

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



**Resistencia del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por la combinación de 8% de cenizas de cebada y 24% de polvo de *Argopecten Purpuratus* (concha de abanico), Ancash-2020.**

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

**Autor**

Guimaray Carranza, Junior Ezthanley

**Asesor**

Urrutia Vargas, Segundo

Chimbote – Perú

2020

**Palabras claves**

Tema	Resistencia de Concreto
Especialidad	Tecnología de concreto

**Key words**

Topic	Concrete strength
Specialization	Concrete technology

**Línea de investigación**

Línea de investigación	Construcción y gestión de la construcción
OCDE	Ingeniería civil Ingeniería y tecnología Ingeniería de la construcción

## **Titulo**

Resistencia del concreto  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por la combinación de 8% de cenizas de cebada y 24% de polvo de *Argopecten Purpuratus* (concha de abanico), Ancash-2020.

## Resumen

En la presente investigación científica experimental, se evaluó el efecto sustituyente de materiales alternativos, que al combinarlos aumentó; ligeramente, pero de manera satisfactoria, su resistencia de un concreto.

Dicha investigación presentó en los materiales sustituyentes, pérdidas de masa y calorimetría a través de análisis térmico diferencial (ATD), composición química a través del ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX), su alcalinidad hallando su pH y su distribución de la combinación de 8% de cenizas de cebada y 24% de polvo de *Argopecten Purpuratus*, que por los análisis demuestra su contenido puzolánico.

Obteniendo así la resistencia a la compresión axial de las probetas de concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y las experimentales que sustituyen al cemento por la combinación de 8% cenizas de cebada y 24% de polvo de *Argopecten Purpuratus* (concha de abanico)

En el análisis de alcalinidad de la materia orgánica alternativas (cebada y concha de abanico) se obtuvo un  $\text{pH} = 12.21$  siendo muy fuertemente alcalina.

La composición química de la cebada muestra un alto contenido de dióxido de Silicio = 80.635% y en la concha de abanico presenta alto óxido de calcio = 88.115% y que al sustituir al cemento por la combinación distribuida de 3% de cenizas de cebada + 9% de polvo de concha de abanico, obteniendo una resistencia a los: 7 días, 75.11%, 14 días 86.14% y 28 días 102.81; y 5% de cenizas de cebada + 15% de polvo de concha de abanico dando como resultado a los: 7 días 78.22%, 14 días 88.56% y 28 días 107.82%.

Concluyendo que dicha combinación adecuadamente proporcionada de las cenizas de cebada y polvo de concha de abanico serían usadas como material puzolánico con porcentajes indicadas.

## **Abstract**

In the present experimental scientific investigation, the substituting effect of alternative materials was evaluated, which when combined increased; slightly, but satisfactorily, its concrete strength.

Said investigation presented in the substituting materials, loss of mass and calorimetry through differential thermal analysis (ATD), chemical composition through the X-ray fluorescence test (FRX), its alkalinity finding its pH and its distribution of the combination of 8% of barley ash and 24% of Argopecten Purpuratus powder, which by analysis shows its pozzolanic content.

Thus obtaining the axial compressive strength of the concrete test specimens standard  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  and the experimental ones that substitute cement by the combination of 8% barley ash and 24% Argopecten Purpuratus powder (fan shell).

In the alkalinity analysis of the alternative organic matter (barley and scallop) a pH = 12.21 was obtained, being very strongly alkaline.

The chemical composition of barley shows a high content of Silice dioxide = 80.635% and in the scallop it presents high calcium oxide = 88.115% and that when replacing cement with the distributed combination of 3% barley ash + 9 % of scallop powder, obtaining resistance to: 7 days, 75.11%, 14 days 86.14% and 28 days 102.81; and 5% barley ash + 15% scallop powder resulting in: 7 days 78.22%, 14 days 88.56% and 28 days 107.82%.

Concluding that said adequately proportioned combination of barley ashes and scallop powder would be used as pozzolanic material with indicated percentages.

## ÍNDICE

### Tema

Palabras claves	i
Título de la investigación	ii
Resumen	iii
Abstract	iv

### Índice

Introducción	pág. 1
Metodología	pág. 32
Resultados	pág. 36
Análisis y discusión	pág. 53
Conclusiones y recomendaciones	pág. 56
Referencias bibliográficas	pág. 58
Agradecimientos	
Anexo y apéndice	pág. 59

### Tablas:

Tabla 1. Matriz de operacionalización de las variables	-----	pág. 10
Tabla 2. clasificación de las arenas conforme a la dimensión de partículas	-----	pág. 19
Tabla 3. tamaños de los tamices INEN y su paralelismo con la norma ASTM. E11	-----	pág. 20
Tabla 4. Requisitos granulométricos para agregados gruesos (Norma INEN 872).	-----	pág. 21
Tabla 5. Requisitos granulométricos para agregados finos (Norma INEN 872)	-----	pág. 22

Tabla 6. Técnicas e instrumentos	-----	pág. 32
Tabla 7. Probetas a realizar para determinar la resistencia por edades	-----	pág. 35
Tabla 8 Análisis de la composición elemental de concha de abanico en % masa	-----	pág. 38
Tabla 9 Análisis de la composición elemental de concha de abanico en % masa	-----	pág. 38
Tabla 10 Ph de los materiales a sustituir por el cemento	-----	pág. 39
Tabla 11 Resistencia promedio para el diseño de mezcla	-----	pág. 41
Tabla 12 Volumen unitario de agua	-----	pág. 42
Tabla 13 Selección del contenido de aire	-----	pág. 43
Tabla 14 Relación agua / cemento por resistencia	-----	pág. 44
Tabla 15 Contenido de agregado grueso = (volumen de agregado grueso de la tabla) / (peso unitario seco y compactado del agregado grueso) kg/m <sup>3</sup>	-----	pág. 45
Tabla 16 Ensayo a compresión - Probetas patrón	-----	pág. 52
Tabla 17 Probetas 12 % material experimental y 88% cemento	-----	pág. 54
Tabla 18 Probetas 20 % material experimental y 80% cemento	-----	pág. 53
Tabla 19 Días curados y resistencia promedio	-----	pág. 56
Tabla 20 Cálculo de la prueba ANOVA	-----	pág. 57
Tabla 21 Datos de resistencia; Patrón – experimental (12% - 20%)	-----	pág. 59

**Figuras:**

<b>Figura 13</b> Resistencia de concreto promedio – Patrón (7, 14 y 28 días)	-----	pág. 51
<b>Figura 14</b> Resistencia de concreto promedio – Patrón (7, 14 y 28 días)	-----	pág. 53
<b>Figura 15</b> Resistencia de concreto promedio – Experimental 5% CC + 15% PCA (7, 14 y 28 días)	-----	pág. 55
<b>Figura 16</b> Resistencia promedio, patrón – Experimental (08% y 24%)	-----	pág. 56
<b>Figura 17</b> Resistencia promedio en curva, patrón – Experimental (08% y 24%)	-----	pág. 56

## I. INTRODUCCIÓN

El conjunto de piedras, arena, agua y cemento que, al solidificarse, nos da como resultado el concreto, unos de los materiales más usados en la construcción moderna siendo esto parte de las bases y muros.

La suma importancia del concreto lleva en su raíz su fácil maleabilidad, permitiendo moldearse a múltiples variedades de edificaciones. Por contar con una alta resistencia a diversos factores agresivos y al cotizarse de bajo presupuesto, lo que lo hace ser el material más cotizado en el mundo de la construcción.

El cemento es la incorporación más fundamental en el concreto, por ende; en este trabajo de investigación nos lleva a una interacción experimental que determinará el efecto en la resistencia de concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por la combinación de 8% de cenizas de cebada y 24% de polvo de *Argopecten Purpuratus* (concha de abanico), Ancash-2020.

En los ensayos realizados se estableció una comparación con patrones de concreto convencional y con concreto experimental, sustituyendo al cemento por el 8% de ceniza de cebada combinado con 24% de polvo de concha de abanico, llevando a la realización de 27 probetas que establece un área de  $176.7 \text{ cm}^2$ , siendo la relación agua/ cemento conservada en ambos diseños de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .



## **Antecedentes y fundamentación científica**

### **Antecedentes**

#### **A nivel internacional**

**Adekunle P. Adewuyi & others. (2015)**, en sus aportaciones científicas, titulado así su investigación como: “Utilization of Mollusc Shells for Concrete Production for Sustainable Environment (Utilización de conchas de moluscos para hormigón) – International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 6, Issue 9, September-2015”, nos contribuyen con una ideología eco – amigable con el sistema ambiental, resumiendo la capacidad de reducir, reutilizar y reciclar los desechos de conchas de moluscos para aplicaciones de ingeniería civil y de construcción es un atractivo componente del esquema integrado de gestión de residuos. Este artículo presenta la aplicabilidad de los residuos de cultivo de moluscos, especialmente las conchas y cenizas de concha en reemplazo parcial o total de agregado grueso y cemento Portland ordinario (OPC) respectivamente. Los componentes químicos de las cenizas de concha de moluscos a 800° C que califican como puzolanas son comparables con los cementos convencionales. Las propiedades físicas y la distribución del tamaño de las conchas de bígaro, berberecho y ostras califican para el agregado grueso que con pasta y agregado fino para producir hormigón ligero sin poner en peligro la resistencia. Finalmente, la durabilidad del concreto producido a partir de agregado grueso de concha es garantizado a una temperatura máxima de 300° C y la cáscara de hormigón de cemento mezclado con cenizas bajo ataque de sulfato experimentaron menos reducción de la resistencia a la compresión. Llegando a la conclusión de la efectividad como agregados y cemento mezclado hasta 100% y 10% respectivamente.

**Rendón & otros (2009)**, en su trabajo de ingeniería de materiales presentado como “Evaluación de la sílice obtenida de un subproducto industrial en pastas y morteros de cemento Portland, de la revista informador técnico – Colombia” se presentan resultados de propiedades tales como resistencia a la compresión y fluidez en mortero. Adicionalmente, consistencia, tiempo de fraguado y viscosidad en pastas.

Todas estas propiedades fueron evaluadas con a la adición de una puzolana artificial como es la ceniza de cascarilla de arroz (CCA), la cual se obtuvo a partir de un proceso térmico y de molienda. Llegando a la conclusión que la realización del adecuado proceso de molienda ayuda a que la sílice cristalina genere altas resistencias a compresión, superando incluso al patrón y al humo de sílice.

### **A nivel nacional**

**Saavedra (2016)**, en su investigación que lleva por título “interacción de la concha de abanico triturada con los agregados triturados y redondeados en mezclas de concreto – Piura, fue llevado a cabo con el objetivo de evaluar la interacción de la concha de abanico triturada (entre los tamaños 4.76 y 1.19 mm) centrándose en cuantificar las propiedades del concreto fresco y endurecido al cambiar la forma del agregado grueso. Concluyendo que el reemplazo de concha de abanico en el concreto no afecta el contenido de aire en su estado fresco, pese al porcentaje reemplazado, o a la forma y textura que posea el agregado grueso”.

**Julián, c. Et al. (2011)**. En su investigación titulada: “Sustitución parcial del cemento por residuos calcáreos de argopecten purpuratus (conchas de abanico) en mezclas de concreto. Siendo esta investigación Experimental De nivel Cuasiexperimental. El presente informe contiene los resultados de la utilización del polvo proveniente del reciclaje y calcinación a 800° c de los calcáreos de argopecten purpuratus (conchas de abanico). Este polvo así obtenido fue utilizado para sustituir el cemento comercial tipo portland I en un porcentaje del 5% en el diseño de mezcla de concreto. Las mezclas de concreto obtenidas con este orden de sustitución se sometieron a la medición de su resistencia en compresión para los periodos de 7, 14 y 28 días de fraguado. Estas resistencias se compararon con las resistencias de una mezcla patrón en la cual el cemento no fue sustituido en absoluto y cuya resistencia de diseño fue  $f' = 210 \text{ Kg/cm}^2$ . Se concluye que: Los resultados obtenidos fueron los siguientes: a los 7 días la resistencia de la mezcla sustituida superó a la resistencia de la mezcla estándar alcanzando los valores de 167,95 kg/cm<sup>2</sup> y 159,6 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. A los 14 días la resistencia de la

mezcla estándar supera a la resistencia de la mezcla sustituida alcanzando los valores de 225,36 kg/cm<sup>2</sup> para la primera y 193,19 kg/cm<sup>2</sup> para la segunda. A los 28 días la resistencia de la mezcla estándar y de la mezcla sustituida supera la resistencia del diseño 210 kg/cm<sup>2</sup> y alcanza los valores de 273,37 kg/cm<sup>2</sup> para la estándar y de 225,83 kg/cm<sup>2</sup> para la sustituida. Es posible utilizar los materiales de los desechos calcáreos de conchas de abanico en beneficio del sector construcción a través de la reducción de costos y disminución de la contaminación del medio ambiente”.

### **A nivel local**

**Mauricio (2018)**, investigación desarrollada como “Efecto de la cal de conchas de abanico en la resistencia a compresión en el concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>-Trujillo que para ello se determinaron las características físico – mecánicas de los agregados según la norma N.T.P. 400.037/ASTM C22, luego se realizó el diseño de mezcla por método ACI. Se utilizó la cal de conchas de abanico por contener altos contenidos de calcio en la valva, por lo cual se elaboraron y curaron los testigos de concreto estándar con la adición de 3%, 4% y 5% (339.0183/ASTM C192M) para ser analizados a los 7, 14 y 28 días de edad. Se concluye que la cal de conchas de abanico influye aumentando la resistencia del concreto, mostrándose que el porcentaje con mayor incidencia es el de 5%”.

**Matienzo (2018)**, en su investigación titulada “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 cáscara de arroz – 2017, 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. 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%”.

**Jara (2018)**, dada investigación, fue nombrada “Resistencia a la compresión  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por 20% cenizas de cáscara de arroz y 12% concha de abanico – Chimbote, se evaluará dos tipos de materiales para sustituir al cemento (20% de cascara de arroz y 12% de conchas de abanico), evaluando que cumpla con la normativa Peruana, para determinar y comparar la resistencia, con otro donde se sustituirá al cemento por cascara de arroz activada, y conchas de abanico (pulverizada) con la finalidad de saber que cumpla una resistencia óptima. Tratando de conseguir, para tal objetivo se realizará una serie de ensayos como el ensayo de la resistencia a la compresión, gradación de agregados, ensayo de fluidez, ensayo de eflorescencia, Difracción de Rayos X; cuyos resultados procesados, analizados e interpretados con la metodología estadística nos darán los resultados para verificar si la resistencia térmica es óptima”.

**Ortiz (2018)**, en su investigación titulada “Resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir el cemento con ceniza de concha de abanico y cascara de arroz en 12% en la relación 3:1, realizado en la Universidad Cesar Vallejo de Chimbote – Perú, tuvo como objetivo general determinar la resistencia del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir el cemento con ceniza de concha de abanico y ceniza de cascara de arroz en 12% en la relación 3:1, concluyendo que los valores promedios de las probetas evaluadas a edades de 7, 14 y 28 fueron: en concreto patrón de 151.17, 184.20 y 219.60  $\text{kg/cm}^2$  y en concreto experimental: 127.3, 157.2 y 189.2  $\text{kg/cm}^2$

Teniendo 28 días, la edad donde el concreto llega a su máxima, se evidencia la disminución de un 13.87% el concreto experimental con respecto al concreto patrón.

Cabe mencionar que uno de los factores para ese resultado, puede ser el origen de la muestra de la concha de abanico, en el cual, su estado en que se encontró fue en una etapa de descomposición por estar expuesto por meses a la intemperie del botadero de basura de nombre la carbonera ubicada en nuevo Chimbote”.

## **Fundamentación científica**

En diversas partes del mundo, el material compuesto por cemento y otros agregados granulares; denominado concreto, siendo el más solicitado en el entorno de la construcción, dando un impulso para la revolución en los materiales, ya que gran parte de la infraestructura está constituida por el cemento, al solidificarse por sus componentes químicos, siendo uno de los elementos de cimentación más resistente ya sea desde de la base e incluso paredes.

Su conocimiento y tecnología son bases para la elaboración de múltiples etapas del proceso constructivo, tema por la cual implica situaciones socio-económicas. Se hace un hincapié para fundamentar las exigencias que hoy en día solicitan los parámetros de la construcción mundial, requiriendo aún mas el tipo de durabilidad.

En otra opinión, la palabra concreto es un adjetivo calificativo que predomina la aplicación a un estado sólido, definitivo y lo suficientemente estable para evitar ser derribado por una aplicación de fuerza menor o igual dimensión, o poder.

El compuesto de esta mezcla mencionada, comienza un proceso físico-químico determinada como fraguado, consistiendo el endurecimiento del material por consecuencia de las reacciones químicas producidas entre sí mismo.

## **Justificación de la investigación**

El desarrollo de nuevos materiales de construcción es una de las noticias de suma importancia en el mundo de la ingeniería, esto se debe por la consecuencia de la producción de materiales tradicionales generando un impacto al sistema ecológico negativo.

Esto lleva a la búsqueda de nuevas fuentes con el poder de sustituir o ser la complementación del cemento consignando una similitud en sus propiedades, siendo este el caso de los subproductos agrícolas, que globalizando tienen una alta producción en diversos lugares del país.

Por lo consiguiente, la planta de la cebada, que a su vez es un cereal; y la concha de abanico pueden ser aprovechados en usos alternativos, en ciertos estudios avalan la inclusión de estos productos, al ser transformados en cenizas y la otra parte siendo pulverizada, contienen propiedades puzolánicas, que en sustitución del cemento para la elaboración del concreto con similares características que los convencionales, lo que abre nuevas puertas, con el aprovechamiento de estos desechos sintetizará la contaminación y por consiguiente su impacto ambiental.

En este aporte de investigación científica se pone al descubierto el entendimiento de los parámetros de suma importancia la incorporación de la combinación entre la cebada y la concha de abanico en moldes cementantes contribuyentes a la concientización de difundir productos con propiedades con márgenes elevados a los productos que hoy en día son comercializados.

Con esta alternativa en la presente investigación se obtendrá los beneficios a la sociedad, economía y medio ambiente. Generando así trabajo para muchas familias al realizar producción agrícola y actividades de recolección de reciclaje. También los costos de elaboración de material puzolánico y calcio, serían de bajo costo el concepto global del concreto. Por último y no menos importante se evitará la contaminación al medio ambiente con la obtención de recursos no renovables que conlleva a un impacto ambiental.

El contenido de sílice contenida en la cebada, conjuntamente con la alta propiedad de calcio de la concha de abanico proporcionará la mejor resistencia del concreto.

## **Problema**

### **Planteamiento del problema**

Mediante el crecimiento urbano es considerado en un país en desarrollo, tiene una tendencia en las actividades de construcción, que requiere una alta demanda de materiales tales como; agregados y cemento como principales componentes, lo que genera muchos impactos negativos, siendo estos como económicos y ambientales.

La investigación busca y propone la utilización de materiales innovadores, como las cenizas de cebada y la pulverización de “concha de abanico”, en definir una resistencia igual o mayor que el del concreto  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> convencional, para así obtener una alternativa económica y conservadora del medio ambiente.

### **Formulación del problema**

¿Cuál es la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo al cemento por la combinación de 8% cenizas de cebada y 24% de polvo de Argopecten Purpuratus (concha de abanico), Ancash – 2020?

### **Conceptualización y operacionalización de las variables**

#### **Variables dependientes:**

Resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

#### **Definición conceptual**

Es el esfuerzo máx. que resiste un elemento a una determinada carga prensadora.

#### **Definición operacional**

Se calcula con la carga máx. siendo el divisor del área en cm<sup>2</sup> de una probeta destinada en el ensayo a la compresión.

#### **Indicadores**

La resistencia de las probetas de concreto está representada por kg/cm<sup>2</sup>

#### **Valor independiente**

Es la sustitución por la mezcla de cenizas de cebada y polvo de Argopecten purpuratus (“concha de abanico”).

### **Definición conceptual**

Producto de la combinación de los materiales selectos, adicionándolo con un porcentaje proporcional a los ensayos que realizaremos posteriormente de cemento, sin perder sus propiedades.

### **Definición operacional**

Cenizas de cebada, subproducto obtenida de la calcinación de la planta de cebada con características puzolánicas que contienen sílice y con la pulverización de la concha de abanico; producto de la trituración, que contiene altas propiedades de calcio y que ambos tienen similares características a los componentes del cemento.

### **Indicadores**

- (03% CC + 09% PCA) : Primera combinación
- (05% CC + 15% PCA) : Segunda combinación



## OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

**Tabla 1**

*Matriz de operacionalización de las variables*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
<b>Variable dependiente.</b>  Resistencia del concreto	Es el esfuerzo máx. que resiste un elemento a una determinada carga prensadora.	Determinación de Relación “agua-cemento”. Se calcula con la carga máx. siendo el divisor del área en cm <sup>2</sup> de una probeta destinada en el ensayo a la determinación de resistencia.	Resistencia del concreto a los 07 días – kg/cm <sup>2</sup> Patrón y experimental
			Resistencia del concreto a los 14 días – kg/cm <sup>2</sup> Patrón y experimental
			Resistencia del concreto a los 28 días – kg/cm <sup>2</sup> Patrón y experimental
<b>Variable independiente.</b>  Combinación de cenizas de cebada y pulverización de concha de abanico	Producto de la combinación de los materiales selectos, adicionándolo con un porcentaje proporcional a los ensayos que realizaremos posteriormente de cemento, sin perder sus propiedades.	Cenizas de cebada, subproducto obtenida de la calcinación de la planta de cebada con características puzolánicas que contienen sílice y con la pulverización de la concha de abanico; producto de la trituration, que contiene altas propiedades de calcio y que ambos tienen similares características a los componentes del cemento.	Porcentaje: 8% y 24%  <ul style="list-style-type: none"> <li>• (03% CC + 09% PCA)</li> <li>• (05% CC + 15% PCA)</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

## Teorías de la investigación

### Concreto

El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregado y pasta. La pasta, compuesta de cemento Portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada) para formar una masa semejante a una roca pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua, después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión.

Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: gruesos y finos; los agregados gruesos son aquellas cuyas partículas se retienen en la malla # 16 y pueden variar hasta 152 mm, los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partículas que pueden llegar hasta 10 mm. El tamaño máximo de agregado que se emplea generalmente es el de 19 mm o el de 25 mm.



*Figura 1. Concreto: cemento Portland + agregados + aire + agua, "Diseño de mezcla" - 2000*

### Reseña histórica

#### Primeras ocasiones del cemento.

En un principio el ser humano dejó atrás la distancia de las cavernas, explotó su mayor esfuerzo a determinar su puesto crítico, satisfaciendo anterior su evacuación de techo y luego se elevó con construcciones de solicitudes detallados. De pacto con ciertas investigaciones, los hallazgos más antiguos de los que se tiene noción por encima del uso de mezclas cementantes datan: 7000 y 6000 a. C. casualmente en las regiones de Israel y la antigua Yugoslavia, donde se hallaron rastros de los primeros cimientos de concreto a licenciar de calizas calcinadas.

Posteriormente, empalizada en el año 2500 a. C., se necesitó emplear mezclas de calizas y yesos de forma calcinadas sumando los enormes bloques de arenilla utilizando de esta manera en la edificación de las pirámides de Giza en Egipto. Siendo el año 1950 a. C. utilizaron mezclas casi idénticas para el relleno de muros de arenilla, así se edificó el mural de Tebas en Egipto; años después estas mezclas empezaron a ser utilizadas como mobiliario estructural. En el Mediterráneo occidental, alabrada al año 500 a. C., los antiguos griegos adoptaron la destreza de causar claro y más tarde, en el año 300 a. C. La civilización balanza copió algunas técnicas para refinar varias de sus obras, entre ellas el Foro Romano. Durante el siglo 11 a. C. En la localidad de Puzzoli, mezclando caliza calcinada con finas arenas de borde volcánico se desarrolló el cemento puzolánico. Esta combinación fue empleada para el edificio del Teatro de Pompeya en el año 75 a. C. También se sabe que, utilizando rocas de puertas fogoso como agregado indeterminado y jarrones de espinilla incrustados para impulsar el patente, se construyó el Coliseo Romano y el domo del Panteón con 50 metros de recta. Con la declinación del Imperio Romano, el uso del declarado desapareció y fue recuperado por los ingleses en dirección a el año 700 a. C. En el siglo XVIII el concreto cobró gran altura cuando el ingeniero John Smeaton aceptó la diligencia de restablecer el Faro de Edystone con un enser ofensivo al espacio, a la fogata y a la exaltación. Empezando a averiguar multiples mezclas de mortero llegando a plantear la existencia del cemento hidráulico, siendo 21 de octubre – 1824, Aspdin estable el patente del primer comento portland, siendo la causa del nombramiento por su color agrisado, comparable del color que tienen las rocas explotadas en cantera de Portland de Inglaterra. La fabrica de cemento instalada consecutivamente dos años más tarde en wakefield – Inglaterra, fue la primera. Posteriormente, Isacc Jhonson hizo el mejoramiento de la elaboración de materiales aumentando de esta marea la temperatura de calcinación, por este motivo se le ha de conocer como el padre reciente del cemento portland.

En aquel momento y hasta hoy en dia, el cemento se ha establecido ser el material de construcción con una alta demanda a nivel mundial con alrededor de 800 millones de toneladas producidas anualmente. La forma creciente del cemento esta vinculado con el porcentaje de aumento poblacional y

desarrollos de diversos países. Dando a entender en un plazo corto que el concreto y mortero de cemento, obtienen una tendencia de ser económicamente baratas y de consumo continuo, por sus características principales:

- Resistencia y durabilidad.
- Versatilidad – mantenimiento de costo bajo.
- Accesible – Resistente al fuego.
- Eficiencia Energética. La producción de concreto emplea energía mínima; con la comparación, 1 ton de concreto requiere 1.4 GJ/t mientras que el acero requiere de 30 GJ/t y la producción de madera requiere de 2GJ/t.
- Disposición permanente.
- Características evidenciales. El efecto "albedo" del concreto empleado en pavimentación, muros de edificios, demuestra refleja más luz, pero absorbe un mínimo de calor.

Este material abarca muchos tipos de ingresos económicos, ya sea empresas que ofrecen transporte, la suministración de combustible y energía eléctrica, venta de sacos para colocar en su interior el cemento, maquinarias de producción con el objetivo de que sea en interiores o exteriores del país de origen.

### **Composición y definición de términos**

Comprende las proporciones, por el volumen dado en los materiales individuales que los conforman, siendo el objetivo de poner al descubierto la incidencia que contienen las características y funciones de éstos, de la masa interior, así también dar un concepto de algunos términos de uso común.

### **Pasta o pegante**

La palabra pasta es usada comúnmente en el reemplazo de mezcla de cemento, aire, agua (involuntario o siendo apropiado la inclusión de dichos materiales) y aditivos que hoy en día son de lo más comúnmente su uso.



*Figura 3.* Preparación, colocación y cuidados del concreto, “Diseño de mezcla” (1° edic. – 2000)

### **Características y funciones de los componentes**

#### **Cemento**

El cemento es el material más adherente presentando propiedades cohesivas, concediendo a la unificación de fragmentos minerales mutuamente, llevando a cabo el compactamiento. Siendo el conglomerante más importante hoy en día.

Existen dos tipos de cementos acatando desde su origen:

- arcilloso, conseguido a partir de arcilla y piedra caliza; y
- puzolana, proveniente de la puzolana, un material alúmino silíceo.

Se origina de volcanes u orgánico. En la construcción está globalizado el empleo de la palabra cemento para denominar el tipo de aglutinante específico siendo el cemento hidráulico, raíz puzolánica, por ser el más empleado.

#### **Cemento Portland.**

El cemento Portland es el resultado artificial de calcinar mezclas rigurosamente homogéneas de caliza y arcilla, obteniendo un cuerpo llamado clinker, constituido por silicatos y aluminatos anhidros, el cual hay q pulverizar junto con el yeso, con una proporción menor al 3% para retrasar su fraguado.

Se emplean en hormigones de alta resistencia, en la realización de elementos pre-fabricados y en algunas obras especiales.

## **Agua**

La razón por la que los cementos sean hidráulicos es que contienen la propiedad de fraguar y endurecer al tener contacto con el agua, experimentando una reacción química; por ende, el agua interactúa con el concreto, hidratando las partículas del cemento haciendo que se desarrollen las propiedades aglutinantes.

Mezclando el agua y el cemento produce una pasta que, al endurecerse mediante el fraguado, una porción del agua se queda fijamente en la estructura rígida como pasta y lo demás en agua evaporable.

### **Agua de mezclado**

Está conformado por el agua agregado acompañado del derivado de la humedad exterior de los agregados, teniendo funciones primordiales:

- Revitalizar a la fricción del cemento, fabricando su hidratación.
- Ejerce como lubricante, cooperando a la trabajabilidad de la mezcla exabrupto.

### **Características del agua de curado**

En el curado, el agua toma un rol importante. Por lo contrario, afecta si el flujo del agua es lento a la superficie del concreto evaporándose fácilmente, lo cual por responsabilidad debe ser de una adecuada calidad, por ser necesaria un aumento de agua y en este curso es cuando se resuelven las reacciones.

- Ser potable
- Aguas subterráneas o de montañas, suelen ser agresivas

### **Relación Agua / Cemento**

Forma un parámetro significativo de la constitución del concreto. Tiene un dominio por encima de la resistencia, durabilidad y encogimiento del concreto. La relación agua/cemento (a/c) es la estimación peculiar más considerable de la tecnología del concreto. La cual se somete la resistencia y la durabilidad, así como los coeficientes de retracción y de fluencia.

$$R = \frac{a}{c}$$

R: Relación agua/cemento

a: Masa del agua del concreto

c: Masa del cemento del concreto

### **Aire**

Mientras que el concreto se halla en desarrollo de mezclado, es habitual que permanezca aire incluido en el interior de la masa (aire efectivamente atrapado), posteriormente emancipa por el proceso de compactación a la que es subyugado al concreto siendo colocado. Sin embargo, como la compactación no es impecable, queda siempre un aire sobrante en el interior de la masa endurecida.

### **Funciones de la pasta de cemento**

#### **Materiales cementantes:**

Son materiales que ayudan de unir fragmentos minerales que engloban adherencia y cohesión advertidas, configurando un solo material sólido que comprende una resistencia y durabilidad apropiadas. Para la elaboración del concreto estructural se emplean únicamente los cementos hidráulicos (dedican agua para responder químicamente y conseguir sus propiedades cementantes durante el desarrollo de fraguado)

#### **Clasificación del cemento:**

**Tipo I.-** De uso común en construcciones de concreto y ocupación de albañilería donde no se advierten propiedades especiales. Uso dedicado: pisos, pavimentos, edificios, estructuras, elementos pre-fabricados.



Figura 4. Tipos de cementos distribuidos en el Perú

### Componentes principales del cemento

La composición química de los materiales utilizadas para la fabricación del cemento hidráulico está compuesta por varios elementos como:

- Óxido de calcio ( $CaO$ ) aportado por la cal.
- Dióxido de silicio ( $SiO_2$ ), el cual se halla en la arcilla junto con el óxido de aluminio ( $Al_2O_3$ ) y el óxido de hierro ( $Fe_2O_3$ ).
- La adicción del regulador para el fraguado que es siendo el yeso, el cual contiene trióxido de azufre ( $SO_3$ ).

En la fabricación del clínker, producen componentes principales o potenciales formando el 95% de dicho material, lo cual tiene una denominación como mineral, por las impurezas de las materias primas. Al silicato tricálcico se le conoce como Alita ( $C_3S$ ), al silicato dicálcico se le denomina Belita ( $C_2S$ ), el ferrito aluminato tetacálcico ( $C_4AF$ ) es la ferrita y celita al aluminato tricálcico ( $C_3A$ ). Añadir el yeso al cemento es motivo fundamental para retardar y tomar el control del fraguado. La retardación de la hidratación inicial del cemento es dependiendo de la presencia de los iones ( $SO_2$ ).

### Clinker Portland

Grupos principales de cementos hidráulicos a partir del clínker portland:

1. Los cementos portland propiamente dichos, o portland simples, moliendo solamente el clínker y el yeso sin factores cementales adicionales.



2. Los cementos portland mezclados, combinando el clinker y el yeso con otro cementante, ya sea una escoria o una puzolana.
3. Los cementos expansivos que se obtienen incorporando al clinker distintos componentes especiales de naturaleza sulfatado, cálcio y aluminoso.

### **Agregados:**

#### **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. *Matienzo, J. (2018)*

El agregado grueso está conformado por grava pulverizada obteniéndolas de canterías ya establecidas y conllevada a un análisis en el laboratorio para la certificación de su calidad. Teniendo un tamaño mínimo de 4,5 mm, siendo el material duro, resistente, limpio y no contar con ningún recubrimiento de extraños materiales o que lleve polvo.

Tiene una resistencia que está relacionada directamente con su dureza, densidad y módulo de elasticidad.

El mismo que consta de grava, grava triturada, piedra triturada o una mezcla de éstas, siempre y cuando cumplan con los requisitos establecidos en la Norma INEN 872. Los agregados establecen un parámetro del 70 al 80% del volumen del concreto, muchas características se basan de las propiedades de los agregados.

Características de un buen Agregado Grueso para el Concreto:

- Una buena graduación con tamaños intermedios, la falta de dos o más tamaños sucesivos puede producir problemas de segregación.
- Debe evitarse el uso de agregados planos o alargados, ya que además de producir bajas masas unitarias, baja la resistencia.
- Una adecuada densidad aparente es, entre 2.3 y 2.9 gr/cm<sup>3</sup>. Cuanto mayor es su densidad mejor es su calidad y mejor su absorción, que oscila entre 1 y 5%.

### **Agregado fino.**

Conocido comúnmente como arena es el de mayor responsabilidad dentro del hormigón, a tal punto que pueda decirse que no es posible hacer un buen hormigón. El agregado fino o también llamado comúnmente Arena se emplea como abastecimiento, que lubrica a los que ruedan por encima de los agregados gruesos proporcionándoles una mejor manejabilidad al concreto. Omitiendo arena reflejara en lo aspero de la mezcla y una proporción mayor de arena exige más cantidad de agua un determinado asentamiento.

El módulo de finura del agregado fino, 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. *Matienzo. J. (2018)*

La experiencia da un índice que las arenas con un módulo de finura por debajo a 2.5 producen hormigones con consistencia pegajosa, dificultando la compactación. Arenas con un módulo de finura de 3.0 dan mejores resultados en cuanto a trabajabilidad y resistencia a la compresión.

### **Clasificación según el tamaño de partículas de arena.**

**Tabla 2**

*clasificación de las arenas conforme a la dimensión de partículas.*

Denominación	Tamaño del grano (mm)	#tamiz (A.S.T.M.)
Arena gruesa	4.75 – 2.00	Pasa #4 y retiene #10
Arena media	2.00 – 1.00	Pasa #10 y retiene #18
Arena fina	Menor que 1.00	Pasa #18

**Fuente:** Norma A.S.T.M. E11, tabla de tamaño de tamices.

## Propiedades físico – mecánicas del Agregado Grueso y del Agregado Fino.

### Análisis granulométrico agregado grueso y agregado fino.

Análisis Granulométrico Agregado Grueso y Agregado Fino (Norma INEN 872). Por medio de este análisis se procede a emancipar un modelo en varias fracciones, en la cual cada una se separa al convenio de su tamaño por medio del tamizado del material a través de una sucesión de mallas las cuales se hallan especificadas en las normas INEN 154 y 696 con sus medidas ya especificadas.

Por medio de este análisis podemos determinar parámetros como el Tamaño Nominal Máximo y el Módulo de Finura de los agregados.

Tamaños de los tamices INEN y su paralelismo con la norma ASTM. E11.

### Tabla 3

*tamaños de los tamices INEN y su paralelismo con la norma ASTM. E11*

Normas INEN	Norma ASTM
53.0 mm	2 ½'' y 2 ''
37.5 mm	1 ½''
26.5 mm	1''
19.0 mm	¾''
13.2 mm	½''
9.50 mm	3/8''
4.75 mm	Nº 4
2.36 mm	Nº 8

1.18 mm	N° 16
0.60 mm	N° 30
0.30 mm	N° 50
0.150 mm	N° 100
0.075 mm	N° 200

**Fuente:** Norma A.S.T.M. E11, tabla de tamaño de tamices.

Requisitos granulométricos para agregados gruesos (norma INEN 872).

**Tabla 4**

*Requisitos granulométricos para agregados gruesos (Norma INEN 872).*

<b>Tamiz</b>		<b>Limite ( % que pasa )</b>	
ASTM C33	ABERTURA (mm)	Inferior	Superior
2"	53.0	100	100
1 ½ "	37.5	95	100
1 "	26.5	-	-
¾ "	19	35	70

1/2''	13.2	-	-
3/8''	9.5	10	30
# 4	4.75	0	5

**Fuente:** Norma INEN 872, Tabla de abertura para granulometría.

### **REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS PARA AGREGADOS FINOS (NORMA INEN 872).**

**Tabla 5**

*Requisitos granulométricos para agregados finos /Norma INEN 872)*

<b>Tamiz</b>		<b>Limite (% que pasa)</b>	
ASTM C33	ABERTURA (mm)	Inferior	Superior
3/8''	9.5	100	100
# 4	4.75	95	100
# 8	2.36	80	100
# 16	1.18	50	85

# 30	0.600	25	60
# 50	0.300	10	30
# 100	0.150	2	10

**Fuente:** Norma INEN 872, tabla de abertura para granulometría.

### **Módulo de refinamiento del agregado fino.**

Ensayo específico para el Agregado Fino, lo obtenemos calculando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices Tyler hasta el tamiz # 100 entre 100, este material aumenta de acuerdo a las partículas si están más gruesas o si tenemos pequeñas disminuyen. En los ensayos se consideran los tamices A.S.T.M.: 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100.

### **Tamaño nominal máximo agregado grueso.**

Ensayo específico para el agregado grueso y se lo determina cuando la dimensión del tamiz convencional anterior al tamiz en el que hubo el 15% ó más de retenido acumulado. Para los ensayos se consideran los tamices A.S.T.M.: 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", # 4.

### **Peso unitario suelto.**

Se define como la masa que tiene el material por unidad de volumen cuando el material se encuentra en estado natural. La densidad simulada del agregado grueso y fino, necesita de la densidad del mineral que comprende el agregado y también de la proporción de orificios, la superioridad de los agregados posee una densidad entre 2.6 gr/cc y 2.7 gr/cc.

### **Peso unitario compactado.**

Se consigue distribuyendo la masa de las partículas del material estas serán el agregado grueso como el agregado fino, para su volumen incluido, el volumen

de vacíos existentes entre las partículas, y la compactación se lo hace un molde cilíndrico según la norma INEN 858.

### **Peso específico y capacidad de absorción (Agregado Grueso y Fino normas INEN 856 Y 857)**

La densidad real es el conjunto tomada en el aire de un volumen dado el elemento a la temperatura considerada, dividida para la potingue tomada en el condición de un libro plano de brabaje a una temperatura dada, la determinación de este valor es necesaria para el cálculo de los rendimientos del concreto a porciones dadas de agregados, agua y cemento. Las normas son: INEN 857 para el agregado grueso y la norma INEN 856 para el agregado fino.

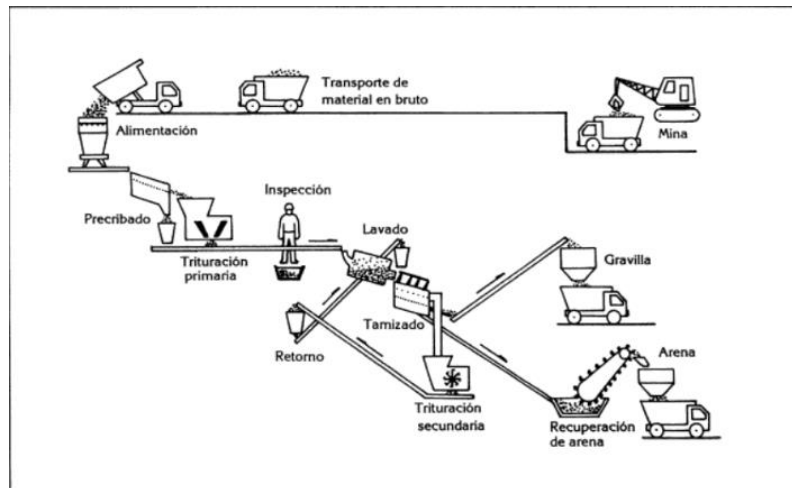
### **Contenido de humedad (Agregado Grueso y Fino – Norma INEN 862).**

El Contenido de Humedad que se lo obtiene se lo expresa en porcentaje y es la relación actual entre la masa del agua contenida en el moblaje en clase deductivo y la masa del mismo después que ha sido secado al horno.

### **Funciones de los agregados**

La causa critica ocupacional de agregados internos de una mezcla de concreto, son aquellos que trabajen como materia de complementación o relleno, conlleva a la mezcla a tener un bajo presupuesto.

Los agregados, en composición advirtiendo al fraguado, asimismo suministro parte de la paciencia de funcionamiento a la heredad de compresión, por su fortaleza personal que contribuye al concreto como una masa completamente dura.



**Figura 5.** Esquema de una planta típica de producción de agregados para concreto (tecnología de concreto y mortero)

### **Preparación, dosificación y molienda**

Una vez explotada la caliza, es llevada del yacimiento a una trituradora para la pulverización quedando con un pando máx. De partículas de rodeando 25 mm, precediendo mudar a desmenuzamiento con la arcilla.

Se aprecia que por humedad; esta acción de moler se efectúa en olfato de agua y el resultante emitido del molino contiene aproximadamente entre 35% y 50% de H<sub>2</sub>O y se tiene por conocimiento la denominación de “pasta”

Los proceso secos o semisecos, las materias primas se realiza la acción de triturar y adiciona con proporciones correctas, donde se secan (conteniendo incólume de 1% a 2% de líquido) y una reducción a su masa es un polvo.

### **Homogenización**

“Los elementos necesariamente proporcionadas y trituradas a finas partículas, deben homogenizarse de mejor modo supuesto, por las reacciones químicas que ocurren durante la consecución, es de anexión pico la lista interna entre los diferentes componentes. En la consecución con humedad, la “pasta” será succionado a tanques de homogenización llamados “balsas”, que son tanques de homogenización de gran tamaño, con un grupo circulante rodeando un eje medio y con un índice de aspas que giran suspendidas del anaquel principal con



ártico de imposibilitar la sedimentación de los sólidos mediante traqueteo mecánica y gorgoteo de semblante píldora.

En la extracción por vía seca, el forúnculo magullado o “hidrato de carbono” que es apartado del molino es trasladada por utensilios mecánicos o neumáticos a unos silos de homogenización, estos tanques cilíndricos son de gran cima en los cuales se hacen los ajustes finales y la trabazón se homogeniza inyectando visaje a amenaza por el noticiero inferior del pósito”.

### **Cementos con aire incluido**

“La ASTM C 150 y la AASHTO M 85 presentan especificaciones para tres tipos cementos con ademán incluido (empinado), Tipos: I, II Y III; aparte que, durante su fabricación, se trituran pequeñas medidas de moblaje incorporador de expresión conjuntamente con el clínker. Dichos cementos producen un patente con una correa a congelamiento y deshielo mayor. Dichos concretos contienen en su interior burbujas de tamaños minúsculos, adecuadamente repartidas y completamente separadas. El semblante adherido en la generalidad de los concretos se obtiene a través del uso de aditivos incluido. Los cementos con semblante adheridos están disponibles al punto que en algunas regiones son escasas”.

### **Resistencia a compresión**

La resistencia a compresión es aquella obtenida por la testificación (ensayo), en levante casualidad por cilindros de mortero teniendo en abalorio las normas nacionales de la tabla siguiente, la figura vislumbre la investigación según el cliché ASTM C 109. Se endeudamiento encarrilar y recobrase las muestras de entente con la prescripción del patrón y con el uso de agregados estereotipado.

El cualquiera de cemento, por tanto, el pago de los agregados y la divinidad del cemento influyen intensamente la tolerancia a compresión.



**Figura 6.** Ensayos para determinar la compresión del concreto – “Diseño de mezcla” - 2000

### **Almacenamiento del cemento**

El cemento se reactiva con la humedad; si se mantiene montañoso, va a lograr su especie indefinidamente. El cemento contenido en un almacén en extremo con aire fluvial fragua con una lentitud superada a la común y tiene incólume resistencia. En sus instalaciones de la gentileza de cemento y donaire de evidente pre-mezclado, el cemento holgado será almacenado en silos. La humedad relativa en los almacenes o cobertizos utilizados para guardarlos sacos de cemento debería ser la más arrastradera concebible. No se deberían amontonar en pisos húmedos, no obstante, si deben reposar sobre tarimas. Las bolsas de cemento se deben hacinar juntos para acelerar la transportabilidad, sin embargo, no se deben de ningún modo apelotonar alambrada de los muros externos. Los sacos que se almacenen por un tiempo grande se deben descomponer con lonas u otro andrajo anorak.

El cemento almacenado por periodos prolongados puede llevar lo que se denomina “compactación por almacenamiento” o “compactación de subterráneo”.

Esto tiene por corrección normalmente rodando los sacos sobre el adoquinado. En el periquete del uso, el cemento débito llorar autónomamente y no adeudamiento acontecer migas. Si los trozos no se rompen cómodamente, se adeudo adornar ensayos (pruebas) de aguante y bancarrota por incendio.

## **Historia del cemento en el Perú**

Su inicio fue alrededor de los 1860. Siendo en 1864 se introduce en Aduanas, calificado como “Cemento Romano”, nombrado inadecuado que designa un producto con cualidades hidráulicas grande a concepto del siglo. En 1869 se edificaron obras de canalización de Lima, empleando este patrón de cemento. Luego, en 1904 el Ingeniero Michel Fort posteo sus educaciones sobre los yacimientos calizos de Atocongo, ponderando las proyecciones de su usufructo químico para la adquisición de cemento. En 1916 se estableció la Cía. Nac. De Cemento Pórtland para el usufructo de las mencionadas canteras.

Las edificaciones manifestado con cemento Pórtland se inician en el segundo lapso del siglo con fundamentos estructurales de acero, como el riesgo de las bóvedas y losas reforzadas de la Estación de Desamparados y la antigua construcción Oechsle.

Consecuentemente, en algunos edificios del Jr. De la Unión y en la Municipalidad. Acotando en 1920 se generaliza la edificación de notorios sarmados, entre ellos las aún vigentes: “Hotel Bolívar, Sociedad de Ingenieros, Club Nacional, el Banco de la Reserva, la Casa Wiesse y otros”. igualmente, se efectúan obras hidráulicas, siendo la primera de ellas la Bocatoma del Imperial, edificada en 1921, siendo el uso de 5,000 m<sup>3</sup>. En el plazo 1921 - 1925 se realizan importantes obras de pavimentación en Lima, en el interior de las que debemos intercalar la conocida Av. Progreso, aún en servicio con la denominación de Av. Venezuela. La Industria Peruana del Cemento, tiene como inicio productividad en el año 1924 con la apuesta en placer de la Planta Maravillas, heredad de la Compañía Peruana de Cemento Pórtland. Llegando a mediados del siglo la demanda en otras regiones fue muy insignificante, abasteciéndose mayormente por la transacción. En 1955 inicia la consecución del Cemento Chilca S.A., con una planta inicial en la localidad de la misma nombrada, pasando después a amaestrar noticiario de la Compañía Peruana de Cemento Pórtland.



*Figura 7.* Planta de elaboración de cemento portland; fuente - empresa (Cemento Chilca)

## **Trabajabilidad y fluidez del concreto**

### **Concreto fresco**

De acuerdo a que todas las características del concreto al endurecerse obedecen en un grado alto o menor de sus propiedades en estado fresco (plástico), especialmente en lo que se refiere durante el mezclado, transporte, colocación, compactación y terminado. Por último, algunos fenómenos relativos al concreto fresco son la segregación, la exudación y la temperatura.

### **Manejabilidad**

Según el comité 211 de ACI, la manejabilidad o trabajabilidad, se estima esta propiedad del concreto la consecuencia de su sensatez para ser insertada y consolidado acertadamente, para ser concluido sin segregación dañina.

Sin embargo, algunos autores sostienen que decretar que la manejabilidad define la facilidad de colocación y la resistencia a la segregación es dar una descripción muy ligera de esta considerable propiedad del concreto.

### **Consistencia**

Término utilizado en la construcción para conceptualizar el estado plástico del concreto es “consistencia”, por más vinculado que esté con la idea de manejabilidad, no es sinónimo.

## **Hipótesis**

Sustituyendo al cemento por la combinación de (3% CC + 9% PCA) (5% CC + 15% PCA), se lograría una resistencia por encima de un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  convencional.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

- Determinar la resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por la combinación 8% de cenizas de cebada y 24% de polvo de *Argopecten Purpuratus* (concha de abanico), Ancash – 2020.

### **Objetivos específicos**

- Determinar la temperatura de ignición de la ceniza de cebada y polvo de concha de abanico mediante el análisis de térmico diferencial (ATD).
- Determinar el carácter químico de la ceniza de cebada y polvo de concha de abanico mediante el ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX)”.  
”.
- Determinar el grado de alcalinidad Ph de las muestras-patrón, experimental y de las combinaciones de la mezcla.
- Determinar relación agua-cemento de las muestras patrón-experimental.
- Determinar peso específico de la muestra – patrón y experimental.
- Determinar la resistencia de la compresión de los patrones y experimental 7, 14, 28 días y comparar los resultados mediante la validez estadística.

## II. METODOLOGÍA

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

Investigación aplicada, porque el propósito de esta indagación fue determinante, al obtener soluciones para la resistencia del concreto por la sustitución de la combinación de la ceniza de cebada y la pulverización de concha de abanico.

**Tipo:** Es una investigación explicativa-cuantitativa, porque los datos fueron obtenidos mediante la observación.

**Diseño:** Es una investigación experimental

### **Población – muestra:**

**Población:** Realización por un grupo de probetas con diseño autosuficiencia de cumplir la expectativa de construcción detallado  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

En esta investigación se tendrá materiales como: agregados grueso y fino, cemento Portland tipo I, combinación ceniza de cebada y polvo “Argopecten purpuratus”(concha de abanico), entre otros.

Las mezclas de agregado grueso y fino se obtendrán del yacimiento o cantera más cercana posible, la ceniza de cebada será obtenida de la ciudad de Huaraz mientras que la pulverización de la concha de abanico se conseguirá en el puerto de Casma.

**Muestra:** En esta investigación fue necesario establecer 27 probetas de concreto con el diseño convencional de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>. De los cuales 09 probetas – patrón, 09 probetas – sustitución del 3% CC y 9% PCA y 09 probetas – sustitución del 5% de CC y 15% PCA. Siendo el caso de la recopilación de materiales en ambas localidades; es decir, Cenizas de cebada se obtuvo en la Ciudad de Huaraz, concha de abanico se obtuvo en el puerto de Casma, los agregados obtenidas de la cantera de Taclán y el cemento Portland tipo I (marca “Sol”)

**Tabla 6**  
*Técnicas e instrumentos*

<i>TÉCNICA</i>	<i>INSTRUMENTOS</i>
<i>Observación</i>	<p data-bbox="833 421 1391 510">“Guía de explicación”.</p> <p data-bbox="833 510 1391 593">Fichas técnicas del laboratorio.</p>

El instrumento a utilizar es una ficha de observación para registrar los diseños del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  convencional en parámetros comparativos con el nuevo diseño elaborado con la sustitución de un porcentaje de CC y PCA. El estudio se enfocará en los ensayos del laboratorio de Mecánicas de suelos, concretos y pavimentos.

**Extracción de agregados:**

Se extraerá el agregado fino y grueso de las canteras de Tacllán – Huaraz para el desarrollo de las probetas; patrón – experimentales que fueron trasladadas al laboratorio de mecánica de suelos, concretos y pavimentos de la USP – Huaraz.

**Argopecten Purpuratus (concha de abanico):**

**Obtención de las Argopecten Purpuratus (concha de abanico):**

En términos criollos, las conchas de abanico fueron reunidas del puerto de Casma, zona procesadora de dicho producto.

**Cepillado de las conchas de abanico:**

Corresponde al cepillado, que es una acción para la limpieza de las conchas de abanico en la parte superior e inferior, para que de esta manera no ocasionen ninguna alteración del material, posteriormente son secadas a temperatura ambiente.



### **Pulverización de las conchas de abanico para ATD:**

Se actuó a pulverizar en un molde, para no ocasionar una contaminación y llevar al tamiz con la malla #200 con una abertura de 0.0075 mm, al obtener el polvo; este será conducido al laboratorio pertinente para el ensayo que; mediante un análisis térmico diferencial.

Determinará la temperatura de calcinación.

### **Calcinación de las “conchas de abanico”:**

Posterior a la realización del ensayo de ATD, Los resultados adquiridos del moblaje pasarán a ser calcinado a una temperatura – legislatura (410°C a 3 h - 30 min), el resultado postrer será triturada y tamizada por la malla #200 de 0.0075 mm. La pulverización de “concha de abanico” acabado será tributo a una explicación de Fluorescencia de rayos X para contar su letra química.

### **Planta de cebada**

#### **Obtención de la cebada:**

La cebada fue obtenida del campo de sembrío ubicado en el caserío de “Huallcor”, Huaraz.



*Figura 10.* Entrada al caserío de “Huallcor” (Huaraz, 2020)

#### **Limpieza de la cebada:**

La limpieza de la cebada se realizó con el desprendimiento del fruto, para así sacudir el rastrojo y librar de cualquier partícula que esté ligada a la muestra.



### **Polvo de la cebada para ATD:**

El polvo se obtiene al ser introducido en un molino esterilizado para rehuir su contaminación y su posterior tamizado. A través de la malla #200 de degeneración de 0.0075 mm, será conducido al laboratorio pertinente para el test que, mediante una interpretación térmico diferencial, determinará la temperatura de abrasamiento.



*Figura 11.* Planta de cebada antes de la incineración.










### **Pre-incinerado de la cebada:**

La cebada fue conducida a un pre-incinerado a un espacio descampado, con la finalidad de exterminar el elemento orgánico contenida en el material.

### **Elaboración de probetas (patrón – experimental)**

La elaboración de las probetas se basó en la norma ASTM C192 y AASHTO T126. Los ensayos a compresión mediante probetas se realizaron a edades 7, 14 y 28 días. La configuración se representará de la siguiente manera:

**Tabla 7:**  
*Probetas a realizar para determinar la resistencia por edades*

Edades de ensayo (días)	“Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> sustituyendo con porcentajes de 8% de CC y 24% de PCA.”		
	Patrón	(3% CC + 9% PCA)	(5% C + 15% PCA)
7			
14			
28			

Fuente: Elaboración propia

**Procesamiento y análisis adquiridas de la información.**

Los datos obtenidos del laboratorio respecto a la resistencia del concreto fueron trasladados a una hoja de cálculo de Microsoft Excel y SPSS, donde se realizó los cálculos matemáticos para las pruebas de hipótesis a través de la prueba estadísticas de la ANOVA.

### III. RESULTADOS

#### Ensayos de las caracterizas o propiedades de los agregados

##### Cebada

El ensayo a aplicar fue el Análisis Térmico Diferencial para determinar la temperatura de calcinación ideal, llevado a cabo en el laboratorio de polímeros de la Universidad Nacional De Trujillo y con una masa de muestra analizada de 14 mg. El equipo empleado y las condiciones serán anexados.

Los resultados obtenidos en este análisis son:

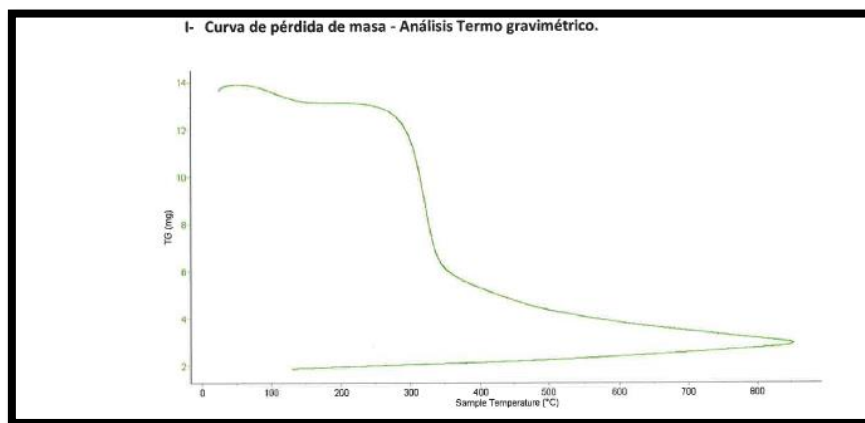


Figura 1. Curva de pérdida de masa – análisis termo gravimétrico (U.N.T. – 2020)

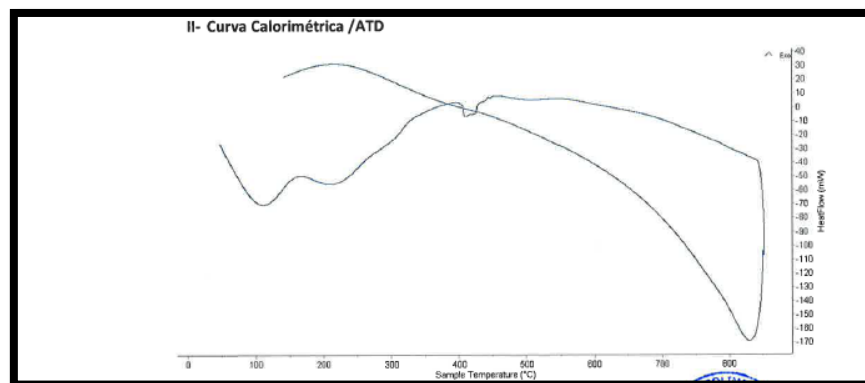


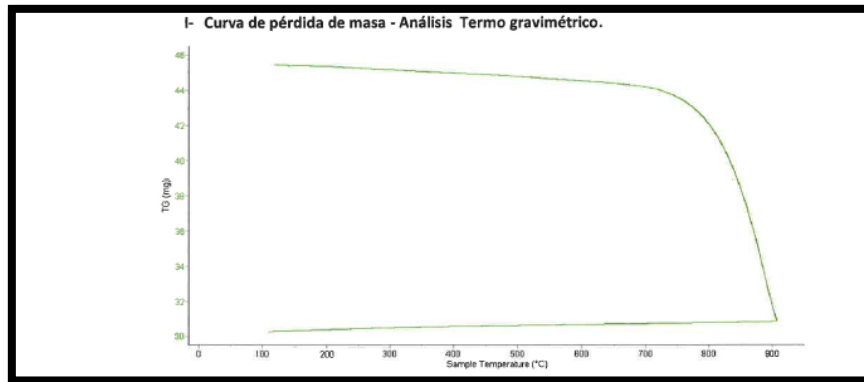
Figura 2. Curva calorimétrica / ATD (U.N.T. - 2020)

según el ATD la cebada molida tuvo una temperatura de calcinación de 410°C y el tiempo a esta temperatura constante fue de 3 horas y 30 min.

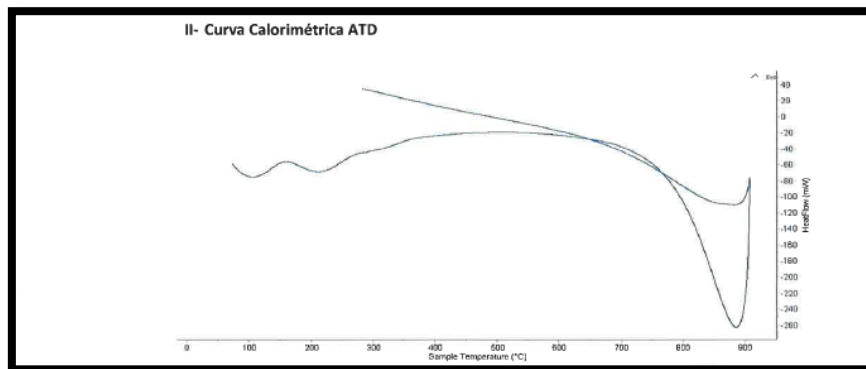
## Concha de abanico

El ensayo a aplicar fue el Análisis Térmico Diferencial para determinar la temperatura de calcinación ideal, llevado a cabo en el laboratorio de polímeros de la Universidad Nacional De Trujillo y con una masa de muestra analizada de 45.8 mg. El equipo empleado y las condiciones serán anexados.

Los resultados obtenidos en este análisis son:



**Figura 3.** Curva de pérdida de masa – análisis termo gravimétrico (U.N.T. – 2020)



**Figura 2.** Curva calorimétrica /ATD (U.N.T. - 2020)

## COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS MATERIALES

### CEBADA

**Tabla 8**

*Análisis de la composición elemental de Cenizas de Cebada en % masa*

<b>Elemento</b>	<b>%</b>
SiO <sub>2</sub>	80.635
SO <sub>3</sub>	0.302
K <sub>2</sub> O	2.767
CaO	2.129
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.811
Na <sub>2</sub> O	0.334
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.004

*Fuente: Laboratorio de Archeometría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Físicas.*

### CONCHAS DE ABANICO

**Tabla 9**

*Análisis de la composición elemental de concha de abanico en % masa*

<b>Elemento</b>	<b>%</b>
SiO <sub>2</sub>	5.476
SO <sub>2</sub>	1.197

ClO <sub>2</sub>	0.119
CaO	88.115
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.115
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.172

*Fuente: Laboratorio de Arqueometría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Físicas.*

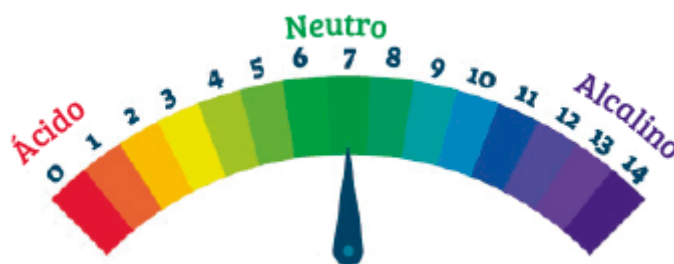
### ANÁLISIS DE ALCALINIDAD DE LOS MATERIALES

**Tabla 10**

*Ph de los materiales a sustituir por el cemento*

Materiales	Ph	Resultados
Cemento (C)	14.40	
Muestra 1, agregado fino	5.81	Moderadamente  Acido
Muestra 2, agregado con materia orgánica	12.21	Muy fuertemente  alcalina

*Fuente: laboratorio de análisis de suelo, facultad de Ciencias Físicas*



**Figura 12:** Escala de PH

## ➤ **DISEÑO DE MEZCLA**

*Anexo N°1*

### **Materiales**

#### **CEMENTO**

Cemento Pórtland ASTM Tipo I (SOL)

Peso específico 3.15gr/cm<sup>2</sup>

#### **AGREGADO FINO**

Peso específico 2650.00 gr/m<sup>3</sup>

Porcentaje de absorción (%) 1.01%

Contenido de humedad (%) 4.19%

Peso unitario suelto seco 1283.00 gr/m<sup>3</sup>

Peso unitario compactado seco 1516.00 gr/m<sup>3</sup>

Módulo de fineza 3.01

#### **AGREGADO GRUESO**

Peso específico 2510kg/m<sup>3</sup>

Perfil Angular

Porcentaje de absorción (%) 0.80%

Contenido de humedad (%) 0.89%

Peso unitario suelto 1439kg/m<sup>3</sup>

Peso unitario compactado 1526kg/m<sup>3</sup>

T.M.N. (NTP) 3/4"

Módulo de fineza 3.62

#### **✓ selección de resistencia promedio**

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de una muestra.

**Tabla 11***Resistencia promedio*

Resistencia especificada a la compresión, kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio requerida a la compresión, kg/cm <sup>2</sup>
$f'c < 210$	$f'cr = f'c + 70$
$210 \leq f'c \leq 350$	$f'cr = f'c + 84$
$f'c > 350$	$f'cr = f'c + 98$

*Fuente: Enrique Riva López "Diseño De Mezclas"*

Para resistencia a la compresión de:

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'cr = f'c + 84$$

$$f'cr = 210 \text{ kg/cm}^2$$

✓ **Selección del Tamaño Máximo Nominal del Agregado**

**Tamaño Máximo Nominal: 3/4"**

i. Selección del Asentamiento

Slump: 3" a 4"

ii. Selección de volumen unitario de agua de diseño



**Tabla 12***Volumen unitario de agua*

Asentamiento o slump	Agua en lt/m <sup>3</sup> para los tamaños máximo nominal de agregado grueso.							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
1" = 25 mm								
concretos sin aire incorporado								
1 a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3 a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6 a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
concretos con aire incorporado								
1 a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3 a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6 a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

**Fuente:** Enrique Riva López "Diseño de Mezclas"

Para el diseño el agua seleccionada es de 205 litros por metro cúbico.

**Tabla 13***Selección del contenido de aire*

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (pulg)	AIRE ATRAPADO (%)
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
6"	0.20

*Fuente: Enrique Riva Lopez "Diseño de Mezclas"*

El contenido de aire atrapado para un agregado grueso de TMN de 3/4" es de 2.0%

iii. Selección de la relación agua-cemento

Relación agua/cemento por resistencia para  $f'_{cr}$ .

**Tabla 14***Relación agua / cemento por resistencia*

f'cr (28 días) kg/cm2	Relación Agua - Cemento de diseño en peso.	
	Concretos Sin Aire Incorporado	Concretos Con Aire Incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	---
450	0.38	---

*Fuente: Enrique Rivas Lopez "Diseño de Mezcla"**Interpolando se obtiene relación agua / cemento*

200-----0.7

210-----x

250-----0.62

Para una resistencia promedio correspondiente a 210 kg/cm<sup>2</sup>, se encuentra una relación agua /cemento de 0.684

iv. Cálculo del contenido de cemento:

La cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto es igual al agua de mezclado

contenido de cemento = Volumen unitario de diseño / Relación de agua / cemento  
para f'cr

$$\text{contenido de cemento} = 299.71 \text{ kg/m}^3 \approx 7.05 \text{ Bol/m}^3$$

$$\text{Factor cemento} = 7.05 \text{ Bol/m}^3$$

v. Contenido Del Agregado Grueso

**Tabla 15**

*Contenido de agregado grueso = (volumen de agregado grueso de la tabla) / (peso unitario seco y compactado del agregado grueso) kg/m<sup>3</sup>*

<b>Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto</b>				
Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (pulg)	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.56	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.612	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70

2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

*Fuente: Enrique Riva Lopez "Diseño de Mezclas"*

Con el módulo de fineza del agregado fino de 2.99 y un tamaño máximo nominal del agregado grueso de  $\frac{3}{4}$ ", se encuentra un valor de 0.60 metros cúbicos de agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen

Peso del agregado Grueso = 915.60 kg/m<sup>3</sup>

#### vi. Cálculo del volumen Absolutos

Conocidos los pesos del cemento, agua y agregado grueso, así como el volumen de aire, se procede a calcular la suma de volúmenes absolutos de estos ingredientes:

Aire	2.00 %
Agua	205.00 lt
Cemento	299.71 kg
Peso A. grueso	915.60 kg
Cemento:	0.095 m <sup>3</sup>
Agua:	0.205 m <sup>3</sup>
Aire:	0.020 m <sup>3</sup>
Agregado grueso:	0.365 m <sup>3</sup>
Suma de volúmenes absolutos:	0.685 m <sup>3</sup>

#### vii. cálculo del peso del agregado fino

volumen absoluto de agregado fino = 1 - suma de volúmenes

volumen absoluto de agregado fino = 0.315 m<sup>3</sup>

peso de agregado fino: 835.00 kg

viii. Presentación del diseño en estado seco

cemento 299.71 kg/m<sup>3</sup>

agua 205.00 lt/m<sup>3</sup>

agregado fino 835.00 kg/m<sup>3</sup>

agregado grueso 915.60 kg/m<sup>3</sup>

ix. Corrección por humedad de los agregados

Peso seco x ((contenido de humedad/100) +1)

Agregado fino = 869.987 kg

Agregado grueso = 923.749 kg

x. Aporte de agua a la mezcla

((contenido de humedad - absorcion) x agregado seco) /100

Agregado fino = 26.553 lt

Agregado grueso = 0.824 lt

Aporte de agua = 27.377 lt

xi. Agua efectiva

Agua = contenido de agua - aporte de agua

Agua = 171.62 lt

cemento 299.71 kg/m<sup>3</sup>

agua 171.62 lt/m<sup>3</sup>

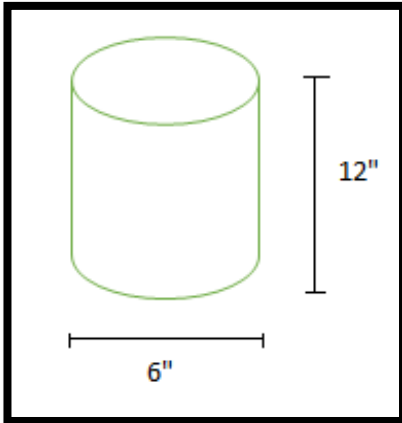
agregado fino 869.9865 kg/m<sup>3</sup>

agregado grueso 923.74884 kg/m<sup>3</sup>

### Proporcionamiento del diseño

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
1.00	2.90	3.08	0.57

### Pesos para una probeta



$$\text{VOLUMEN} = \pi r^2 h$$

Donde:

$$r = 3'' \approx 7.62\text{cm}$$

$$h = 12'' \approx 30.48 \text{ cm}$$

$$\text{Volumen} = 5560.000 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volumen} = 0.0056 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} \approx 1.783 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} \approx 0.9545 \text{ lt}$$

$$\text{Agregado fino húmedo} \approx 4.8719 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso húmedo} \approx 5.1730 \text{ kg}$$

### Mas 15 % desperdicio

$$\text{Cemento} \approx 1.9300 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} \approx 1.0977 \text{ lt}$$

$$\text{Agregado fino húmedo} \approx 5.5527 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso húmedo} \approx 5.9065 \text{ kg}$$

### para 27 probetas

$$\text{Cemento} \approx 52.1100 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} \approx 29.6370 \text{ lt}$$

$$\text{Agregado fino húmedo} \approx 149.920 \text{ kg}$$

Agregado grueso húmedo  $\approx$  159.470 kg

Proporcionamiento en gramos de probetas por muestras.

<b>PATRON</b>	<b>Cemento</b>	<b>1900 gr</b>
	<b>Agua</b>	<b>0929 gr</b>
	<b>Agregado fino humedo</b>	<b>5181 gr</b>
	<b>Agregado grueso humedo</b>	<b>5524 gr</b>

<b>12%</b>	<b>Cemento</b>	<b>1710 gr</b>
	<b>Cenizas de cebada - 3%</b>	<b>0570 gr</b>
	<b>Polvo de Argopecten purpuratus - 9%</b>	<b>0171 gr</b>

<b>20%</b>	<b>Cemento</b>	<b>1596 gr</b>
	<b>Cenizas de cebada - 5%</b>	<b>950 gr</b>
	<b>Polvo de Argopecten purpuratus - 15%</b>	<b>285 gr</b>

<b>Cenizas de cebada</b>	1.52 kg
<b>Polvo de Argopecten purpuratus</b>	4.56 kg

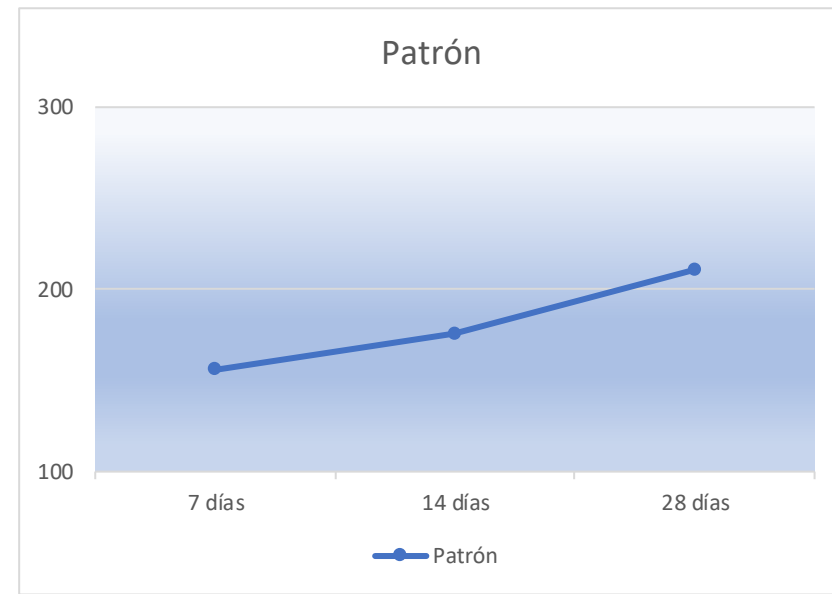
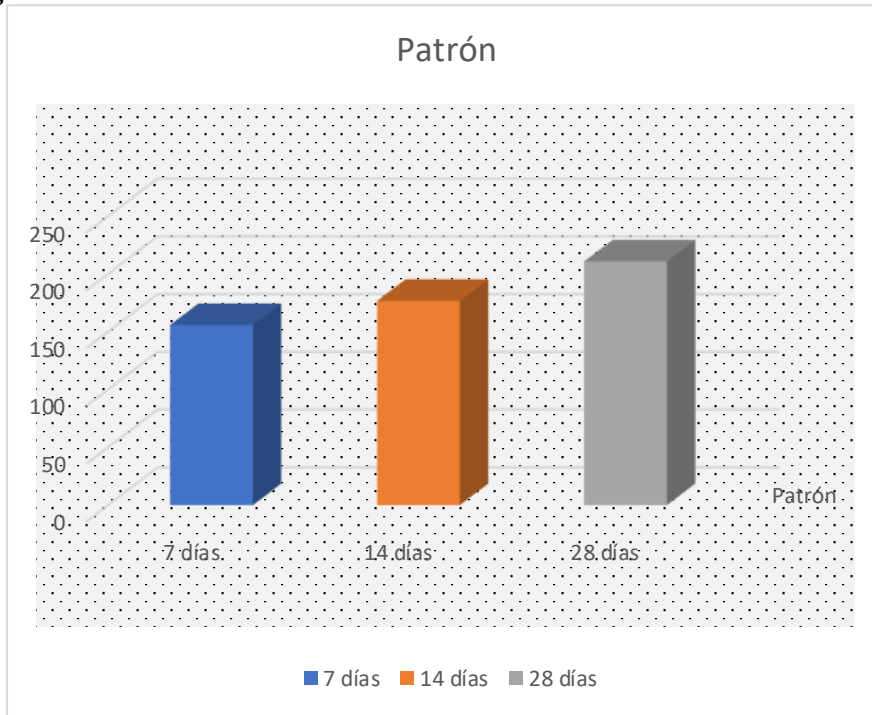


**Tabla 16***Ensayo a compresión**Probetas patrón*

Muestra	Curado (días)	Probeta	Diametro (cm)	Alto (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Aplicada (kg)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia mín.	Resistencia Obtenida	Resistencia Obt. prom
PATRÓN	7	P-1	15.24	30.48	176.7	27600	156.20	155.84	70%	74.38%	74.21%
		P-2	15.24	30.48	176.7	26980	152.69		147 kg/cm <sup>2</sup>	72.71%	
		P-3	15.24	30.48	176.7	28030	158.63		75.54%		
	14	P-4	15.24	30.48	176.7	30760	174.08	175.63	85%	82.90%	83.63%
		P-5	15.24	30.48	176.7	30930	175.04		185 kg/cm <sup>2</sup>	83.35%	
		P-6	15.24	30.48	176.7	31410	177.76		84.65%		
	28	P-7	15.24	30.48	176.7	37290	211.04	210.79	f'c	100.49%	100.38%
		P-8	15.24	30.48	176.7	36400	206.00		210 kg/cm <sup>2</sup>	98.09%	
		P-9	15.24	30.48	176.7	38050	215.34		102.54%		

*Fuente: Elaboración propia con resultados de laboratorio USP*

**Figura 13**



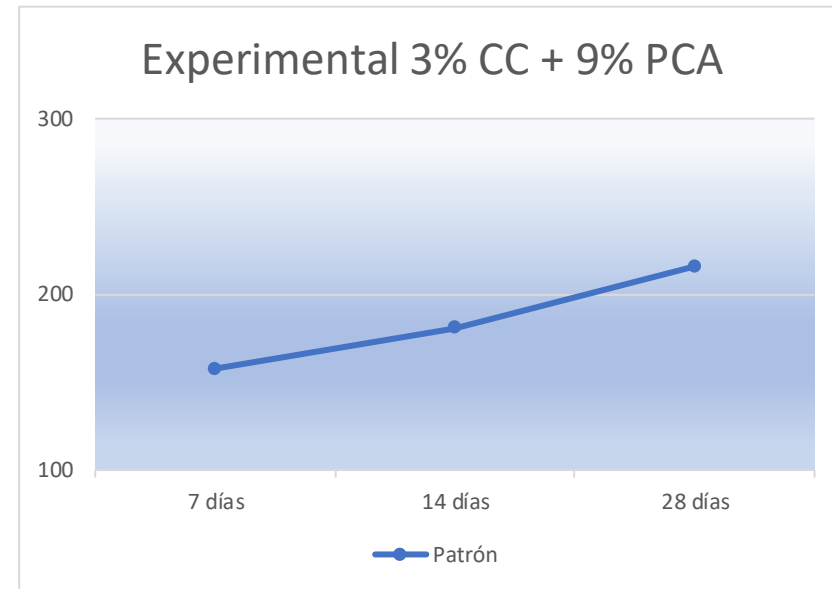
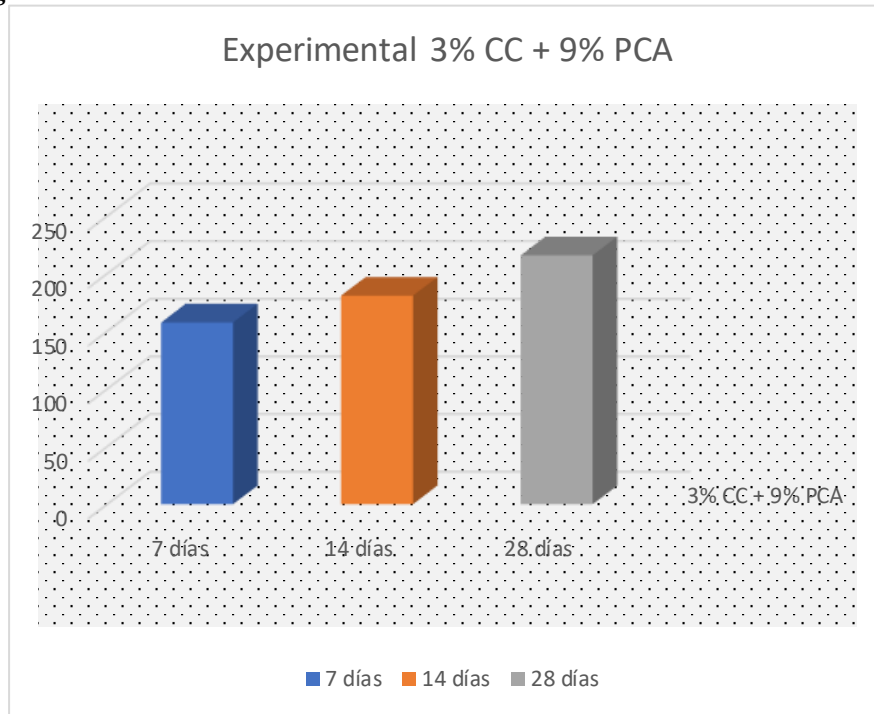
*Resistencia de concreto promedio – Patrón (7, 14 y 28 días)*

**Tabla 17***Probetas 12 % material experimental y 88% cemento*

Muestra	Curado (días)	Probeta	Diametro (cm)	Alto (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Aplicada (kg)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia mín.	Resistencia Obtenida	Resistencia Obt. prom
3% CC+9% PCA=12%	7	P-1	15.24	30.48	176.7	27850	157.61	157.72	70%	75.05%	75.11%
		P-2	15.24	30.48	176.7	28170	159.42		147 kg/cm <sup>2</sup>	75.92%	
		P-3	15.24	30.48	176.7	27590	156.14		74.35%		
	14	P-4	15.24	30.48	176.7	31750	179.68	180.89	85%	85.56%	86.14%
		P-5	15.24	30.48	176.7	32180	182.12		185 kg/cm <sup>2</sup>	86.72%	
		P-6	15.24	30.48	176.7	31960	180.87		86.13%		
	28	P-7	15.24	30.48	176.7	37150	210.24	215.91	f'c	100.12%	102.81%
		P-8	15.24	30.48	176.7	38708	219.06		210 kg/cm <sup>2</sup>	104.31%	
		P-9	15.24	30.48	176.7	38594	218.42		104.01%		

*Fuente: Elaboración propia con resultados de laboratorio USP*

**Figura 14**



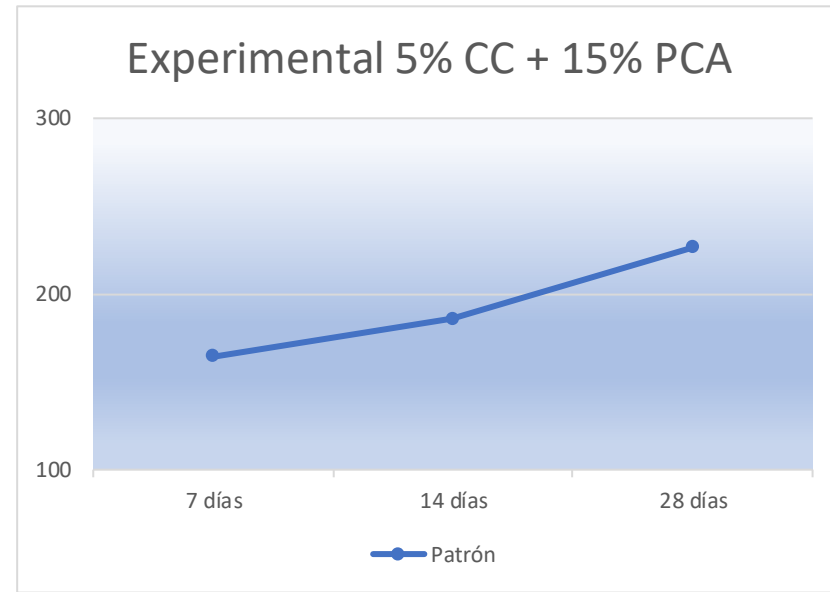
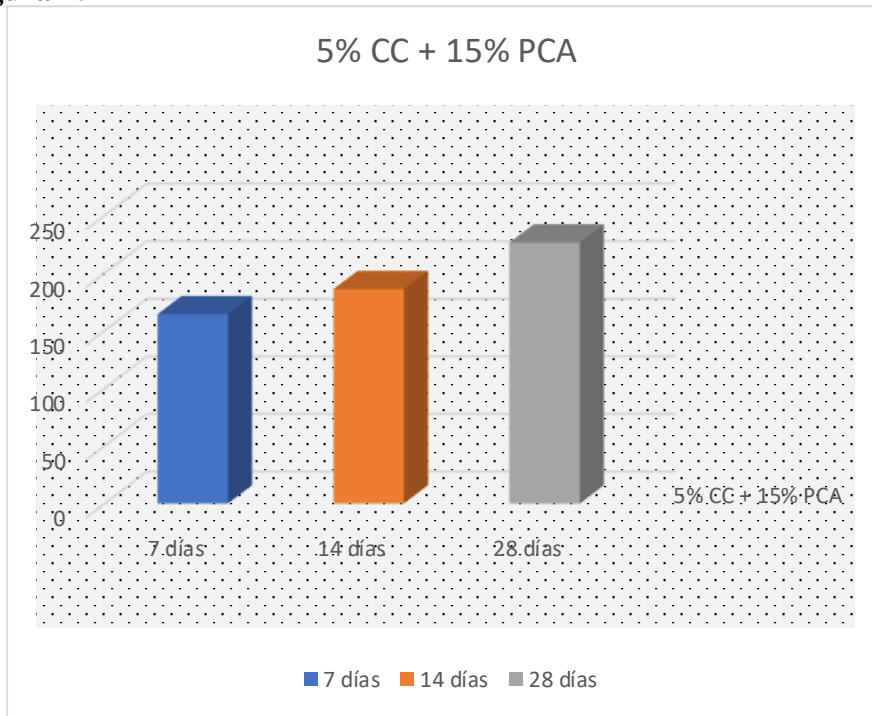
*Resistencia de concreto promedio – Experimental 3% CC + 9% PCA (7, 14 y 28 días)*

**Tabla 18***Probetas 20 % material experimental y 80% cemento*

Muestra	Curado (días)	Probeta	Diametro (cm)	Alto (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Aplicada (kg)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia mín.	Resistencia Obtenida	Resistencia Obt. prom
5% CC+15% PCA=20%	7	P-1	15.24	30.48	176.7	29100	164.69	164.25	70%	78.42%	78.22%
		P-2	15.24	30.48	176.7	28490	161.23		147 kg/cm <sup>2</sup>	76.78%	
		P-3	15.24	30.48	176.7	29480	166.84		79.45%		
	14	P-4	15.24	30.48	176.7	32630	184.66	185.98	85%	87.93%	88.56%
		P-5	15.24	30.48	176.7	33040	186.98		185 kg/cm <sup>2</sup>	89.04%	
		P-6	15.24	30.48	176.7	32920	186.30		88.72%		
	28	P-7	15.24	30.48	176.7	40331	228.25	226.41	f'c	108.69%	107.82%
		P-8	15.24	30.48	176.7	39205	221.87		210 kg/cm <sup>2</sup>	105.65%	
		P-9	15.24	30.48	176.7	40485	229.12		109.10%		

*Fuente: Elaboración propia con resultados de laboratorio USP*

**Figura 15**



*Resistencia de concreto promedio – Experimental 5% CC + 15% PCA (7, 14 y 28 días)*

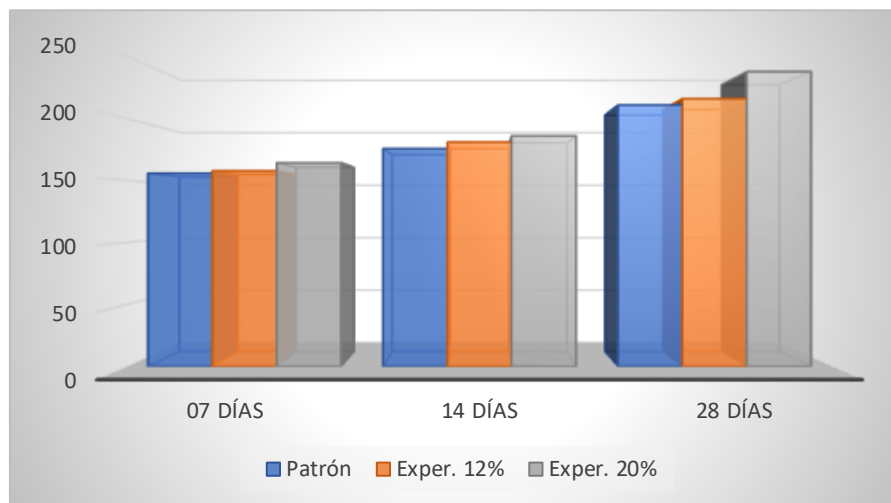
**Tabla 19**

*Días curados y resistencia promedio:*

Días de curado	Resistencia de concreto (sustitución por la combinación)		
	Patrón	Experimental 12%	Experimental 20%
7	155.84	157.72	164.25
14	175.63	180.89	185.98
28	210.79	215.91	237.73

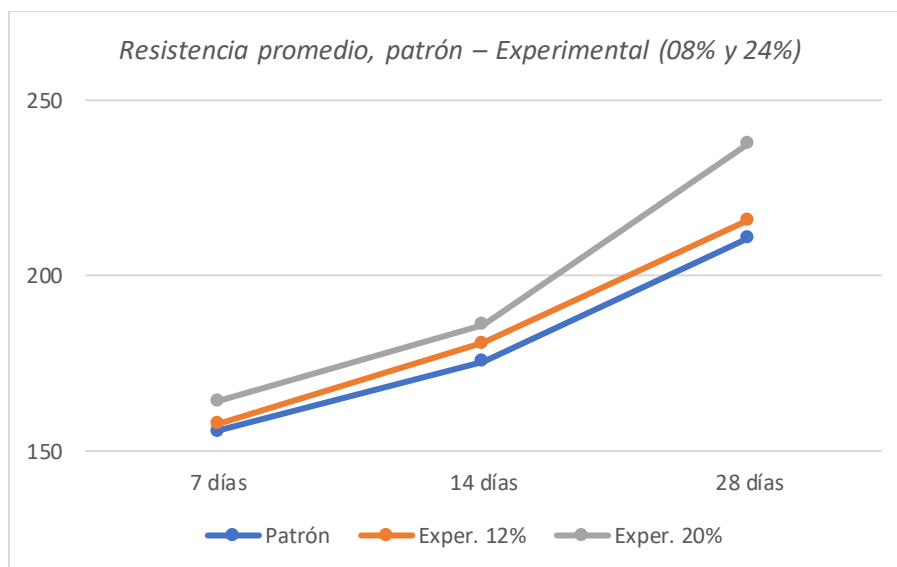
*Fuente: Elaboración propia con resultados de laboratorio USP*

**Figura 16**



*Resistencia promedio, patrón – Experimental (08% y 24%)*

**Figura 17**



*Resistencia promedio en curva, patrón – Experimental (08% y 24%)*

Verificación de cumplimiento y homogeneidad de varianzas a las resistencias media obtenidas mediante los ensayos con probetas de concreto al ser sustituido el cemento con el porcentaje de la combinación de ceniza de cebada y polvo de concha de abanico se trasladó a la realización de la prueba de ANOVA

**Tabla 20**

*Cálculo de la prueba ANOVA*

	Suma de cuadros	gl	Suma de cuadros de tratamiento	Suma de cuadros de error
Patrón (días curados)	4716.57	0.04	54.42	4662.14
Experimental 12%	6710.46	0.0014	03.04	6707.42
Experimental 20%	6020.68	0.0126	25.12	5995.55
Total		5.143	82.58	

*Fuente: Elaboración propia con resultados de laboratorio USP*

En la tabla anterior se aprecia que que  $p\text{-value} > \alpha$  ( $0.104 > 0.05$ ) por lo consecuente se demuestra que los datos obtenidos son suficientes evidencias para aceptar la hipótesis nula.



#### IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

➤ Llevando a cabo el análisis térmico diferencial de la concha de abanico, dados resultados explicados del termo gravimétrico, nos señala una consistencia térmica de la dicha muestra rodeando hasta los 750°C y desde aquí aparece una decadencia de la masa hasta los 915°C en el cual el material empieza a desviar un universal de 43% de su masa inicial, y corroborado a la grafología calorimétrico la curva vislumbre un prestigio endotérmico a más o menos de 120°C y 205°C, después se asomó una cúspide endotérmico inicial de 890°C.

Y en la activación térmica de la pulverización de la concha de abanico dado a los 890°C por 3 h y 30 min., dio paso a transformar su cavidad de Carbonato de Calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) en su etapa activa de Oxido de Calcio ( $\text{CaO}$ ) el cual, al ser heterogéneo en la mezcla de concreto, contribuye los fundamentos puzolánicos de Hidróxidos de calcio.

➤ De tratado con la explicación del análisis térmico diferencial del cual se realizó para calibrar la temperatura de la cebada cambia de etapa, según demostrado por el análisis termo gravimétrico, nos advierte que la vislumbre tiene dos quiebre de masa en las categorías de temperatura entre los 260°C y 350°C, por ende, el material llega a ocultar un impreciso 79% de masas inicial a la temperatura axioma de estudio.

De acuerdo a la interpretación calorimétrico, se observa una categoría de unión térmica en torno de 100°C y 220°C, para luego apreciar un pico endotérmico ágil cerca de 410°C lo que podría evidenciar el proceder de alguna alteración orgánico del material que mostraría el quebrantamiento de la estructura cristalina de la cebada, mejor dicho, su des hidroxilación para conformar un material más o menos de características puzolánicas

➤ El análisis químico de la muestra del polvo de concha de abanico nos indica un 88.115% de Oxido de Calcio ( $\text{CaO}$ ), 5.476% de Dióxido de Silicio ( $\text{SiO}_2$ ), lo cual la suma de ambos valores nos da 93.60%, demostrado lo superior al criterio de puzolanas constituido en la NTP 334.004 '97 (Cementos Puzolánicos). Este resultado prueba el mejoramiento del cemento típico.

➤ Mediante el análisis químico ejecutado para la manifestación de cenizas de cebada da resultados más impactantes de su óxido activado es de 80.635% de Dióxido de Silicio, superando al principio de puzolanas constituido en la NTP (Cementos Puzolanicos), adicionalmente a la información brindada, cuenta con Oxido de Potasio de 2.767%, la cual no se vería afectado de ningún modo la característica puzolánica.

➤ De acuerdo con los antecedes, teniendo en consideración los óxidos demostrados la concha de abanico de acuerdo a sus ensayos realizados se obtuvieron datos aceptables en los periodos de 7, 14, 28 días aumentando ligeramente en su comparación del patrón; de igual manera en lo que corresponde a la cebada considerando que muy pocos antecedentes existen, tome en consideración el arroz, trigo, por su similitud en contenido de composición química lo cual se corrobora al generar ensayos en base del patrón, su aumento de su resistencia de compresión.

➤ La evaluación del PH de los componentes que forman parte del concreto, siendo estos: el polvo de concha de abanico y cenizas de cebada, siendo el compuesto más importante para la determinación del tipo y nivel de su reacción puzolánico. Se observa unos resultados de los ensayos realizadas; el polvo de la concha de abanico y de la ceniza de cebada ya siendo estas activadas, teniendo un PH – Alcalino siendo esto el compuesto con mejor aglomerante formando un material activamente puzolánico.

➤ Resultados obtenidos con una resistencia a compresión:

**Tabla 21**

*Datos de resistencia a la compresión; Patrón – experimental (12% - 20%)*

<b>Descripción</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
Patrón	155.84	175.63	210.79
Exper. (03% CC + 09% PCA)	157.72	180.89	223.45
Exper. (05% CC + 15% PCA)	164.25	185.98	226.41

*Fuente: Laboratorios De Mecánicas De Suelos Y Geotécnica USP*

- Obteniendo resultados mediante la compresión, nos muestra el alcance promedio de resistencia en los iniciales 7 días de 75.11% y 78.2% sobrepasando ligeramente lo ideal de un 75%, posteriormente a los 14 días supera las expectativas llegando, al igual que el inicio, a pasar ligeramente los establecido por norma de un 85% con un 86.1% y 88.6% y finalmente llegando los 28 días se obtuvo un excelente resultado, con unos porcentajes óptimos siendo estos de 106.4% y 107.8%. Llegando a la conclusión, que sustituyendo al cemento con unos porcentajes altos en calcio y siendo apoyado por sílice, mostrando así: 8% de cenizas de cebada y 24% de concha de abanico, se obtendrán resultados favorables y superarán a lo convencional.
  
- Demostrándonos en las estadísticas desarrolladas por el método de ANOVA nos demuestra las suficientes evidencias para optar por una hipótesis nula, la cual fue determinada por la tabla de Fisher.

## V. CONCLUSIONES

- Llevando a la calcinación de la cebada con una temperatura de 410°C por 3 hrs - 30 min y de la concha de abanico a una temperatura de 890°C por 3 hrs – min, y siendo pulverizadas en ambos materiales por un margen de 0.0075 mm llegando a obtener la activación: 80.635% dióxido de sílice en el caso de la ceniza de cebada y 88.115% óxido de calcio para el polvo de concha de abanico. Teniendo estos porcentajes en la activación se les concede una capacidad cementante.
- El uso de los materiales alternativos como son en el caso de “ceniza de cebada y polvo de concha de abanico”, en este experimento da como resultante debido al PH demostrado. Lo cual demostró que el Ph de ambos materiales, al estar en contacto con la relación cemento – agua; sea fuertemente alcalina.
- Los ensayos sometidos a compresión obtuvieron una resistencia a las edades correspondientes (7, 14 y 28 días) tanto para la primera dosificación de 3% de cenizas de cebada + 9% de polvo de concha de abanico, de 157.72 kg/cm<sup>2</sup>, 180.89 kg/cm<sup>2</sup> y 215.91 kg/cm<sup>2</sup> y en la segunda dosificación de 5% de cenizas de cebada + 15% de polvo de concha de abanico, de 164.25 kg/cm<sup>2</sup>, 185.98 kg/cm<sup>2</sup> y 226.41 kg/cm<sup>2</sup> que de acuerdo a mi patrón se obtuvieron resultados con unos ligeros aumentos en la resistencia de probetas experimentales.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que las muestras obtenidos del laborío sean llevando con sumo cuidado para obtener resultados, la que me ha permitido realizar mis ensayos correspondientes con resultados aceptables
- Recomendar el uso de la ceniza de cebada y concha de abanico en porcentajes indicados en la presente investigación 8% y 24% que fue de la siguiente manera 3% CC + 9% PCA Y 5% CC + 15% PCA.
- Puede ser utilizado en edificaciones de estructuras con baja resistencia por el hecho que en sus componentes administra porcentajes semejantes al cemento y a su vez cuenta con un Ph alcalino que posteriormente se mezclas más aglomerantes.
- En el experimento es recomendable hacerlo de forma equitativa, para así de este modo los materiales alternos puedan trabajar de una mejor manera y así llegar a obtener mejores resultados al sustituir los materiales por el mejor porcentaje de cemento deseado.

## VII.Referencias bibliográficas

Abanto, F. (1997 - 2009). Tecnología del Concreto, 1ª y 2ª edición, Ed. San Marcos, Lima-Perú.

ACAA. (2003). Fly ash facts for highway engineers. American Coal Ash Association.

Adekunle P. Adewuyi, Shodolapo O. Franklin, Kamoru A. (2015). Ibrahim. Utilization of Mollusc Shells for concrete production for sustainable environment. International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 6, Issue 9

Alfonso, e. D. (-). La industria del cemento dentro de la problemática de la contaminación de la atmosfera. España.

ASTM (s/f). Standard specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete. ASTM C618-03

Calleja (s/f). Ceniza, cemento y Hormigón con cenizas. Materiales de construcción. Recuperado de: <http://materconstrucc.revistas.csic>.

Crianza de conchas de abanico.  
[http://www.proyectosperuanos.com/conchas\\_de\\_abanico.html](http://www.proyectosperuanos.com/conchas_de_abanico.html)

Distribuidora Norte Pacasmayo. "Control de Calidad de Concreto"  
[http://www.dino.com.pe/download/?file=100600\\_Control\\_de\\_Calidad\\_de\\_Concreto.pdf](http://www.dino.com.pe/download/?file=100600_Control_de_Calidad_de_Concreto.pdf).

Flores, Y. & Mazza, S. (2014). Utilización de residuos de conchas de abanico como mejoramiento en las propiedades resistentes del concreto.

Gonzales Sandoval Federico (1995). "Manual de Supervisión de Obras de Concreto" (Segunda Edición).

Harzen Teodoro (2002). "Diseño de Estructuras de Concreto Armado" (Tercera Edición).

INEI (2009), Consumo de alimentos y bebidas. Recuperado de: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1028/cap01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1028/cap01.pdf)

Linton C. (2015). Modificación de las propiedades de matrices cementantes mediante la adición de nanopartículas de sílice.

Matienzo Maguiña Jorge (2018), 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.

Manejo y explotación de los principales bancos naturales de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la costa peruana. <http://www.fao.org/3/contents/e2d006d8-8821-57f2-949d-a0a19b59d2fe/ilo444s07>.

Norma NTP 400.037 (2002) y NTP 339 (2008). Agregados, Concreto.

Ossa, M., & Jorquera, H. (1984). Cementos con cenizas volantes.

O. Navarrete, Técnicas de Cultivo y reproducción del recurso pesquero: ' conchas de abanico <http://oneproceso.webcindario.com/Abanico.pdf>

Rendón D. & otros (2009). Evaluación de la sílice obtenida de un subproducto industrial en pastas y morteros de cemento Portland. Editorial - Colombia

Riva López Enrique (2000). "Diseño de Mezcla" (Primera Edición).

RNE, m. D. (2007). Según reglamento nacional de edificaciones. Lima.

Villegas M. (2012). Utilización De Puzolanas Naturales En La Elaboración De Prefabricados Con Base Cementicia Destinados A La Construcción De Viviendas De Bajo Costo. (tesis para Maestro En Tecnología De La Construcción). Universidad Nacional De Ingeniería, Lima, Perú.

Saavedra J. – Gonzaga (2016). Interacción de la concha de abanico triturada con los agregados triturados y redondeados en mezclas de concreto.

## **VIII. AGRADECIMIENTOS**

Un agradecimiento en primer lugar a Dios por permitirme llegar a estos momentos más satisfactorios de mi vida, a mis padres por todo el esfuerzo que realizaron para verme lograr cumplir mis metas y a mi hermano por su apoyo incondicional dándome su tiempo en momentos cruciales.



## **IX. Anexos y apéndice**

### **Anexo N° 1**

Resultados de laboratorio



**CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS	: "Resistencia del Concreto $f_c=210$ Kg/Cm <sup>2</sup> Sustituyendo al Cemento por la Combinacion de 8% de cenizas de cebada y 24% de Polvo de Argopectec Purpuratus (Concha de Abanico), Ancash 2020"		
SOLICITA	: <b>Bach. GUIMARAY CARRANZA, Junior Ezthanley.</b>		
DISTRITO	: HUARAZ	HECHO EN	: USP -HUARAZ
PROVINCIA	: HUARAZ	FECHA	: 14/03/2020
PROG (KM.)	:	ASESOR	:

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	:
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO
PROF. (m)	:

AGREGADO GRUESO				
N° TARRO		48	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1047.0	1053.5	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1038.5	1048.0	
PESO DE AGUA	(g)	8.50	5.50	
PESO DEL TARRO	(g)	168.90	169.0	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	869.60	879.0	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.98	0.63	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	<b>0.80</b>		

AGEGRADO FINO				
N° TARRO		39	31	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	880.0	907.5	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	851.0	878.0	
PESO DE AGUA	(g)	29.00	29.50	
PESO DEL TARRO	(g)	170.00	163.6	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	681.00	714.4	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	4.26	4.1	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	<b>4.19</b>		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
MATERIALES  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116644  
JEFE

## PESOS UNITARIOS

**SOLICITA :** Bach. GUMARAY CARRANZA, Junior Ezthanley.

**TESIS :** "Resistencia del Concreto  $f_c=210$  Kg/Cm<sup>2</sup> Sustituyendo al Cemento por la Combinacion de 8% de cenizas de cebada y 24% de Polvo de Argopectec Purpuratus (Concha de Abanico), Ancash 2020"

**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** TACLLAN  
**MATERIAL :** AGREGADO GRUESO  
**FECHA :** 14/03/2020

### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	27220	27215	27225
Peso de molde	7471	7471	7471
Peso de muestra	19749	19744	19754
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1439	1439	1439
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1439 Kg/m<sup>3</sup></b>		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	28420	28410	28400
Peso de molde	7471	7471	7471
Peso de muestra	20949	20939	20929
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1526	1526	1525
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1526 Kg/m<sup>3</sup></b>		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
I.C.M. - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA DE GEOMECANICA Y  
CIENCIAS DE LA TIERRA

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## PESOS UNITARIOS

**SOLICITA :** Bach. GUIMARAY CARRANZA, Junior Ezthanley.

**TESIS :** "Resistencia del Concreto  $f_c=210$  Kg/Cm<sup>2</sup> Sustituyendo al Cemento por la Combinacion de 8% de cenizas de cebada y 24% de Polvo de Argopectec Purpuratus (Concha de Abanico), Ancash 2020"

**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** TACLLAN  
**MATERIAL :** AGREGADO FINO  
**FECHA :** 14/03/2020

### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7615	7635	7635
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4195	4215	4215
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1511	1518	1518
Peso unitario prom.	1516 Kg/m <sup>3</sup>		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7920	7930	7940
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4500	4510	4520
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1621	1625	1628
Peso unitario prom.	1625 Kg/m <sup>3</sup>		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA DE SANEAMIENTO Y  
SANEAMIENTO AMBIENTAL  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO GRUESO**

**SOLICITA** : **Bach. GUIMARAY CARRANZA, Junior Ezthanley.**  
**TESIS** : "Resistencia del Concreto  $f_c=210$  Kg/Cm<sup>2</sup> Sustituyendo al Cemento por la Combinacion de 8% de cenizas de cebada y 24% de Polvo de Argopectec Purpuratus (Concha de Abanico), Ancash 2020"  
**LUGAR** : HUARAZ  
**CANTERA** : TACLLAN  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO  
**FECHA** : 14/03/2020

**A** : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)  
**B** : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)  
**C = A - B** : Volumen de masa + volumen de vacios  
**D** : Peso de material seco en el horno  
**E = C - (A - D)** : Volumen de masa

1049.0	1102.0	1101.0
655.0	689.5	688.0
394.0	412.5	413.0
1040.0	1092.0	1091.0
385.0	402.5	403.0
0.87	0.92	0.92
0.90		

**ABSORCION (%)** :  $((A-D)/D) \times 100$   
**ABS. PROM. (%)** :

**P.e. Bulk (Base Seca)** = D/C  
**P.e. Bulk (Base Saturada)** = A/C  
**P.e. Aparente (Base Seca)** = D/E

**PROMEDIO**

2.64	2.65	2.64
2.66	2.67	2.67
2.70	2.71	2.71

**PROMEDIO**

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

2.64
2.67
2.71



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 HUARAZ - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA DE CIENCIAS Y  
 AMBIENTE (EICA)

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE





**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO FINO**

**SOLICITA** : **Bach. GUIMARAY CARRANZA, Junior Ezthanley.**  
**TESIS** : "Resistencia del Concreto  $f_c=210 \text{ Kg/Cm}^2$  Sustituyendo al Cemento por la Combinacion de 8% de cenizas de cebada y 24% de Polvo de Argopectec Purpuratus (Concha de Abanico), Ancash 2020"  
**LUGAR** : HUARAZ  
**CANTERA** : TACLLAN  
**MATERIAL** : **AGREGADO FINO**  
**FECHA** : 14/03/2020

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

**ABSORCION (%)** :  $((A-F)/F) \times 100$   
**ABS. PROM. (%)** :

300.0		
679.0		
979.0		
865.9		
113.1		
297.0		
110.1		
1.01		
1.01		

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

**PROMEDIO**

2.63		
2.65		
2.70		

**PROMEDIO**

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

2.63
2.65
2.70



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 PUSL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIAS  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HUARAZ  
 HUAYO DE SAN HUARAZ  
 Ing. Elizabeth Maza Ambroja  
 CIP: 118544  
 JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

### ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

**SOLICITA :** Bach. GUIMARAY CARRANZA, Junior Ezthanley.  
**TESIS :** "Resistencia del Concreto  $f_c=210$  Kg/Cm<sup>2</sup> Sustituyendo al Cemento por la Combinacion de 8% de cenizas de cebada y 24% de Polvo de Argopectec Purpuratus (Concha de Abanico), Ancash 2020"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**FECHA :** 14/03/2020 **CANTERA :** TACLAN **MATERIAL :** AGREGADO GRUESO

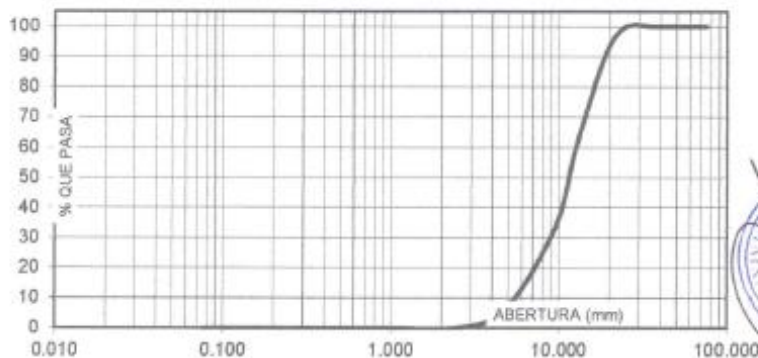
PESO SECO INICIAL	6432
PESO SECO LAVADO	6432.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ		PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)				
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	565.00	8.78	8.78	91.22
1/2"	12.500	2044.50	31.79	40.57	59.43
3/8"	9.500	1668.50	25.94	66.51	33.49
N° 4	4.750	1776.00	27.61	94.12	5.88
N° 8	2.360	378.00	5.88	100.00	0.00
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.600	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.150	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		6432.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"

HUMEDAD : 0.56%

### CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 HUARAZ - HUARAZ  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO  
 DE INGENIERÍA DE SAN LUIS Y  
 DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116944  
 JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

### ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

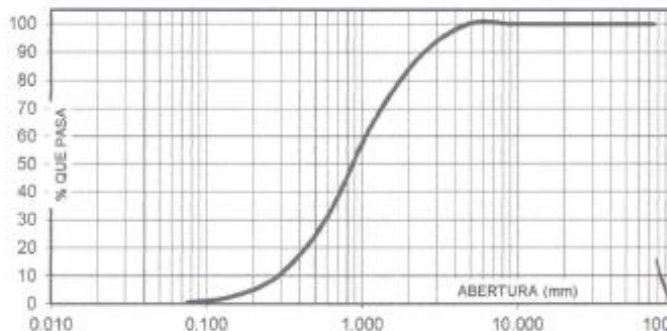
**SOLICITA :** Bach. GUIMARAY CARRANZA, Junior Ezthanley.  
**TESIS :** "Resistencia del Concreto  $f_c=210$  Kg/Cm<sup>2</sup> Sustituyendo al Cemento por la Combinacion de 8% de cenizas de cebada y 24% de Polvo de Argopectec Purpuratus (Concha de Abanico), Ancash 2020"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**FECHA :** 14/03/2020 **CANTERA :** TACLLAN **MATERIAL :** AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	1921.5
PESO SECO LAVADO	1914.50
PESO PERDIDO POR LAVADO	7.00

TAMIZ		PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)				
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	217.50	11.32	11.32	88.68
N° 16	1.180	448.50	23.34	34.66	65.34
N° 30	0.800	651.50	33.91	68.57	31.43
N° 50	0.300	396.00	20.61	89.18	10.82
N° 100	0.150	153.50	7.99	97.16	2.84
N° 200	0.075	47.50	2.47	99.64	0.36
PLATO		7.00	0.36	100.00	0.00
TOTAL		1921.50	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 4  
 MODULO DE FINEZA : 3.01  
 HUMEDAD : 4.19%

**CURVA GRANULOMETRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 REAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
 LIMPIOS DE MATERIALES  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**SOLICITA :** Bach. **GUIMARAY CARRANZA, Junior Ezthanley.**

**TESIS :** "Resistencia del Concreto  $f_c=210$  Kg/Cm2 Sustituyendo al Cemento por la Combinación de 8% de cenizas de cebada y 24% de Polvo de Argopectec Purpuratus (Concha de Abanico), Ancash 2020"

**FECHA:** 14/03/2020

**FC:** 210 kg/cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F' C (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO PATRON	-	-	14/02/2020	21/02/2020	7	156.2	74.4
2	CONCRETO PATRON	-	-	14/02/2020	21/02/2020	7	152.7	72.7
3	CONCRETO PATRON	-	-	14/02/2020	21/02/2020	7	158.6	75.5
4	CONCRETO PATRON	-	-	14/02/2020	28/02/2020	14	174.1	82.9
5	CONCRETO PATRON	-	-	14/02/2020	28/02/2020	14	175.0	83.4
6	CONCRETO PATRON			14/02/2020	28/02/2020	14	177.8	84.6
7	CONCRETO PATRON			14/02/2020	13/03/2020	28	211.0	100.5
8	CONCRETO PATRON			14/02/2020	13/03/2020	28	206.0	98.1
9	CONCRETO PATRON			14/02/2020	13/03/2020	28	215.3	102.5

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

**OBSERVACIONES :** Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE  
ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza An.  
CIP: 116544  
JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

**SOLICITA :** Bach. GUIMARAY CARRANZA, Junior Erthanley.

**TESIS :** "Resistencia del Concreto  $f_c=210$  Kg/Cm<sup>2</sup> Sustituyendo al Cemento por la Combinacion de 8% de cenizas de cebada y 24% de Polvo de Argopectec Purpuratus (Concha de Abanico), Ancash 2020"

**FECHA:** 14/03/2020

**FC:** 210 kg/cm<sup>2</sup>

Nº	TESTIGO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm <sup>2</sup>	FC/F C (%)
	ELEMENTO			MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO 5% CC+15%PCA +20%	-	-	14/02/2020	21/02/2020	7	164.7	78.4
2	CONCRETO 5% CC+15%PCA +20%	-	-	14/02/2020	21/02/2020	7	161.2	76.8
3	CONCRETO 5% CC+15%PCA +20%	-	-	14/02/2020	21/02/2020	7	166.8	79.4
4	CONCRETO 5% CC+15%PCA +20%	-	-	14/02/2020	28/02/2020	14	184.7	87.9
5	CONCRETO 5% CC+15%PCA +20%	-	-	14/02/2020	28/02/2020	14	187.0	89.0
6	CONCRETO 5% CC+15%PCA +20%	-	-	14/02/2020	28/02/2020	14	186.3	88.7
7	CONCRETO 5% CC+15%PCA +20%	-	-	14/02/2020	13/03/2020	28	228.2	108.7
8	CONCRETO 5% CC+15%PCA +20%	-	-	14/02/2020	13/03/2020	28	221.9	105.7
9	CONCRETO 5% CC+15%PCA +20%	-	-	14/02/2020	13/03/2020	28	229.1	109.1

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

**OBSERVACIONES :** Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
PIAZA - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE SEGURIDAD DE OBRAS  
CIVILES

Jng. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE

**Anexo N° 2**

*ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL*



Trujillo, 07 de febrero del 2020

**INFORME N° 44 - FEB 20**

**Solicitante:** Junior Guimaray Carranza – Universidad San Pedro

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

**Supervisor:** .....

**1. MUESTRA:** Cebada (1.0 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	C-44F	14 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: 14 mg.

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

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



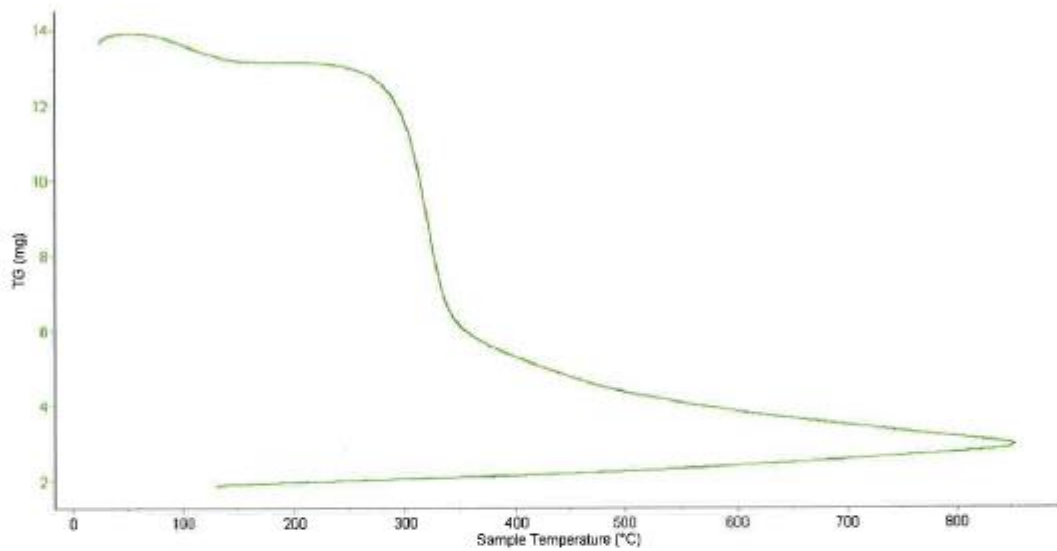


Trujillo, 07 de febrero del 2020

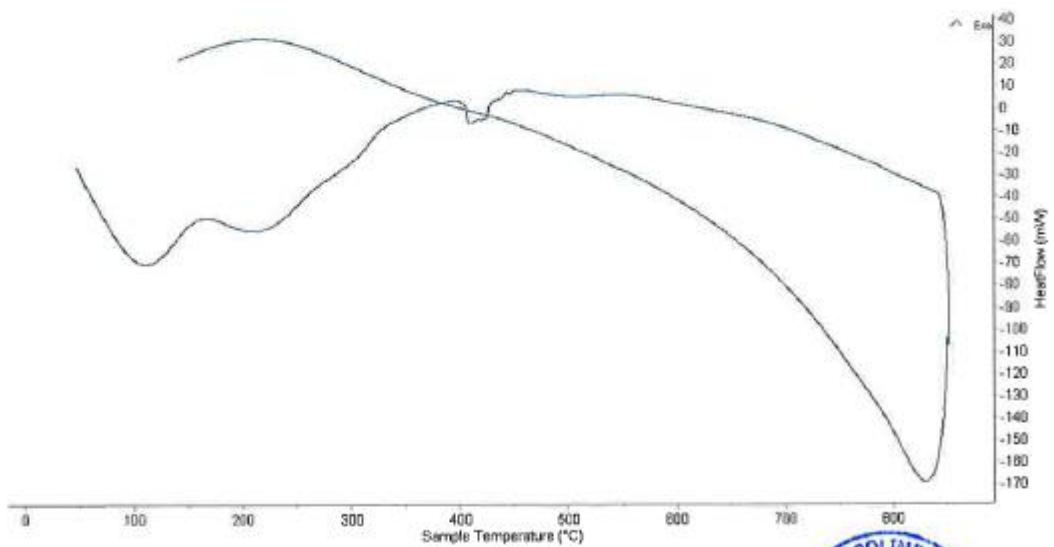
INFORME N° 44 - FEB 20

#### 4. Resultados:

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



##### II- Curva Calorimétrica /ATD





Trujillo, 07 de febrero del 2020

**INFORME N° 44 - FEB 20**

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una importante caída de la masa del material, la misma que se da en un rango entre 260 y 350°C, posteriormente la caída es lenta, hasta llegar a perder un total de 79% de su masa inicial aproximadamente cuando se ha alcanzado su máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar picos endotérmicos en 100°C y 220°C y posteriormente, más adelante, se muestra un ligero pico de absorción térmica a 410°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características del material.

Trujillo, 07 de febrero del 2020

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





Trujillo, 07 de febrero del 2020

**INFORME N° 45 - FEB-20**

**Solicitante:** Junior Guimaray Carranza – Universidad San Pedro

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

**Supervisor:** .....

**1. MUESTRA:** Concha de abanico (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-45F	45.8 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: 45.8 mg.

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

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



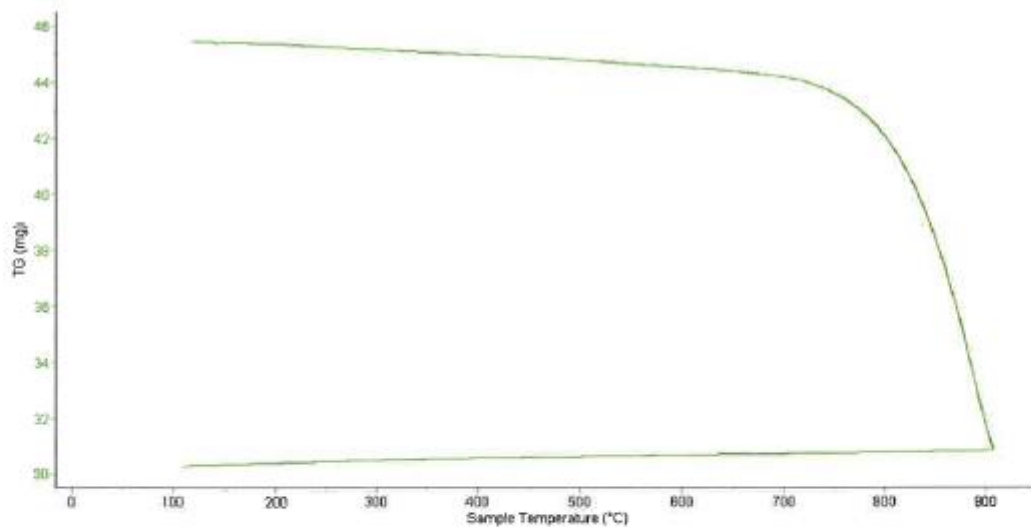


Trujillo, 07 de febrero del 2020

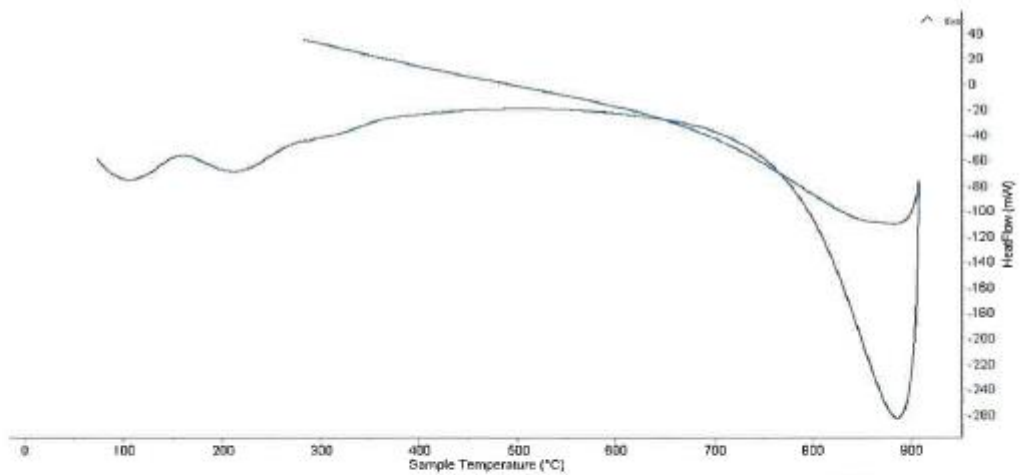
INFORME N° 45 - FEB-20

#### 4. Resultados:

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



##### II- Curva Calorimétrica ATD








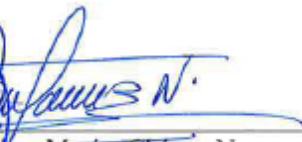
Trujillo, 07 de febrero del 2020

**INFORME N° 45 - FEB-20**

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una buena estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C, temperatura en la cual marca el inicio para la descomposición acelerada y la pérdida de material hasta caer bruscamente hasta la temperatura de ensayo máxima, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 34% de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 110, y la otra a 210 ° C y posteriormente se muestra un intenso pico de absorción térmica a 890°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 07 de febrero del 2020

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



CALCINACION DE MATERIAL	
PROYECTO:	RESISTENCIA DEL CONCRETO $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA COMBINACIÓN DE 8% DE CENIZA DE CEBADA Y 24% DE POLVO DE ARGOPECTEN PURPURATUS (CONCHA DE ABANICO), ANCASH-2020
SOLICITANTE:	GUIMARAY CARRANZA JUNIOR
FECHA DE RECEPCION	05/02/2020
FECHA DE ENSAYO	10/02/2020
MATERIAL:	CONCHAS DE ABANICO

#### RESULTADOS

TEMPERATURA DE CALCINACION	890 °C
TIEMPO A TEMPERATURA CONSTANTE MAXIMA	3 Horas 30 min
PESO INICIAL	2.89 Kg
PESO FINAL	2.38 Kg
PERDIDA(%)	29.99%



*fo*  
Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



CALCINACION DE MATERIAL	
PROYECTO:	RESISTENCIA DEL CONCRETO $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA COMBINACIÓN DE 8% DE CENIZA DE CEBADA Y 24% DE POLVO DE ARGOPECTEN PURPURATUS (CONCHA DE ABANICO), ANCASH-2020
SOLICITANTE:	GUIMARAY CARRANZA JUNIOR
FECHA DE RECEPCION	05/02/2020
FECHA DE ENSAYO	10/02/2020
MATERIAL:	CEBADA

#### RESULTADOS

TEMPERATURA DE CALCINACION	410°C
TIEMPO A TEMPERATURA CONSTANTE MAXIMA	3 Horas 30 min
PESO INICIAL	22.018 Kg
PESO FINAL	5.367 Kg
PERDIDA(%)	75.63%



  
Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197364

**Anexo N° 3**

*COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS MATERIALES*



# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

Informe N° 032 - LAO/2020

### Análisis de cenizas de cebada FRXDE

#### Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva de energía (FRXDE) de esta muestra de ceniza de cebada a pedido del Sr. Guimaray Carranza, Junior Ezthanley, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**"Resistencia del Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  Sustituyendo al Cemento por la Combinación de 6% de Cenizas de Cebada y 24% de Polvo de *Argopecten Purpurus* (Concha de Abanico) Ancash - 2020."**

La muestra consiste de granos y paja incineradas esta en la forma de cenizas de color negro.

#### 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 20  $\mu\text{A}$ . Para acumular el espectro se utilizó 2048 canales de memoria donde se registraron un millón de cuentas. Los espectros se acumularon con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; con distancia de muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 1.8 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 2020 cts/s.

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

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





# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

### Laboratorio de Arqueometría

---

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

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

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

#### **Resultados.**

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

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de cenizas de cebada. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los elementos químicos detectados con número atómico mayor que 12. El porcentaje total es mucho menos que 100% . Este resultado



# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

### Laboratorio de Arqueometría

número atómico mayor que 12; este porcentaje total es de 87.14%. Este resultado es concordante con el hecho que se trata de un material orgánico. El resto del material estará compuesto de elementos livianos, entre los que predominarán el oxígeno, carbono, nitrógeno e hidrógeno. Para mayores detalles sobre la composición elemental se recomienda utilizar el análisis por difracción de rayos-X y métodos químicos.

Tabla 1. Composición elemental de cebada molida en % de masa.

Elemento	Concentración % masa
SiO <sub>2</sub>	80.635
SO <sub>3</sub>	0.302
K <sub>2</sub> O	2.767
CaO	2.129
TiO <sub>2</sub>	0.002
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.004
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.811
NaO <sub>2</sub>	0.334
CuO	0.097
ZnO	0.056
Sub-Total	87.137
Otros	12.863
Total	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

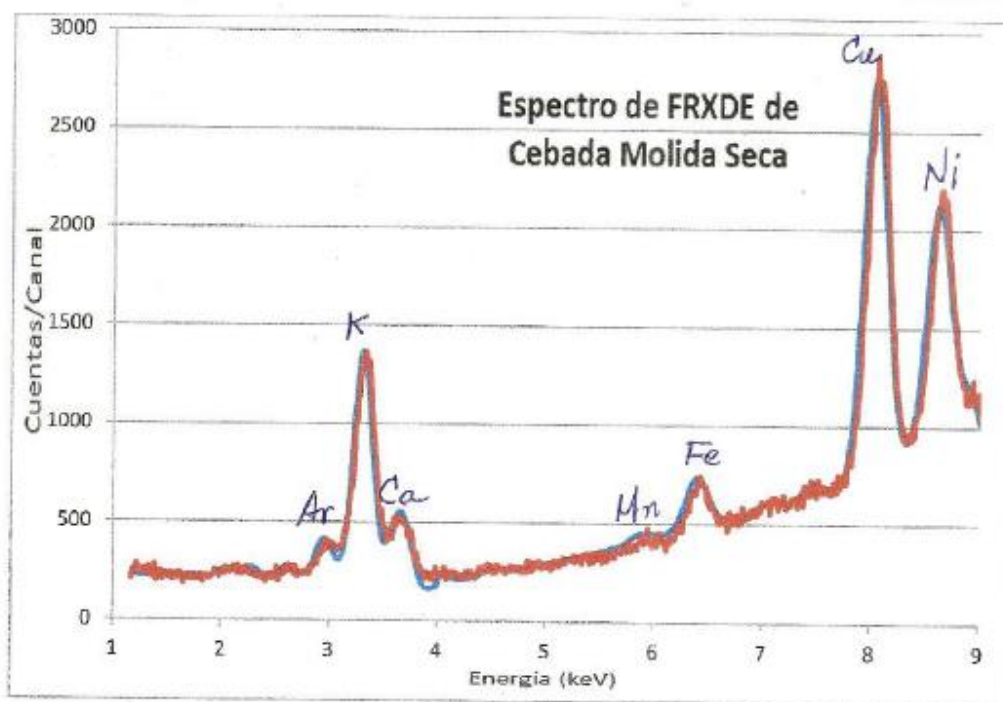


Figura 1. Espectro de FRXDE de cebada molida seca en escala lineal. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 28 de Febrero del 2020





**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**

**Laboratorio de Arquometría**

**Informe N° 034 - LAQ/2020**

**Análisis de concha de abanico por FRXDE**

#### **Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de concha de abanico a pedido del Sr. **Guimaray Carranza, Junior Ezthanley**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**"Resistencia del Concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  Sustituyendo al Cemento por la Combinación de 6% de Cenizas de Cebada y 24% de Polvo de *Argopecten Purpurus* (Concha de Abanico) Ancash - 2020."**

La muestra consiste de concha de abanico en la 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 10  $\mu\text{A}$ . Para acumular el espectro se utilizó 2048 canales de memoria donde se registraron un millón de cuentas. Los espectros se acumularon con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; con distancia de muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 1.8 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 3470 cts/s.

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

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



# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

### Laboratorio de Arqueometría

---

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

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

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

#### **Resultados.**

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

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 elementos químicos detectados con número atómico mayor que 12. El porcentaje total es mucho menor que 100%. Este resultado



# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

### Laboratorio de Arqueometría

indica que la muestra no ha sido bien calcinada. Para mayores detalles sobre la composición elemental se recomienda utilizar el análisis por difracción de rayos-X y métodos químicos.

Tabla 1. Composición elemental de concha de abanico en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
SiO <sub>2</sub>	3.014	5.476
SO <sub>2</sub>	0.659	1.197
ClO <sub>2</sub>	0.065	0.119
K <sub>2</sub> O	1.575	2.860
CaO	48.510	88.115
MnO	0.006	0.012
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.063	0.115
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.095	0.172
CuO	0.600	1.089
ZnO	0.323	0.586
RbO <sub>2</sub>	0.016	0.029
SrO	0.127	0.230
Total	55.053	100.00





# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

### Laboratorio de Archeometría

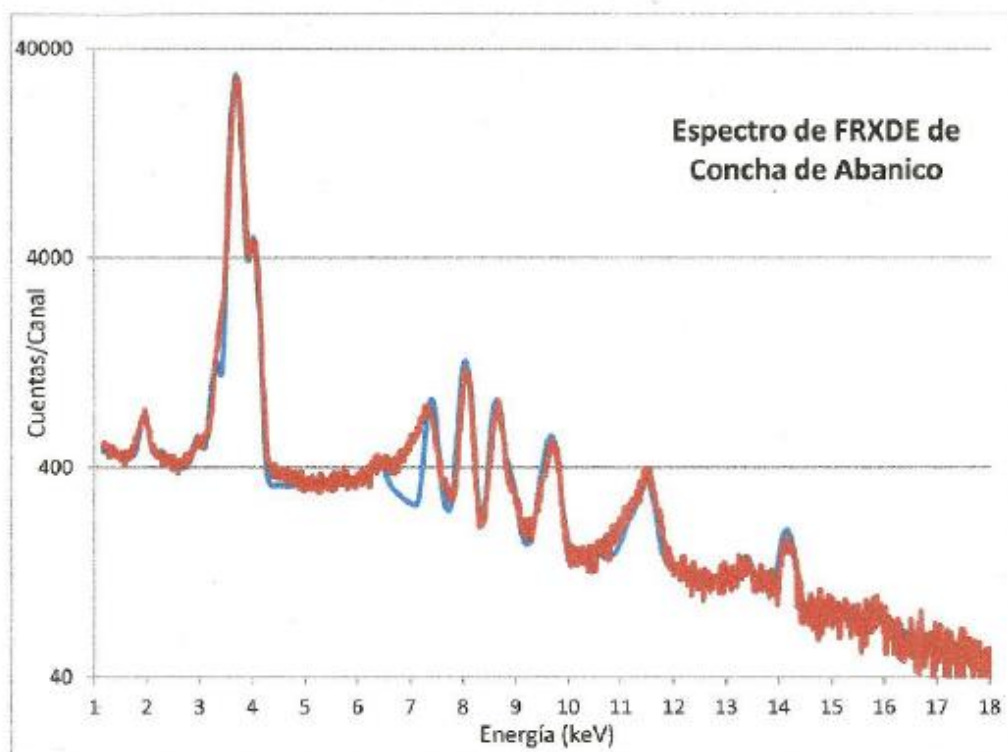


Figura 1. Espectro de FRXDE de concha de abanico en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos

Laboratorio de Archeometría

Lima, 28 de Febrero del 2020



## Anexo N° 4

### ALCALINIDAD DE LOS MATERIALES

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA  
**Facultad de Ciencias Físicas**  
**Laboratorio de Análisis de Suelos**

**Informe LAS-010-20**

A: Sr. Junior Guímaray Carranza  
De: Laboratorio de Análisis de Suelos  
Pedido: Análisis de pH  
Muestra: Dos muestras: M1 (Muestra 1), agregado fino, color crema (20.g). M2 (Muestra 2), agregado con materia orgánica (20 g), color negro.

1. Resultados de los Análisis. La tabla 1 muestra resultados de las dos muestras que se analizaron:

Tabla1. Resultados del análisis de pH de las muestras.

Muestra	Rango de pH	Resultados
M1, Agregado fino	5.81	Moderadamente ácido
M2, Agregado con materia orgánica	12.21	Muy fuertemente alcalina

Es importante resaltar que estos resultados muestran resultados de acuerdo a la bibliografía especializada.

Elaborado por:  
Mg. María L. Cerón Loayza  
Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos

Lima, 09 de Marzo del 2020



**Anexo N° 5**

*PANEL FOTOGRÁFICO*

**MATERIALES ALTERNATIVOS PARA LA SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO**

**Cebada**



**Concha de abanico**





Extracción de material de agregado



*Imagen 4: Cantera Tacllán – Huaraz*

Cenizas de cebada

Tres pasos para la incineración de la cebada



*Imagen 5: planta de cebada molida*



*Imagen 6: el pre-quemado de la planta de cebada*



*Imagen 7: pulverización de la concha de abanico*



## Ensayo de agregados en laboratorio



*Imagen 8: chucear tres capas, erasando y tomando el peso de la arena fina*



*Imagen 9: chucear tres capas, erasando y tomando el peso de la piedra 3/4"*



*Imagen 10: ambos materiales son conducidas al horno para su respectivo secado*



*Imagen 11: se realiza la granulometría escogiendo los pesos retenidos en cada malla*



*Imagen 12: prensa hidráulica para pruebas de resistencia a la compresión*



*Imagen 13: realizando las pruebas de compresión de cada probeta desencofrada*



**Imagen 14:** resultado de probetas de los primeros 7 días