IV. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS:**

- ✓ Al realizarse el análisis térmico diferencial de la concha de abanico, según en el análisis termo gravimétrico en el Grafico N° 1, nos muestra una estabilidad térmica de la muestra hasta los 700°C y partir de esta aparece una caída de la masa hasta los 920°C donde el material llega a perder un total de 43% de su masa respecto al inicial, y de acuerdo al análisis calorimétrico la curva muestra un pico endotérmico a aproximadamente 120°C y 205°C ,posteriormente se muestra un pico endotérmico que inicia a 890°C.

La activación térmica del polvo de concha de abanico a los 890°C por 4 horas, permitió convertir su contenido de Carbonato de Calcio ( $CaCO_3$ ) en su fase activa de Oxido de Calcio ( $CaO$ ) el cual al ser mezclado en la mezcla de concreto, aportara los elementos puzolanicos de Hidróxidos de calcio.

- ✓ De acuerdo al análisis térmico diferencial donde se realizó para determinar a qué temperatura la cascara de arroz cambia de fase, según en el análisis termo gravimétrico en el Grafico N°3, nos indica que la muestra tiene dos pérdida de masa en los rangos de temperatura entre los 80°C y 120°C y entre los 270°C y 350°C, en donde el material llega a perder un aproximado de 55% de masa con respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.

Y de acuerdo al análisis calorimétrico en el Grafico N°4, se aprecia un pico de absorción térmica a aproximadamente 110°C y a 205°C, para posteriormente mostrar un pico endotérmico ligero a aproximadamente a 510°C lo que podría demostrar posibilidad de existir algún cambio estructural del material que presentaría el rompimiento de la estructura cristalina de cascara de arroz, es decir su deshidroxilación para conformar un material aproximadamente amorfo y de carácter puzolánico.

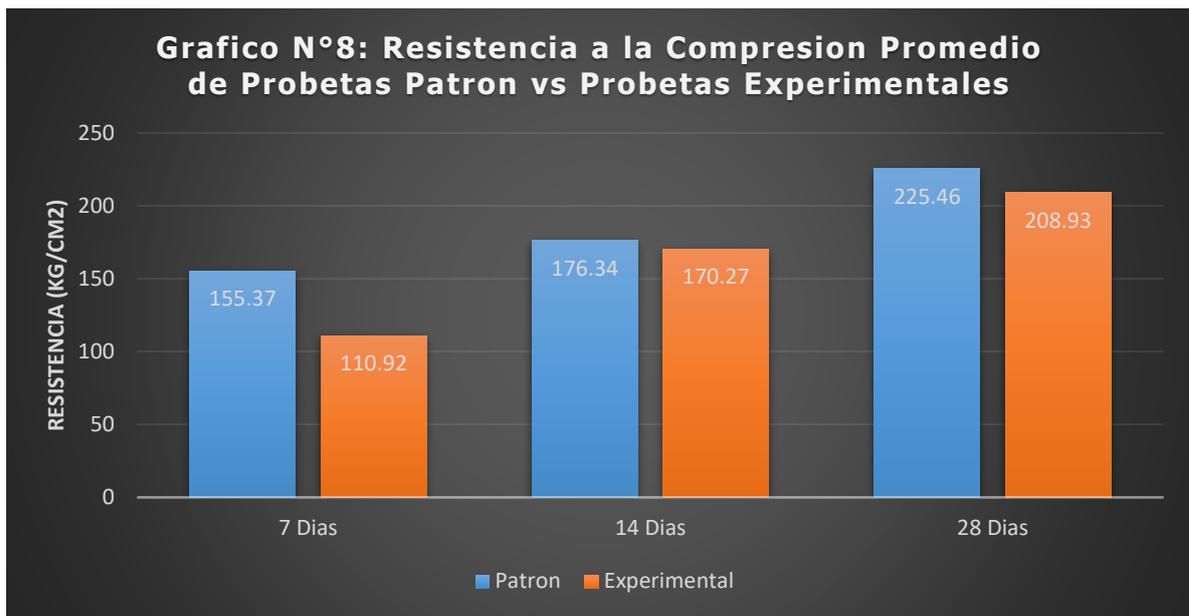
La temperatura de calcinación de la ceniza de la cascara de arroz a los 510°C por 2 horas, garantiza en un gran porcentaje la conservación de la estructura amorfa de sílice.

- ✓ El análisis químico de la muestra de concha de abanico nos da como resultado un 73.014% de Oxido de Calcio, 15.477% de Trióxido de Aluminio, 10.084% de Dióxido de Silicio, la suma de las mismas da un valor de 98.68% que supera al criterio de puzolanas establecido en la NTP 334.004 1997 (Cementos Puzolanicos). Estos resultados nos ha permitido obtener un material precursor del cemento.
- ✓ Según el análisis químico realizado para la muestra de cenizas de cascara de arroz nos da los contenidos más relevantes de sus óxidos activados los cuales son: 87.465% de Dióxido de Silicio, 2.241% de Trióxido de Aluminio, 1.584% Trióxido de Hierro, la suma de las mismas da un valor de 91.29% que supera al criterio de puzolanas establecido en la NTP 334.004 1997 (Cementos Puzolanicos), así como también cuenta con una baja proporción de Oxido de Potasio de 3.872%, la cual no afectaría a nuestra muestra y poder tener así un material con características puzolanicas.
- ✓ La medición del pH de los elementos que conformaron el concreto, tanto la concha de abanico, la cáscara de arroz y el compuesto (cemento-polvo de concha de abanico-cenizas de cáscara de arroz), es de suma importancia para determinar el tipo y el nivel de su reacción puzolana. En la Tabla 12, se pueden apreciar los resultados de las muestras ensayadas y se tiene que tanto el polvo de la concha de abanico activado, la cenizas de cáscara de arroz y el compuesto (cemento-polvo de concha de abanico-cenizas de cáscara de arroz) tienen un pH alcalino lo que le hace un compuesto aglomerante lo que forma un material con buena actividad puzolana.
- ✓ De los resultados obtenidos de la prueba a compresión, se registraron los siguientes datos de resistencias promedio a compresión en las probetas patrón y experimental:

**TABLA N° 21: Datos de Resistencia Patrón y Experimental.**

DESCRIPCION	7 DIAS	PROMEDIO	14 DIAS	PROMEDIO	28 DIAS	PROMEDIO
	150.78		176.8		234.94	
PATRON	158.59	155.37	173.59	176.34	230.80	225.46
	161.73		178.63		210.64	
EXPERIMENTAL 20% (8% CONCHA DE ABANICO Y 12% CASCARA DE ARROZ)	112.59		176.73		212.09	
	110.78	110.92	165.61	170.27	212.84	208.93
	109.40		168.48		201.87	

**FUENTE:** Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.



**Interpretación:** De los resultados obtenidos de la prueba de Compresión, se registra que se alcanzó una resistencia promedio de 52.82% que no supera lo establecido que es de un 75% en los primeros 7 días; asimismo podemos apreciar que los resultados registrados a los 14 y 28 días no incrementaron y no superaron el 85% y 100% de los establecido respectivamente. En conclusión no se obtuvieron buenos resultados de probetas con sustitución al 8% por el polvo de la concha de abanico y 12% de cenizas de cascara de arroz en comparación con las probetas patrón.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:**

### **CONCLUSIONES:**

- ✓ Calcinando la cenizas de cascara de arroz a 510°C por 2 horas y la concha de abanico a 890°C por 4 horas; y moliéndolas ambas a 0.0075 mm se alcanzaron los siguientes niveles de activación: 73.01% de óxido de calcio para el polvo de concha de abanico. Y para las cenizas de la cascara de arroz se obtuvieron 87.465% de dióxido de silicio. Dichos porcentajes de activación le otorgaron a estos materiales una capacidad cementante.
  
- ✓ Analizando la composición química de las cenizas de la cascara de arroz se muestra un alto potencial como puzolana por el contenido de óxido de sílice y calcio, así como también un bajo porcentaje de óxido de potasio 3.87% lo cual posiblemente pueda llegar a perjudicar la mezcla de concreto pudiendo provocar agrietamientos, así como también falta de solidez en el concreto.
  
- ✓ La alta reactividad de los materiales a usarse en el proyecto (ceniza de cascara de arroz y polvo de concha de abanico), como se muestra en los resultados de Ph. Lo cual género que la combinación de ambos materiales al estar en contacto con el agua y cemento alcance un Ph altamente reactivo de 14.35, convirtiéndolo en un material alcalino.
  
- ✓ En los ensayos a compresión de las probetas patrón se obtuvo una resistencia a las edades de 7, 14 y 28 días de 155.37 kg/cm<sup>2</sup>, 176.34 kg/cm<sup>2</sup> y 225.46 kg/cm<sup>2</sup>. Respectivamente no se vio un aumento en la resistencia de las probetas experimentales al sustituir el cemento por la combinación de 8% por polvo de concha de abanico y 12% de cenizas de cascara de arroz, obteniendo las resistencias a las edades de 7, 14 y 28 días de curado de 110.92 kg/cm<sup>2</sup>, 170.27 kg/cm<sup>2</sup> y 208.93 kg/cm<sup>2</sup>

## **RECOMENDACIONES:**

- ✓ Al activar los materiales tener cuidado en no contaminar la muestra para de este modo no alterarla porque sería perjudicial para los resultados que deseamos obtener.
  
- ✓ Se recomienda la utilización de ambos materiales para la elaboración de estructuras de baja resistencia debido a que cuentan con componentes con porcentajes que se asemejan al cemento y como también un Ph alcalino de esta forma se logran mezclas más aglomerantes.
  
- ✓ Para comprobar que al sustituir ambos materiales se logren mayores resistencias, se recomienda evaluar la sustitución a edades mayores a los 28 días para determinar en cuanto se aproxima la resistencia del concreto experimental con respecto al patrón
  
- ✓ Se recomienda trabajar los materiales de forma equivalente para que de ese modo sus elementos puedan trabajar de mejor manera y de esa forma alcanzar mejores resultados al momento de sustituir los materiales por el porcentaje de cemento deseado.

## **VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:**

- Achanai Buasri et al., (2013). Calcium Oxide Derived from Wast Shells of Mussel, Cockle, and Scallop as the Heterogeneous Catalyst for Biodiesel Production. Tailandia: Bangkok.
- American Society for Testing and Materials, (ASTM). C150, 2007. Especificación Estándar para el Cemento Portland.
- Cabello, D. (2016). Resistencia en Concreto con Cemento Sustituido al 10% por Cenizas de Cascara de Arroz. Perú: Chimbote.
- Coronación, S. (2016). Resistencia a la Compresión de un Mortero Sustituyendo el Cemento por 5% de Cascara de Arroz y por 5% de Concha de Abanico. Perú: Chimbote.
- Flores, L. y Mazza J. (2014). Utilización de Residuos de Conchas de Abanico como Mejoramiento en las Propiedades Resistentes del Concreto. Perú: Chimbote
- Guilarducci, A. y Beltramini L. (2014). Actividad Puzolanica de Cenizas de Cascara de Arroz. Estudio de Factibilidad en el Empleo como Adición para el Cemento. [https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/secretarias/cyt/files/jit2014/actas/MA\\_72\\_ALM\\_SFE.pdf](https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/secretarias/cyt/files/jit2014/actas/MA_72_ALM_SFE.pdf)  
2014. Santa Fe, Argentina.
- Julian, C. et al., (2015). Revista Oficial de Investigación Científica (Volumen 6 N°2): Conocimiento para el Desarrollo – Universidad San Pedro. Perú: Chimbote.
- S.I. Khassaf, A. T. Jasim y F. K. Mahdi et al., (2014). Investigación de las propiedades del hormigón que contiene ceniza de cáscara de arroz a la reducción de la filtración en canales – Iraq: Kufa.
- Mafla, A. (2009). Uso de la Cascarilla de Arroz como Material Alternativo en la Construcción. <http://biblioteca.uniminuto.edu/ojs/index.php/Inventum/article/viewFile/47/46>  
4 de Mayo de 2009. Cauca, Colombia.

- Norma Técnica Peruana, (NTP) 334.009, 2002. Agregados. Especificaciones Normalizadas para Agregados en Hormigón (Concreto).
- Norma Técnica Peruana, (NTP) 339.088, 2006. Agua de Mezcla Utilizada en la Producción de Concreto.
- Norma Técnica Peruana, (NTP) 400.037, 2002. Cementos Portland. Requisitos.
- Portland Cement Association, PCA. (2004). Diseño y Control de Mezcla de Concreto. EE.UU.: Illinois.
- Salazar, A. (2002). Una Manera de Entender a los Materiales Compuestos (3° edic.). Colombia: Cali.
- Saavedra R. (2016). Interacción de la Concha de Abanico Triturada con los Agregados Triturados y Redondeados en Mezclas de Concreto. [https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/2582/ICI\\_222.pdf](https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/2582/ICI_222.pdf)  
Febrero de 2016. Piura, Perú.
- Universidad Tecnológica de Pereira, (2007). Análisis Comparativo de las Características Fisicoquímicas de la Cascarilla de Arroz. Colombia: Pereira.
- Vigil, P. (2000). Las Cenizas de Cascara de Arroz, Adición Puzolanica en Cemento y Concreto. Perú: Piura.

## **VII. AGRADECIMIENTO:**

A mis padres y hermanos que son el pilar fundamental que me sostiene, que gracias a su apoyo incondicional, consejo sabio y oportuno yo no estaría aquí dándolo todo por ellos, a ellos les dedico cada día mi esfuerzo para lograr mis metas.

A mis abuelos, familia y amigos/as que con su entusiasmo y cariño me dieron el valor y coraje para seguir adelante a pesar de las dificultades.

A mi asesor el Ing. Dante Orlando Salazar Sánchez, quien me brindo su tiempo y apoyo en esta eta etapa de mi proyecto.

A mis maestros que con sus conocimientos, ayuda oportuna y desinteresada contribuyeron a la finalización de este trabajo y por ende un largo camino recorrido lleno de obstáculos, que están convencidos de que un mundo mejor es posible si se tienen los conocimientos para ayudar.

A ellos es a quien les dedico el producto de mi esfuerzo y dedicación.

**ANEXO N°1**  
**RESULTADOS DE LABORATORIO**



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

**SOLICITA :** BACHILLANTADO MAGUIRA JORGE GERMAN  
**TÍTULO :** RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO FORTALECIDO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA COMBINACIÓN DE UN ESPOR POLVO DE LA CONCHA DE ABANICO Y 12% POR LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ.  
**LUGAR :** CHUMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - JUNCO 54  
**FOLIO :** 18092017

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm<sup>2</sup> a las 28 días.

**MATERIALES**

**A- Cemento :**

- Tipo : "Pacasmayo"
- Peso específico : 3.12

**B- Agua :**

- Potable, de la zona

**C- Agregado Fino :**

**CANTERA : VESIQUE**

- Peso específico de masa : 2.81
- Peso unitario suelto : 1548 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado : 1727 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad : 0.65 %
- Absorción : 0.38 %
- Módulo de finura : 3.18

**D- Agregado grueso**

**CANTERA : SAMANCO**

- Piedra, perfiangular
- Tamaño Máximo Nominal : 1"
- Peso específico de masa : 2.87
- Peso unitario suelto : 1529 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado : 1665 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad : 0.67 %
- Absorción : 0.81 %





**SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a lo que corresponde un asentamiento de 3" a 5"

**VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tenga un tamaño máximo nominal de 1" el volumen unitario de agua es de 183 litro

**RELACIÓN AGUA - CEMENTO**

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

**FACTOR DE CEMENTO**

F.C. =  $183 / 0.684 = 267.54 \text{ kg/m}^3 = 6.64 \text{ boises / m}^3$

**VALORES DE DISEÑO CONCRETADOS**

Cemento .....	267.54	kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva .....	183.748	litros/m <sup>3</sup>
Agregado fino .....	807.533	kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso .....	1138.902	kg/m <sup>3</sup>

**PROPORCIONES EN PESO**

$$\frac{267.54}{267.54} : \frac{807.533}{267.54} : \frac{1138.902}{267.54}$$

1 : 2.98 : 4.04 : 28.88 ts / boise

**PROPORCIONES EN VOLUMEN**

1 : 2.78 : 3.94 : 28.88 ts / boise



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
Ing. Jorge Sotomayor Segura



**DISEÑO DE MEZCLA  
(SUSTITUCIÓN 20% DE CEMENTO)**

**OBJETIVO:** EFECTUAR EL DISEÑO DE UNA MEZCLA DE CEMENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN Y BAJA PERMEABILIDAD, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PAVIMENTO DE TRÁNSITO DE CASACASA DE PROYECTO.

**LUGAR:** CHIMBOTE - PROVINCIA DE YARIS - ACHUPA

**CEM:** PORTLAND

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de dicho concreto: 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

**MATERIALES**

A.- Cemento:

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico: ..... 3.12

B.- Combinación de PCA 8% Y OCA 12% :

- Peso específico: ..... 3.52

C.- Agua:

- Potable, de la zona.

D.- Agregado Fino :

**CANTERA : VESIGUE**

- Peso específico de masa: 3.81
- Peso unitario suelto: 1540 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado: 1700 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad: 0.85 %
- Absorción: 0.30 %
- Módulo de finura: 3.10

E.- Agregado grueso

**CANTERA : SANANCO**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal: 1"
- Peso específico de masa: 2.87
- Peso unitario suelto: 1500 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado: 1660 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad: 0.07 %
- Absorción: 0.01 %





**SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que se mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de  $3''$  a  $4''$ .

**VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de  $3''$  a  $4''$ , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tenga un tamaño máximo nominal de  $1''$ , el volumen unitario de agua es de  $193 \text{ (litros)}$ .

**RELACIÓN AGUA - CEMENTO**

Se define una relación agua - cemento de  $0.694$ .

**VOLUMENES ABSOLUTOS**

Cemento	(m <sup>3</sup> )	0.072
Cemento - Densidad 1500 kg/m <sup>3</sup>	(m <sup>3</sup> )	0.018
arena	(m <sup>3</sup> )	0.160
grava	(m <sup>3</sup> )	0.307
Agregado fino	(m <sup>3</sup> )	0.304
agua	(m <sup>3</sup> )	0.015
		<b>1.009 m<sup>3</sup></b>

**PESOS SECOS**

Cemento	125.73	kg/m <sup>3</sup>
Cemento - Densidad 1500 kg/m <sup>3</sup>	96.432	kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino	180.00	kg/m <sup>3</sup>
grava	802.90	kg/m <sup>3</sup>
agua	11.32.30	kg/m <sup>3</sup>

**PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento	125.73	kg/m <sup>3</sup>
Cemento - Densidad 1500 kg/m <sup>3</sup>	96.432	kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino	181.75	kg/m <sup>3</sup>
grava	807.58	kg/m <sup>3</sup>
agua	1139.80	kg/m <sup>3</sup>

**PROPORCIONES EN PESO**

$$\frac{125.73}{125.73} : \frac{96.432}{125.73} : \frac{807.58}{125.73} : \frac{1139.80}{125.73}$$

$$1 : 0.77 : 6.43 : 9.07$$

36,100 kg y base.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
*[Firma]*  
Ing. Jorge Montano / Jefe de Laboratorio



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

**NOMBRE:** JOSE ANTONIO VILLALBA ACOSTA  
**TÍTULO:** RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO FABRICADO CON CEMENTO PORTLAND, CEMENTO PÓRFIDA, CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA Y CEMENTO BLANCO Y 12MTC DE CEMENTO EN LA CARA DE ARRIBA Y  
**LUGAR:** QUITO  
**FECHA:** 2019

**Nº:** 23

Nº	RESISTENCIA	ESQUEMA	RESISTENCIA	RESISTENCIA	ESQUEMA	RESISTENCIA	RESISTENCIA
01	14518	1.1	14518	14518	1.1	14518	14518
02	14518	1.2	14518	14518	1.2	14518	14518
03	14518	1.3	14518	14518	1.3	14518	14518
04	14518	1.4	14518	14518	1.4	14518	14518
05	14518	1.5	14518	14518	1.5	14518	14518
06	14518	1.6	14518	14518	1.6	14518	14518
07	14518	1.7	14518	14518	1.7	14518	14518
08	14518	1.8	14518	14518	1.8	14518	14518
09	14518	1.9	14518	14518	1.9	14518	14518
10	14518	1.10	14518	14518	1.10	14518	14518
11	14518	1.11	14518	14518	1.11	14518	14518
12	14518	1.12	14518	14518	1.12	14518	14518

**INDICACIONES:** Las pruebas se realizaron en el laboratorio de ensayos de suelos y materiales.  
**CONCLUSIONES:** El concreto fabricado con cemento Portland, cemento Pórfida, cemento de alta resistencia y cemento blanco, presenta una resistencia a la compresión de 14518 kg/cm<sup>2</sup>.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 QUITO  
 Ing. José Antonio Villalba Acosta  
 2019



**ENSAJO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EXPERIMENTAL 20%**

**SOLITA** : INFORME TÉCNICO DE LA COMPROBACIÓN  
**TÍTULO** : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA CONCRETA EN UN ENSAYO DE RESISTENCIA AL COMPRESIÓN  
**UBICACIÓN** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
**FECHA** : (INDICAR)

**AÑO** : 20 \_\_\_\_ **SEMESTRE** : \_\_\_\_

Nº	CONCRETO	ESPESES	CONCRETO	ESPESES	ESPESES	ESPESES	ESPESES
1	CONCRETO	11	CONCRETO	CONCRETO	11	CONCRETO	CONCRETO
2	CONCRETO	12	CONCRETO	CONCRETO	12	CONCRETO	CONCRETO
3	CONCRETO	13	CONCRETO	CONCRETO	13	CONCRETO	CONCRETO
4	CONCRETO	14	CONCRETO	CONCRETO	14	CONCRETO	CONCRETO
5	CONCRETO	15	CONCRETO	CONCRETO	15	CONCRETO	CONCRETO
6	CONCRETO	16	CONCRETO	CONCRETO	16	CONCRETO	CONCRETO
7	CONCRETO	17	CONCRETO	CONCRETO	17	CONCRETO	CONCRETO
8	CONCRETO	18	CONCRETO	CONCRETO	18	CONCRETO	CONCRETO
9	CONCRETO	19	CONCRETO	CONCRETO	19	CONCRETO	CONCRETO
10	CONCRETO	20	CONCRETO	CONCRETO	20	CONCRETO	CONCRETO

**EXPLICACIONES:** Las espesuras deben ser las mismas (MÍNIMO 50 mm)  
**REQUISITOS:** Las espesuras deben ser las mismas y no debe haber huecos ni fisuras

  
**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
 Ing. Jorge Montano Rojas



**PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO**

COLICITA: ING. JORGE HERNÁNDEZ REYES  
 TÍTULO: ESTABLECIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE AGREGADO AL CEMENTO PARA  
 EL DISEÑO DE UN CONCRETO DE LA UNIÓN DEL AGREGADO Y CEMENTO EN CONCRETO DE CONCRETO EN 2017  
 LICENCIADO: INGENIERÍA DE CIVIL - PROFESOR  
 CATEDRA: DEVENIDO  
 MATERIA: MECÁNICA DE SUELOS  
 PÉRIODO: 2017

**PESO UNITARIO SUELTO**

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + sustrato	13058	12650	12650
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14739	18530	14739
Volumen de molde	3354	3354	3354
Peso unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	1553	1653	1511
Peso unitario prom. (Kg/m <sup>3</sup> )	1529		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1626		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	20629	21380	20629
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	15439	15890	15119
Volumen de molde	3354	3354	3354
Peso unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	1680	1720	1682
Peso unitario prom. (Kg/m <sup>3</sup> )	1713		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1854		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Jorge Hernández Reyes  
 JEFE



**CONTENIDO DE HUMEDAD AGRÉGADO GRUESO  
(ANM-0771a)**

SOLICITA : BACH. MATIENZO MAGUIÑA JORGE GERMAN  
 TÍTULO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO P<=10 KILOM2 SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA  
 FORMACIÓN DEL RESP. DE POLVO DE LA CONCRETA DE HERMO Y TERNERA EN CEMENTO DE GRUPO A DE 40000 PSI.  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA ANA  
 CATEGORÍA : OBRERO  
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA  
 FECHA : 16/03/08

PRUEBA Nº	#1	#2
TARA (g)		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	844.3	807.7
TARA + SUELO SECO (gr)	810.0	802.2
PESO DEL AGUA (gr)	34.3	5.5
PESO DE LA TARA (gr)	781.7	797.2
PESO DEL SUELO SECO (gr)	68.2	50
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	50.3	11.25
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	30.7	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ING. JORGE MATIENZO MAGUIÑA

16/03/08



**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN AGREGADO GRUESO  
(Según norma ASTM C-127)**

DOC. OTM 246-QUATRODOMINOS (VALORACIÓN)  
 TÍTULO INVESTIGACIÓN A LA COMPRESIÓN DE UN LADRILLO DE FRAZCOLO CON FERRALLA Y FERRALLA  
 COORDINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN LA COMISIÓN DE ADMISIÓN Y DESPACHO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 T. TITULO OBJETIVO: MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CENTRO SAN PEDRO  
 MATERIA MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CODIGO 10000000

1	Peso de frasco (g)	2639.30	2639.30
2	Peso de muestra y vaso de suspensión (g)	1760.50	1760.50
3	Peso de frasco + muestra (g)	825.70	825.70
4	Peso de muestra (g)	2687.80	2687.80
5	Peso de frasco (g)	907.10	907.10
6	P.e. Suk (Base Seca) - D/E	2.872	2.872
7	P.e. Suk (Base Saturada) - A/C	2.888	2.888
8	P.e. Aparente (Base Seca) - D/E	2.941	2.941
9	Absorción (%)	0.01	0.01

P.e. Suk (Base Seca) = 2.872  
 P.e. Suk (Base Saturada) = 2.888  
 P.e. Aparente (Base Seca) = 2.941  
 Absorción (%) = 0.01



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 Ing. Jorge Espinoza Rojas



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO  
(-50MESH)**

TÍTULO: DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO DE 15 CM DE ESPESOR  
 TEMA: DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO DE 15 CM DE ESPESOR RIGIDO DE 15 CM DE ESPESOR  
 COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES AGREGADOS Y TRÁNSITO DE LOS DATOS DE FACTORA DE 40000000  
 EN UN PAVIMENTO RIGIDO DE 15 CM DE ESPESOR  
 LUGAR: SANTIAGO DE LOS CABALLEROS  
 MATERIAL: AGREGADO GRUESO  
 FECHA: 10/02/2018

TAMÑO	Peso (g)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)
75	2000	100	100	100	100
47.5	1500	75	75	75	75
25	1000	50	50	50	50
15	500	25	25	25	25
7.5	250	12.5	12.5	12.5	12.5
4.75	125	6.25	6.25	6.25	6.25
2.5	62.5	3.125	3.125	3.125	3.125
1.5	31.25	1.5625	1.5625	1.5625	1.5625
0.75	15.625	0.78125	0.78125	0.78125	0.78125
0.425	7.8125	0.390625	0.390625	0.390625	0.390625
0.25	3.90625	0.1953125	0.1953125	0.1953125	0.1953125
0.15	1.953125	0.09765625	0.09765625	0.09765625	0.09765625
0.075	0.9765625	0.048828125	0.048828125	0.048828125	0.048828125
0.0425	0.48828125	0.0244140625	0.0244140625	0.0244140625	0.0244140625
0.025	0.244140625	0.01220703125	0.01220703125	0.01220703125	0.01220703125
0.015	0.1220703125	0.006103515625	0.006103515625	0.006103515625	0.006103515625
0.0075	0.06103515625	0.0030517578125	0.0030517578125	0.0030517578125	0.0030517578125
0.00425	0.030517578125	0.00152587890625	0.00152587890625	0.00152587890625	0.00152587890625
0.0025	0.0152587890625	0.000762939453125	0.000762939453125	0.000762939453125	0.000762939453125
0.0015	0.00762939453125	0.0003814697265625	0.0003814697265625	0.0003814697265625	0.0003814697265625
0.00075	0.003814697265625	0.00019073486328125	0.00019073486328125	0.00019073486328125	0.00019073486328125
0.000425	0.0019073486328125	0.000095367431640625	0.000095367431640625	0.000095367431640625	0.000095367431640625
0.00025	0.00095367431640625	0.0000476837158203125	0.0000476837158203125	0.0000476837158203125	0.0000476837158203125
0.00015	0.000476837158203125	0.00002384185791015625	0.00002384185791015625	0.00002384185791015625	0.00002384185791015625
0.000075	0.0002384185791015625	0.000011920928955078125	0.000011920928955078125	0.000011920928955078125	0.000011920928955078125
0.0000425	0.00011920928955078125	0.0000059604644775390625	0.0000059604644775390625	0.0000059604644775390625	0.0000059604644775390625
0.000025	0.000059604644775390625	0.00000298023223876953125	0.00000298023223876953125	0.00000298023223876953125	0.00000298023223876953125
0.000015	0.0000298023223876953125	0.000001490116119384765625	0.000001490116119384765625	0.000001490116119384765625	0.000001490116119384765625
0.0000075	0.00001490116119384765625	0.0000007450580596923828125	0.0000007450580596923828125	0.0000007450580596923828125	0.0000007450580596923828125
0.00000425	0.000007450580596923828125	0.00000037252902984619140625	0.00000037252902984619140625	0.00000037252902984619140625	0.00000037252902984619140625
0.0000025	0.0000037252902984619140625	0.000000186264514923095703125	0.000000186264514923095703125	0.000000186264514923095703125	0.000000186264514923095703125
0.0000015	0.00000186264514923095703125	0.0000000931322574615478515625	0.0000000931322574615478515625	0.0000000931322574615478515625	0.0000000931322574615478515625
0.00000075	0.000000931322574615478515625	0.000000046566128730773928125	0.000000046566128730773928125	0.000000046566128730773928125	0.000000046566128730773928125
0.000000425	0.00000046566128730773928125	0.0000000232830643653869640625	0.0000000232830643653869640625	0.0000000232830643653869640625	0.0000000232830643653869640625
0.00000025	0.000000232830643653869640625	0.00000001164153218269348203125	0.00000001164153218269348203125	0.00000001164153218269348203125	0.00000001164153218269348203125
0.00000015	0.0000001164153218269348203125	0.000000005820766091346741015625	0.000000005820766091346741015625	0.000000005820766091346741015625	0.000000005820766091346741015625
0.000000075	0.00000005820766091346741015625	0.0000000029103830456733705078125	0.0000000029103830456733705078125	0.0000000029103830456733705078125	0.0000000029103830456733705078125
0.0000000425	0.000000029103830456733705078125	0.00000000145519152283668525390625	0.00000000145519152283668525390625	0.00000000145519152283668525390625	0.00000000145519152283668525390625
0.000000025	0.0000000145519152283668525390625	0.000000000727595761418342626953125	0.000000000727595761418342626953125	0.000000000727595761418342626953125	0.000000000727595761418342626953125
0.000000015	0.00000000727595761418342626953125	0.0000000003637978807091713134765625	0.0000000003637978807091713134765625	0.0000000003637978807091713134765625	0.0000000003637978807091713134765625
0.0000000075	0.000000003637978807091713134765625	0.00000000018189894035458565673828125	0.00000000018189894035458565673828125	0.00000000018189894035458565673828125	0.00000000018189894035458565673828125
0.00000000425	0.0000000018189894035458565673828125	0.000000000090949470177292828369140625	0.000000000090949470177292828369140625	0.000000000090949470177292828369140625	0.000000000090949470177292828369140625
0.0000000025	0.00000000090949470177292828369140625	0.00000000004547473508864641418342626953125	0.00000000004547473508864641418342626953125	0.00000000004547473508864641418342626953125	0.00000000004547473508864641418342626953125
0.0000000015	0.0000000004547473508864641418342626953125	0.000000000022737367544323207091713134765625	0.000000000022737367544323207091713134765625	0.000000000022737367544323207091713134765625	0.000000000022737367544323207091713134765625
0.00000000075	0.00000000022737367544323207091713134765625	0.0000000000113686837721616035458565673828125	0.0000000000113686837721616035458565673828125	0.0000000000113686837721616035458565673828125	0.0000000000113686837721616035458565673828125
0.000000000425	0.000000000113686837721616035458565673828125	0.000000000005684341886080177292828369140625	0.000000000005684341886080177292828369140625	0.000000000005684341886080177292828369140625	0.000000000005684341886080177292828369140625
0.00000000025	0.00000000005684341886080177292828369140625	0.000000000002842170943040088641418342626953125	0.000000000002842170943040088641418342626953125	0.000000000002842170943040088641418342626953125	0.000000000002842170943040088641418342626953125
0.00000000015	0.00000000002842170943040088641418342626953125	0.000000000001421085471520044323207091713134765625	0.000000000001421085471520044323207091713134765625	0.000000000001421085471520044323207091713134765625	0.000000000001421085471520044323207091713134765625
0.000000000075	0.00000000001421085471520044323207091713134765625	0.0000000000007105427357600221616035458565673828125	0.0000000000007105427357600221616035458565673828125	0.0000000000007105427357600221616035458565673828125	0.0000000000007105427357600221616035458565673828125
0.0000000000425	0.000000000007105427357600221616035458565673828125	0.000000000000355271367880011080177292828369140625	0.000000000000355271367880011080177292828369140625	0.000000000000355271367880011080177292828369140625	0.000000000000355271367880011080177292828369140625
0.000000000025	0.00000000000355271367880011080177292828369140625	0.000000000000177635683940005526369140625	0.000000000000177635683940005526369140625	0.000000000000177635683940005526369140625	0.000000000000177635683940005526369140625
0.000000000015	0.00000000000177635683940005526369140625	0.00000000000008881784197000276334695761418342626953125	0.00000000000008881784197000276334695761418342626953125	0.00000000000008881784197000276334695761418342626953125	0.00000000000008881784197000276334695761418342626953125
0.0000000000075	0.0000000000008881784197000276334695761418342626953125	0.0000000000000444089209850013816730761418342626953125	0.0000000000000444089209850013816730761418342626953125	0.0000000000000444089209850013816730761418342626953125	0.0000000000000444089209850013816730761418342626953125
0.00000000000425	0.000000000000444089209850013816730761418342626953125	0.0000000000000222044604925000690865380761418342626953125	0.0000000000000222044604925000690865380761418342626953125	0.0000000000000222044604925000690865380761418342626953125	0.0000000000000222044604925000690865380761418342626953125
0.0000000000025	0.000000000000222044604925000690865380761418342626953125	0.0000000000000111022302462500345432690380761418342626953125	0.0000000000000111022302462500345432690380761418342626953125	0.0000000000000111022302462500345432690380761418342626953125	0.0000000000000111022302462500345432690380761418342626953125
0.0000000000015	0.000000000000111022302462500345432690380761418342626953125	0.00000000000000555111512312500172716345190380761418342626953125	0.00000000000000555111512312500172716345190380761418342626953125	0.00000000000000555111512312500172716345190380761418342626953125	0.00000000000000555111512312500172716345190380761418342626953125
0.00000000000075	0.0000000000000555111512312500172716345190380761418342626953125	0.000000000000002775557561562500086358172595190380761418342626953125	0.000000000000002775557561562500086358172595190380761418342626953125	0.000000000000002775557561562500086358172595190380761418342626953125	0.000000000000002775557561562500086358172595190380761418342626953125
0.000000000000425	0.00000000000002775557561562500086358172595190380761418342626953125	0.0000000000000013877787807812500043179086297595190380761418342626953125	0.0000000000000013877787807812500043179086297595190380761418342626953125	0.0000000000000013877787807812500043179086297595190380761418342626953125	0.0000000000000013877787807812500043179086297595190380761418342626953125
0.00000000000025	0.000000000000013877787807812500043179086297595190380761418342626953125	0.0000000000000006938893903906250002158954314297595190380761418342626953125	0.0000000000000006938893903906250002158954314297595190380761418342626953125	0.0000000000000006938893903906250002158954314297595190380761418342626953125	0.0000000000000006938893903906250002158954314297595190380761418342626953125
0.00000000000015	0.000000000000006938893903906250002158954314297595190380761418342626953125	0.0000000000000003469446951953125000107947715714297595190380761418342626953125	0.0000000000000003469446951953125000107947715714297595190380761418342626953125	0.0000000000000003469446951953125000107947715714297595190380761418342626953125	0.0000000000000003469446951953125000107947715714297595190380761418342626953125
0.000000000000075	0.000000000000003469446951953125000107947715714297595190380761418342626953125	0.0000000000000001734723475976562500005397385785714297595190380761418342626953125	0.00000000000000017347234759765625000053973857857142975951903807614183		



**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO**

TÍTULO: DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO  
 TEMA: MÉTODO NORMAL COMPACTADO DE UN AGREGADO FINO EN SU ESTADO NATURAL CONFORME A LA NORMA PERUANA DE LA COMISIÓN NACIONAL Y CONFORME A LA NORMA DE CALIDAD DE APROXIMACIÓN  
 CURSO: CIVIL  
 CATEDRA: MECÁNICA DE SUELOS  
 MATERIA: MECÁNICA DE SUELOS  
 SEMESTRE: 2018-2019

**PESO UNITARIO BUELTO**

Grupos #	01	02	03
Peso de molde + muestra	3993	4080	4100
Peso de molde	3901	3921	3900
Peso de muestra	992	1159	1200
Volumen de molde	2700	2700	2700
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	367	430	444
Peso unitario prom. (kg/m <sup>3</sup> )	414		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	104		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Grupos #	01	02	03
Peso de molde + muestra	3191	3190	3200
Peso de molde	3101	3101	3100
Peso de muestra	990	1089	1100
Volumen de molde	2700	2700	2700
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	367	400	407
Peso unitario prom. (kg/m <sup>3</sup> )	375		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	122		


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
 Ing. Jorge Martínez Rojas  
 2018



# UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

### CONTENIDO DE HUMEDAD AREGADO (MS) (LÍNEA 20.2)

NOMBRE: BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL  
 INSTITUCIÓN: INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO RIVERA PÉREZ, PUNTA BLANCA, TAMBORA, HUANCA  
 COMBINACIONES: 100% (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O)  
 CLASE: 100% (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O)  
 CATEDRA: 100% (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O)  
 MATERIA: 100% (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O)  
 FECHA: 100% (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O) (100% H<sub>2</sub>O)

PRUEBA Nº	W	w
100% (100% H <sub>2</sub> O)		
100% (100% H <sub>2</sub> O)	895.8	895.2
100% (100% H <sub>2</sub> O)	895.8	895.2
100% (100% H <sub>2</sub> O)	0	0
100% (100% H <sub>2</sub> O)	204.4	204.2
100% (100% H <sub>2</sub> O)	680.2	680.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.60	0.61
FORM. TAREAS Y CONTROL DE CALIDAD		0.60


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
 Ing. JORGE ANTONIO RIVERA PÉREZ  
 I.C.T.



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

FECHA: 04/11/2014  
 TÍTULO: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTAR DE CEMENTO Y AGREGADO FINO  
 COORDINADOR: RAFAEL ALVARO DELA CRUZ  
 ASISTENTE: JESSICA  
 MATERIA: MECÁNICA DE SUELOS  
 ESTADO: INICIAL

A	Peso del molde (g)	500.00	500.00
B	Peso del molde + agua (g)	892.70	892.70
C	Volumen de agua (cc)	892.70	892.70
D	Peso del molde + agregado (g)	868.10	868.10
E	Mostrador de agua (cc)	114.60	114.60
F	Mostrador de agua (g)	298.10	298.10
G	Mostrador de agua (cc)	113.70	113.70
H	Peso del molde (g)	2.010	2.010
I	Peso del molde (g)	2.010	2.010
J	Peso del molde (g)	2.010	2.010
K	Mostrador de agua (g)	0.20	0.20

P.s. Bulk (Base Seca) = 2.610  
 P.s. Bulk (Base Saturada) = 2.610  
 P.s. Aparente (Base Seca) = 2.601  
 Absorción (%) = 6.30



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
 Ing. Jorge Luis Rojas  
 M.Sc.



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO  
(N°1 MC 1950)**

- SOLICITA:** | BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL JORGE BERNIERI  
**TÍTULO:** | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO FICHADO CON SU SUSTITUCIÓN AL CEMENTO POR LA  
 LUBRIFICACIÓN DE LOS PULVERES PLUMAS DE LA CURCUMA LA HERRERA Y LOS POLVOZOS LUBRICANTES CEMENTOS DE ABRIL  
**FECH:**  
**LUGAR:** | CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SWIFT - PERÚ  
**CANTÓN:** | VECIND  
**MATERIAL:** | ARENA DE MAR  
**FECHA:** | 11/02/2018

TAMIZ	APERTURA	Peso Retenido	% Ret. Pesar	% Ret. Acum.	% Pasar Acum.
N° 2	84.14	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 7.5	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 20	75.00	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 30	47.50	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 40	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 50	30.00	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 60	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 75	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 84	15.00	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 100	15.00	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 150	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 200	7.50	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 250	6.00	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 300	5.00	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 350	4.25	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 425	3.75	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 600	2.50	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 750	2.00	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 1000	1.50	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 1500	1.00	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 2000	0.75	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 2500	0.60	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 3000	0.50	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 3500	0.425	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4250	0.375	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 5000	0.300	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 6000	0.250	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 7500	0.1875	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 10000	0.150	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 15000	0.100	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 20000	0.075	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 25000	0.060	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 30000	0.050	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 35000	0.0425	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 42500	0.0375	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 50000	0.0300	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 60000	0.0250	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 75000	0.01875	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 100000	0.0150	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 150000	0.0100	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 200000	0.0075	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 250000	0.0060	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 300000	0.0050	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 350000	0.00425	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 425000	0.00375	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 500000	0.00300	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 600000	0.00250	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 750000	0.001875	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 1000000	0.00150	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 1500000	0.00100	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 2000000	0.00075	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 2500000	0.00060	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 3000000	0.00050	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 3500000	0.000425	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4250000	0.000375	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 5000000	0.000300	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 6000000	0.000250	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 7500000	0.0001875	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 10000000	0.000150	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 15000000	0.000100	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 20000000	0.000075	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 25000000	0.000060	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 30000000	0.000050	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 35000000	0.0000425	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 42500000	0.0000375	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 50000000	0.0000300	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 60000000	0.0000250	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 75000000	0.00001875	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 100000000	0.0000150	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 150000000	0.0000100	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 200000000	0.0000075	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 250000000	0.0000060	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 300000000	0.0000050	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 350000000	0.00000425	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 425000000	0.00000375	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 500000000	0.00000300	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 600000000	0.00000250	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 750000000	0.000001875	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 1000000000	0.00000150	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 1500000000	0.00000100	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 2000000000	0.00000075	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 2500000000	0.00000060	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 3000000000	0.00000050	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 3500000000	0.000000425	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4250000000	0.000000375	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 5000000000	0.000000300	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 6000000000	0.000000250	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 7500000000	0.0000001875	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 10000000000	0.000000150	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 15000000000	0.000000100	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 20000000000	0.000000075	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 25000000000	0.000000060	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 30000000000	0.000000050	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 35000000000	0.0000000425	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 42500000000	0.0000000375	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 50000000000	0.0000000300	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 60000000000	0.0000000250	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 75000000000	0.00000001875	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 100000000000	0.0000000150	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 150000000000	0.0000000100	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 200000000000	0.0000000075	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 250000000000	0.0000000060	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 300000000000	0.0000000050	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 350000000000	0.00000000425	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 425000000000	0.00000000375	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 500000000000	0.00000000300	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 600000000000	0.00000000250	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 750000000000	0.000000001875	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 1000000000000	0.00000000150	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 1500000000000	0.00000000100	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 2000000000000	0.00000000075	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 2500000000000	0.00000000060	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 3000000000000	0.00000000050	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 3500000000000	0.000000000425	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4250000000000	0.000000000375	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 5000000000000	0.000000000300	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 6000000000000	0.000000000250	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 7500000000000	0.0000000001875	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 10000000000000	0.000000000150	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 15000000000000	0.000000000100	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 20000000000000	0.000000000075	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 25000000000000	0.000000000060	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 30000000000000	0.000000000050	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 35000000000000	0.0000000000425	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 42500000000000	0.0000000000375	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 50000000000000	0.0000000000300	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 60000000000000	0.0000000000250	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 75000000000000	0.00000000001875	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 100000000000000	0.0000000000150	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 150000000000000	0.0000000000100	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 200000000000000	0.0000000000075	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 250000000000000	0.0000000000060	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 300000000000000	0.0000000000050	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 350000000000000	0.00000000000425	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 425000000000000	0.00000000000375	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 500000000000000	0.00000000000300	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 600000000000000	0.00000000000250	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 750000000000000	0.000000000001875	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 1000000000000000	0.00000000000150	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 1500000000000000	0.00000000000100	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 2000000000000000	0.00000000000075	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 2500000000000000	0.00000000000060	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 3000000000000000	0.00000000000050	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 3500000000000000	0.000000000000425	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4250000000000000	0.000000000000375	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 5000000000000000	0.000000000000300	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 6000000000000000	0.000000000000250	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 7500000000000000	0.0000000000001875	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 10000000000000000	0.000000000000150	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 15000000000000000	0.000000000000100	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 20000000000000000	0.000000000000075	0.0	0.0	0.0	10



**AIRE ATRAPADO PATRON**

**SOLICITA :** BACH. MATIENZO VAGUÑA JORGE GERMAN  
**TESIS :** RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO FC=210 KG/CM<sup>2</sup> SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE UN 5% POR POLVO DE LA CONCHA DE ABANICO Y 12% POR LAS GENIZAS DE CASCARA DE ARROZ 2017  
**LUGAR :** CHIMBOI E - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
**FECHA :** 18/08/2016

CONTENIDO DE AIRE : CONCRETO PATRON Y RELACION A/E 0.884

Ensayo N°	01	02	03
CONTENIDO DE AIRE (%)	2	2.1	1.9
PROM. DE CONTENIDO DE AIRE (%)	2.00		

**ESPECIFICACIONES :** El ensayo corresponde a la norma de diseño NTP 338.036

**NOTA :** La muestra fue realizada por el interesado en este laboratorio

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
 Ing. Jorge Matienzo Vaguña  
 Director



**AIRE ATRAPADO - EXPERIMENTAL**

SOLICITA : BACH. MATIENZO MAQUIÑA JORGE GERMAN  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $FC=210 \text{ KG/CM}^2$  SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE UN 8% POR POLVO DE LA CONCHA DE  
 ABANICO Y 12% POR LAS CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ-2011  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 FECHA : 18/08/2011

CONTENIDO DE AIRE : CONCRETO EXPERIMENTAL Y RELACION A/C 0.679

Ensayo N°	01	02	03
CONTENIDO DE AIRE (%)	1.8	1.7	1.9
PROM. DE CONTENIDO DE AIRE (%)	1.60		

ESPECIFICACIONES : El ensayo corresponde a la norma de diseño NTP 336.036

NOTA : La muestra fue realizada por el interesado en este laboratorio

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
 ING. Jorge Maquiña  
 18/08/2011







**PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO PATRON**

SOLICITA : BACH. MATIENZO MAGUIÑA JORGE GERMAN  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO FC=210 KG/CM<sup>2</sup> SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE UN 8% POR POLVO DE LA CONCAR DE  
 ADAMCO Y 12% POR LAS CENZAS DE CAZCARA DE ARROZ 2017  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 FECHA : 18/09/2017

**PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO CON TIPO DE CEMENTO TIPO I**

Ensayo N°	01	02
Peso de molde + muestra	21.80	21.80
Peso de molde	3.425	3.425
Peso de muestra	18.38	18.375
Vol. De 1/4 pie 3 a m <sup>3</sup>	0.007024	0.007024
Peso unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	2678	2616
Peso unitario prom. [Kg/m <sup>3</sup> ]	2648	

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño NPT 339.045

NOTA: La muestra fueron realizadas por el interesado en este laboratorio.

  
 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
 Ing. Jorge Matienzo Maguiña  
 18/09/2017



**PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO EXPERIMENTAL 10%**

SOLICITA: BACH. WATIBENZO MAGUIÑA JORGE GERMAN  
 TEMA: RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $F_{CD}=310 \text{ KG/CM}^2$  SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE UN 8% POR POLVO DE LA CONCHA DE ABANICO Y 12% POR LAS CENZAS DE CASCARA DE ARROZ 2017  
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 FECHA: 18/08/2017

**PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO CON TIPO DE CEMENTO TIPO I**

Ensayo N°	01	02
Peso de molde + muestra	22.00	22.00
Peso de molde	3.425	3.425
Peso de muestra	18.58	18.575
Vol. De 1/4 pie 3 a m3	0.007024	0.007024
Peso unitario (Kg/m3)	2645	2645
Peso unitario prom. (Kg/m3)	2645	

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño NPT 339.048

NOTA: La muestra fueron realizadas por el interesado en este laboratorio


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
 WATIBENZO MAGUIÑA JORGE GERMAN  
 Ing. Jorge Watibenzo Maguiña



# **ANEXO N°2**

## **ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL**



Trujillo, 30 de Mayo del 2017

**INFORME N° 70 - MAY 17**

Solicitante: Matienzo Manguifa Jorge - Universidad San Pedro

RUC/DNI: .....

Supervisor: .....

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

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CAM-70M	27.5 mg	-----

**2. ENSAYOS A APLICAR**

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

**3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 - 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 27.5 mg.

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

Ing. Danny Chávez Novoa  
Ing. Danny Chávez Novoa



Danny M. Chávez Novoa  
ING. MATERIALES  
R. P. R.

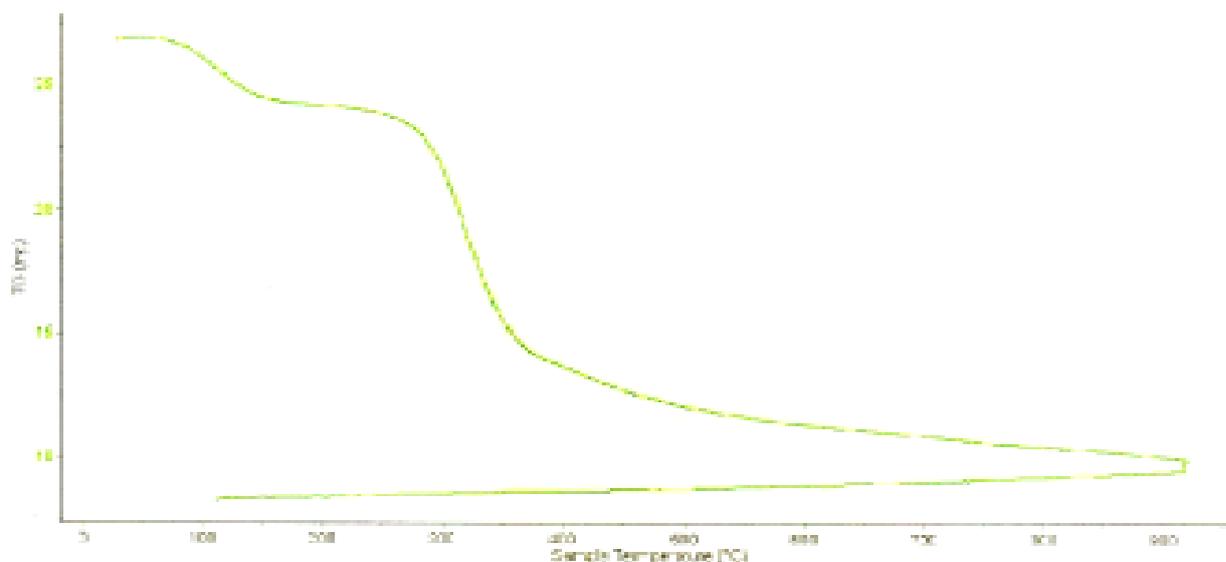


Trujillo, 30 de Mayo del 2017

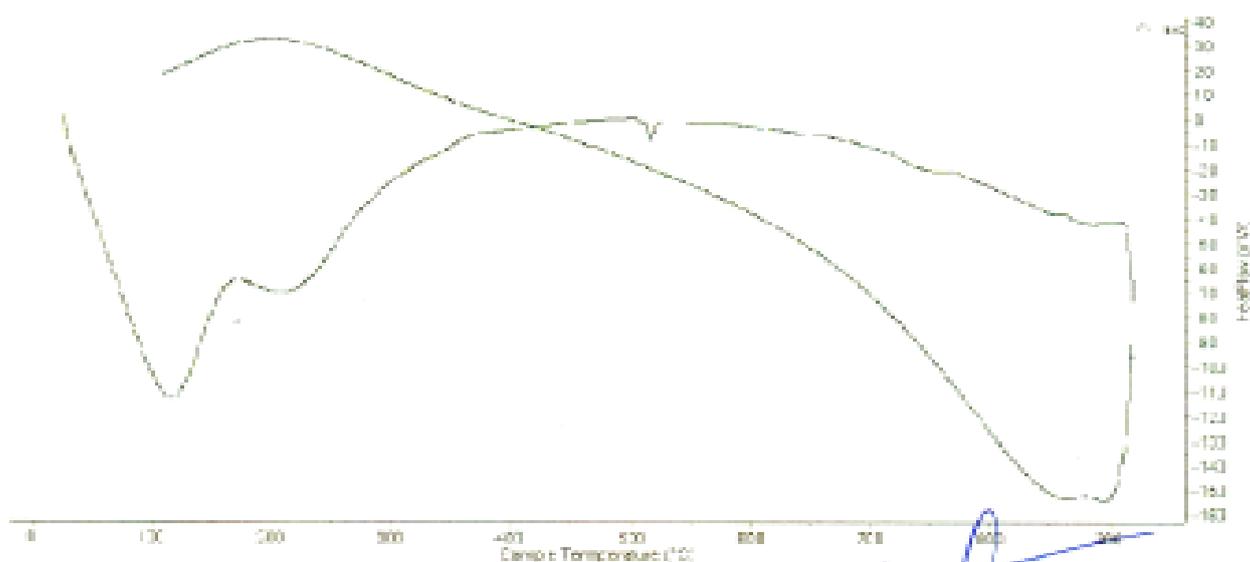
INFORME N° 70 - MAY 17

#### 4. Resultados:

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



##### II- Curva Calorimétrica ATD



*[Signature]*  
Denny M. Guerrero Muro  
ING. MATERIALES  
M. Sc. R. Muro



Trujillo, 30 de Mayo del 2017

INFORME N° 70 - MAY 17

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la pérdida de masa en función a la temperatura indicando dos pérdidas más pronunciadas en los siguientes rangos de temperatura entre 80 y 120°C y entre 270 y 350°C, el material llega a perder un aproximado de 55 % de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmica a aproximadamente 110°C y a 205°C, posteriormente se muestra un pico endotérmico ligero a aproximadamente a 510°C lo que podría demostrar posibilidad de existir algún cambio estructural del material.

Trujillo, 30 de Mayo del 2017



*[Handwritten signature in blue ink]*

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

*[Handwritten signature in blue ink]*  
DANNY M. CHÁVEZ NOVOA  
ING. MATERIALES



Trujillo, 05 de junio del 2017

INFORME N° 76 - JUN 17

Solicitante: Matienzo Maguilla Jorge - Universidad San Pedro

RUC/DNI: .....

Supervisor: .....

1. MUESTRA: Corcho de abanico (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-76J	27.3 mg	.....

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 1000 °C.
- Masa de muestra analizada: 27.3 mg.



Danny M. Chávez Novoa

Jefe de Laboratorio:  
Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa  
Ing. Danny Chávez Novoa





Trujillo, 05 Junio del 2017

INFORME N° 76 - JUN 17

## 5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termogravimétrico se muestra una estabilidad térmica de hasta 700°C, lo que indica que la pérdida de masa en función a la temperatura no es muy significativa; y a partir esta temperatura el material comienza a descomponerse generando una significativa pérdida de masa hasta los 920°C en donde el material llega a perder un total de 43% de masa respecto al inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmica a aproximadamente 120°C y 205°C, posteriormente un gran pico endotérmico a 890°C lo que podría demostrar gran posibilidad de existir cambio estructural del material.

Trujillo, 05 de Junio del 2017



*[Handwritten signature]*  
Dany M. Chávez Novoa

Ing. Dany Meías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polímeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNI

# **ANEXO N°3**

## **COMPOSICION QUIMICA DE LOS MATERIALES**



Informe N°42-LAQ/2017

Análisis de ceniza de cáscara de arroz por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de cáscara de arroz a pedido del Sr. Matienzo Magaña, Jorge Germán, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbozo, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**"Resistencia a la compresión del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución del cemento por la combinación de 8% de coque de shanico y 12% por cenizas de cáscara de arroz?"**

La muestra está en forma de grano fino y de color gris oscuro.

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  $\mu\text{A}$ . Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de  $45^\circ$ ; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm. 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 1800 cts/s.

Esta técnica 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 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 Ga 36 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo K 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 continuo 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 dispersados de oro por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

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

#### Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de cáscara de arroz. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en 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.

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 y luego se normalizan para dar un total de 100%. Debe recalarse que la técnica da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.



# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

### Laboratorio de Arqueometría

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

Óxido	% masa	Normalizado
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.094	2.241
SiO <sub>2</sub>	120.776	87.465
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.714	1.241
SO <sub>3</sub>	1.196	0.866
ClO <sub>2</sub>	2.381	1.724
K <sub>2</sub> O	5.346	3.872
CaO	1.168	0.846
TiO <sub>2</sub>	0.050	0.036
MnO	0.043	0.031
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.187	1.584
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.008	0.006
CuO	0.016	0.012
ZnO	0.023	0.016
Rb <sub>2</sub> O	0.004	0.003
SrO	0.004	0.003
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.002	0.001
ZrO <sub>2</sub>	0.002	0.001
BaO	0.060	0.043
Totales	138.079	100.00

La suma en términos de contenido de óxidos resulta bastante mayor que 100%. Indicando que la ceniza contiene compuestos diferentes que óxidos, por ejemplo carbonatos, y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para aclarar esta situación se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra.



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

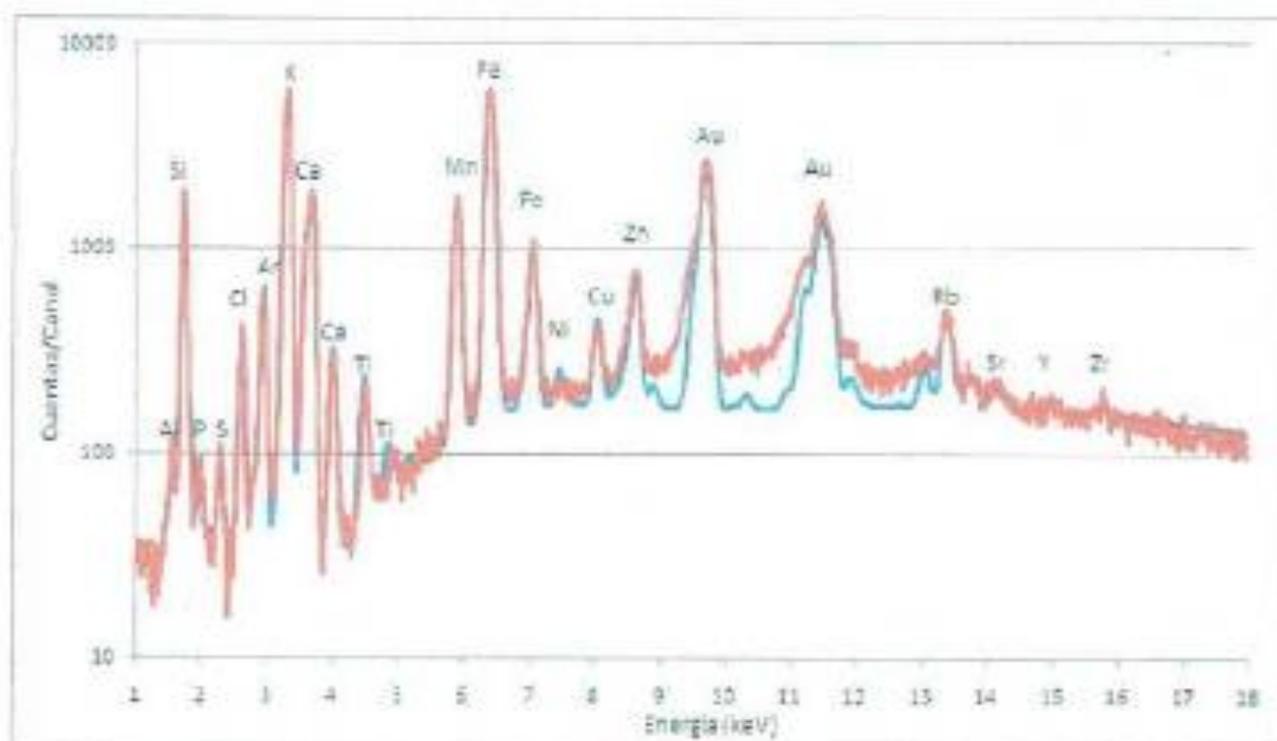


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de ceniza de cáscara de arroz en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 09 de setiembre del 2017



Informe N°40-LAQ/2017

Análisis de una muestra de concha de abanico por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de concha de abanico a pedido del Sr. Matías Magaña, Jorge Germán, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulado:

“Resistencia a la compresión del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por la combinación de 8% de concha de abanico y 12% por las cenizas de escoria de hierro”

La muestra está en forma de grano fino de color blanco.

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  $\mu\text{A}$ . Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alfiler de 45°, distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm. 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 4500 cts/s.

Esta técnica 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 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 0a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo K 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: un componente continuo que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la



# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

### Laboratorio de Arqueometría

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

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

#### Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de cáscara de maíz. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de las tres muestras. 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 y luego se normalizan para dar un total de 100%. Debe recalarse que la técnica da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.



Tabla 1. Composición elemental de la muestra de polvo de concha de abanico en % de masa.

Óxido	% masa	Normalizado
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.470	15.477
SiO <sub>2</sub>	9.428	10.084
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.139	0.149
SO <sub>2</sub>	0.962	1.029
ClO <sub>2</sub>	0.039	0.042
K <sub>2</sub> O	0.015	0.016
CaO	68.267	73.014
TiO <sub>2</sub>	0.033	0.035
MnO	0.004	0.004
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.007	0.007
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.005	0.005
CuO	0.005	0.005
ZnO	0.004	0.003
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.007	0.007
Rb <sub>2</sub> O	0.002	0.002
SrO	0.106	0.314
ZrO <sub>2</sub>	0.003	0.003
Totales	93.498	100.00

La suma en términos de contenido de óxidos es algo menor que 100% indicando que puede haber compuestos de Na y/o Mg que no se han detectado por esta técnica y/o la ceniza contiene compuestos diferentes que óxidos, por ejemplo carbonatos, y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para aclarar esta situación se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra.



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

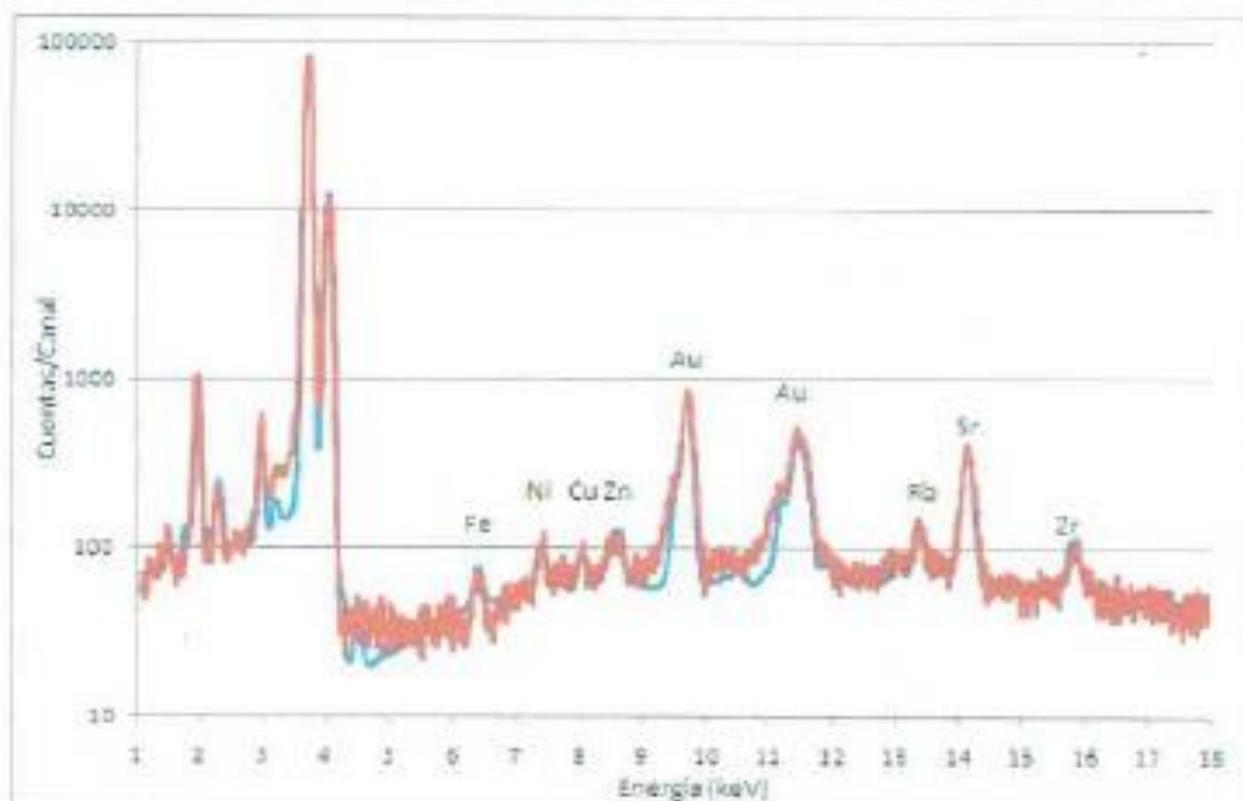


Figura 1. Espectro de ERXDE de una muestra de polvo de concha de abanico en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 09 de setiembre del 2017

# **ANEXO N°4**

## **ALCALINIDAD DE LOS MATERIALES**



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS  
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

**“COLECBI” S.A.C.**

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL - FRENTE 1

**INFORME DE ENSAYO N° 20170509-012**

04/11/17

SOLICITADO POR: JORGE GERMAN MARIENZO MAGUIÑA  
DIRECCIÓN: Jr. Carrizón de la Vega 704 Chimbote  
PRODUCTO DECLARADO: ABAJO INDICADOS  
CANTIDAD DE MUESTRA: 34 muestras  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA: En bolsa de papel octado  
FECHA DE RECEPCIÓN: 2017-05-08  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO: 2017-05-08  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO: 2017-05-10  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA: En buen estado  
ENSAYOS REALIZADOS EN: Laboratorio de Fisico Químico  
CÓDIGO COLECBI: 0017000-10

**RESULTADOR**

MUESTRA	ENSAYO
	pH
Cemento (C)	14,40
Polvo de Cochén de Abasco (PGA)	13,35
Conizas de Cáscara de Arroz (CCA)	11,35
80% (C) + 8% (PGA) + 12% (CCM)	14,35

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

pH: Potenciométrico.

**NOTA:**

- Integridad ensayo en todo su totalidad, resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Este resultado de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

CRUCE de Emisión: Nuevo Chimbote, Junio 16 del 2017.

DV7/ma

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

COLECBI S.A.C.  
04/11/17  
FOLIO 025/1133

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE RESULTADO  
SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - LL 7 - Elasca - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043-310752  
Nextel: 839\*2893 - RPM: 902893 - Apartado 127  
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medicambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
Web: www.colecbi.com

**ANEXO N°5**  
**PANEL FOTOGRAFICO**

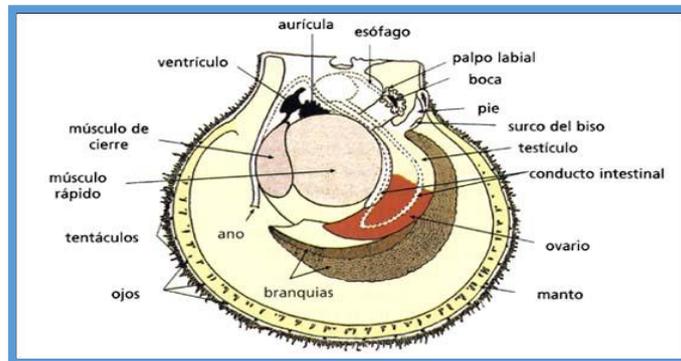
**MATERIALES A SUSTITUIR POR EL CEMENTO:**

**CASCARA DE ARROZ:**



**FIGURA N°1: CASCARA DE ARROZ (PAG. 13)**

**CONCHA DE ABANICO:**



**FIGURA N°2: CONCHA DE ABANICO (PAG. 18)**

**EXTRACCION DE AGREGADOS:**

**AGREGADO FINO:**



**FIGURA N°3: RECOLECCION DEL AGREGADO FINO DE LA CANTERA “VESIQUE” (PAG. 25)**

**AGREGADO GRUESO:**



**FIGURA N°4: RECOLECCION DEL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA “SAMANCO” (PAG. 25)**

**TRATAMIENTO DE MATERIALES PARA SUSTITUCION:**

**CONCHA DE ABANICO:**



**FIGURA N°5: CONCHAS DE ABANICO LIMPIAS Y SECADAS A CIELO ABIERTO (PAG. 25)**



**FIGURA N°6: ENSAYO DE ATD DE LA CONCHA DE ABANICO (PAG. 25)**



**FIGURA N°7: MUESTRA ANTES DE CALCINAR (PAG. 26)**



**FIGURA N°8: MUESTRA DESPUÉS DE CALCINAR (PAG. 26)**

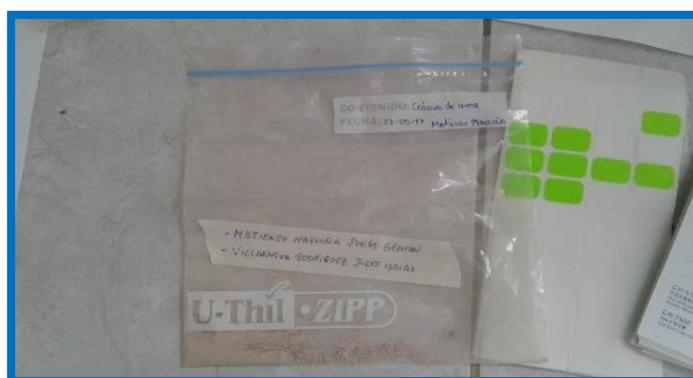
### **CASCARA DE ARROZ:**



**FIGURA N°9: OBTENCIÓN DE LA CASCARA DE ARROZ (PAG. 26)**



**FIGURA N°10: LIMPIEZA DE LA CASCARA DE ARROZ (PAG. 26)**



**FIGURA N°11: MUESTRA DE CASCARA DE ARROZ PESADA Y ENVIADA A REALIZAR ENSAYO DE ATD (PAG. 26)**



**FIGURA N°12: CASCARA DE ARROZ INICIANDO EL PRE-QUEMADO (PAG. 26)**



**FIGURA N°13: CASCARA DE ARROZ AL TÉRMINO DEL PRE-QUEMADO (PAG. 26)**



**FIGURA N°14: MUESTRA DE CASCARA DE ARROZ PUESTA A CALCINAR (PAG. 27)**

**ENSAYO DE AGREGADOS EN LABORATORIO:**

**AGREGADO FINO:**

**PESO UNITARIO SUELTO:**



**FIGURA N°15: LA ARENA SE DEJA CAER A CIERTA ALTURA SIN COMPACTAR, ENRASANDO Y PESANDO LA MUESTRA (PAG. 27)**

**PESO UNITARIO COMPACTADO:**



**FIGURA N°16 – N°17: LA ARENA SE DEJA CAER A CIERTA ALTURA COMPACTANDO Y CHUCEANDO EN TRES CAPAS IGUALES, ENRASANDO Y PESANDO LA MUESTRA (PAG. 27)**

**CONTENIDO DE HUMEDAD:**





**FIGURA N°18 – N°19: SE PASA A REALIZAR EL CUARTEO DEL MATERIAL, PESADO Y POSTERIORMENTE TOMAR LAS MUESTRAS PARA LLEVARLAS AL HORNO (PAG. 27)**

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION:**



**FIGURA N°20: SE PASA HACER EL LAVADO DE LA ARENA (PAG. 27)**





**FIGURA N°21 – N°22: LUEGO SE PASA A SECAR LA ARENA Y POSTERIORMENTE REALIZAR LOS ENSAYOS CON LA FIOLA Y TOMAR SU PESO (PAG. 27)**

**GRANULOMETRIA:**



**FIGURA N°23: DEL CUARTEO REALIZADO SE TOMA UNA MUESTRA DE ARENA Y SE PASA A REALIZAR LA GRANULOMETRÍA, TOMANDO LOS PESOS RETENIDOS EN CADA MALLA (PAG. 27)**

**AGREGADO GRUESO:**

**PESO UNITARIO SUELTO:**





**FIGURA N°24 – N°25: LA PIEDRA SE DEJA CAER A CIERTA ALTURA SIN COMPACTAR, ENRASANDO Y PESANDO LA MUESTRA (PAG. 27)**

**PESO UNITARIO COMPACTADO:**



**FIGURA N°26: LA PIEDRA SE DEJA CAER A CIERTA ALTURA COMPACTANDO Y CHUCEANDO EN TRES CAPAS IGUALES, ENRASANDO Y PESANDO LA MUESTRA (PAG. 27)**



**FIGURA N°27: LA PIEDRA SE DEJA CAER A CIERTA ALTURA COMPACTANDO Y CHUCEANDO EN TRES CAPAS IGUALES, ENRASANDO Y PESANDO LA MUESTRA (PAG. 27)**

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION:**



**FIGURA N°28: LA PIEDRA ES LAVADA Y SECADA (PAG. 27)**

**CONTENIDO DE HUMEDAD:**



**FIGURA N°29: LA PIEDRA ES LLEVADA AL HORNO PARA SU SECADO (PAG. 27)**

**GRANULOMETRIA:**





**FIGURA N°30 – N°31: DEL CUARTEO REALIZADO SE TOMA UNA MUESTRA DE PIEDRA Y SE PASA A REALIZAR LA GRANULOMETRÍA, TOMANDO LOS PESOS RETENIDOS EN CADA MALLA (PAG. 27)**

**ELABORACION DE PROBETAS DE CONCRETO:**

**PROBETAS DE CONCRETO PATRON:**

**PESADO DE LOS AGREGADOS:**



**FIGURA N°32: PESADO DE AGREGADOS GRUESO (PAG. 27)**



**FIGURA N°33: PESADO DE AGREGADOS FINO (PAG. 27)**

**MEZCLADO:**



**FIGURA N°34 – N°35: ELABORACIÓN DE LA MEZCLA PATRÓN (PAG. 27)**

**SLUMP:**



**FIGURA N°36: ELABORACIÓN DEL SLUMP PARA LA MEZCLA PATRÓN (PAG. 27)**

**VACEADO, CHUCEADO Y ENRASADO:**



**FIGURA N°37 – N°38: VACEADO Y CHUCEADO DE PROBETAS PATRONES (PAG. 27)**

**DESENCOFRADO DE PROBETAS:**



**FIGURA N°39: DESENCOFRADO DE PROBETAS (PAG. 27)**



**FIGURA N°40: PESADO DE PROBETAS (PAG. 27)**

**PROBETAS DE CONCRETO EXPERIMENTAL:**

**PESADO DE LOS AGREGADOS:**



**FIGURA N°41: PESADO DE CEMENTO (PAG. 27)**



**FIGURA N°42: PESADO DE AGREGADOS FINO (PAG. 27)**

**COMBINACION DE CEMENTO CON MATERIALES DE SUSTITUCION:**



**FIGURA N°43 – N°44: COMBINACIÓN DE CEMENTO CON EL POLVO DE LA CONCHA DE ABANICO Y LAS CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ (PAG. 27)**

**MEZCLADO:**



**FIGURA N°45: MEZCLADO DE CONCRETO EXPERIMENTAL (PAG. 27)**

**SLUMP:**



**FIGURA N°46 – N°47: ELABORACIÓN DEL SLUMP PARA LA MEZCLA EXPERIMENTAL (PAG. 27)**

**VACEADO, CHUCEADO Y ENRASADO:**





**FIGURA N°48 – N°49: LLENADO DE LAS PROBETAS EXPERIMENTALES (PAG. 27)**

**DESCENCOFRADO DE PROBETAS:**



**FIGURA N°50: PESADO DE PROBETAS EXPERIMENTALES (PAG. 27)**