

# **UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Resistencia a la Compresión de un Concreto  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$   
Sustituyendo el Cemento en 2.5%, 5% y 7.5% con Ceniza de  
Caña de Maíz – Huaraz.

**Tesis para Optener el Título Profesional de Ingeniero Civil**

**Autor:**

Cacha Villanueva, Emer Toribio

**Asesor**

Mg. López Carranza, Rubén

**Huaraz – Perú**

**2018**

## Índice General

### Contenido

Palavras clave – key words – Line de investigacion .....	i
Título.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA DEL TRABAJO .....	27
III. RESULTADOS .....	67
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....	77
V. CONCLUSIONES .....	77
VI. RECOMENDACIONES .....	78
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	79
VIII. ANEXOS Y APÉNDICES .....	80

## INDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Componentes Químicos del Cemento.....	13
Tabla 02: Componentes Químicos del Cemento.....	15
Tabla 03: Requisitos granulométricas de agregado fino según NTP.....	18
Tabla 4: Resistencia a la compresión promedio con desviación estándar.....	29
Tabla 5: Resistencia a la compresión promedio.....	29
Tabla 6: Resultados de composición elemental.....	33
Tabla 07. Diseño de muestra.....	36
Tabla 8: Peso retenido arena fina de Kechcap.....	40
Tabla 09: Datos Obtenidos del Agregado Grueso del Agregado Fino.....	43
Tabla 10: datos del peso específico y absorción.....	43
Tabla 11: Peso retenido de agregado fino-Quechcap Tacllan.....	44
Tabla 12: Peso retenido de agregado grueso-quechcap Tacllan.....	47
Tabla 13: Datos peso unitario del agregado grueso.....	49
Tabla 14: datos de peso específico y absorción del agregado grueso.....	50
Tabla 15: Datos de contenido de humedad de agregado grueso.....	51
Tabla 16: Medición del slump para los 7 días.....	53
Tabla 17: peso del agregado fino y porcentaje retenido en cada malla.....	55
Tabla 18: peso del agregado fino y porcentaje retenido en cada malla.....	55
Tabla 19: porcentaje retenido acumulado del agregado fino.....	58
Tabla 20: peso del agregado grueso y porcentaje en cada malla.....	59
Tabla 21: peso del agregado fino y porcentaje en cada malla.....	59
Tabla 22: cálculo del porcentaje de humedad del agregado fino.....	61
Tabla 23: Cálculo del porcentaje de humedad del agregado grueso.....	62
Tabla 24: Cálculo del peso específico y absorción del agregado fino.....	63
Tabla 25: Cálculo del peso específico y absorción del agregado grueso.....	64
Tabla 26: Cálculo del peso unitario del agregado grueso.....	65
Tabla 27: Características del agregado grueso y fino.....	66
Tabla 28: Características del cemento.....	67
Tabla 29: Características del agua.....	67
Tabla 30: Resistencia a la compresión.....	67
Tabla 31: Resistencia a la compresión promedio $f'_{cr}$ .....	68

Tabla 32: Resistencia a la compresión promedio $f^{\circ}cr$ .....	69
Tabla 33: Peso por Unidad de Volumen.....	70
Tabla 34: Peso por Unidad de Volumen.....	71
Tabla 35: Peso por Unidad de Volumen.....	71
Tabla 36: Peso por Unidad de Volumen.....	72
Tabla 37: Para una probeta circular de cada muestra.....	74
Tabla 38: Materiales para cada probeta con 15% de descuento.....	74
Tabla 39: materiales para nueve probetas .....	76
Tabla 40: Cantidad de cemento para cada porcentaje de cada 9 probetas.....	76
Tabla 41: Cantidad de materiales para 2.5%.....	76
Tabla 42: Cantidad de materiales para 5%.....	77
Tabla 43: Cantidad de materiales para 7.5%.....	77
Tabla 44: Resistencia a la compresión a los 7 día.....	79
Tabla 45: Resistencia a la compresión a los 14 días.....	81
Tabla 46: Resistencia a la compresión a los 28 días.....	83
Tabla 47: Resistencia a la compresión a los 28 días.....	86

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Tamices ASTM en el laboratorio de mecánica de suelos .....	20
Figura 2: Granulometría de la arena.....	22
Figura 03: Facultad de ciencias físicas laboratorio de Arqueología.....	35
Figura 04: Universidad nacional de Trujillo informe N° 171.....	91
Figura 05: Universidad nacional de Trujillo informe N° 171.....	91
Figura 06: Recolección de caña de maíz en el centro poblado menor de Huaripampa.....	91
Figura 07: Quemado de caña de maíz.....	91
Figura 08: proceso de molienda de la ceniza de caña.....	91
Figura 09: tamizado del material obtenido por la malla N°50.....	92
Figura 10: La etapa de quemado de la ceniza de la caña de maíz en el laboratorio .....	92
Figura 11: Material retenido tras el tamizado realizado.....	92
Figura 12: Peso específico del agregado fino .....	93
Figura 13: Eliminando las burbujas o espacios vacíos (saturación).....	93
Figura 14: Peso del agregado después del horno.....	93

Figura 15: El llenado del agregado fino para el traslado.....	93
Figura 16: Cuarteo del agregado grueso de Kechcap-Tacllan.....	93
Figura 17: Granulometría del agregado grueso.....	94
Figura 18: Peso del molde mas agregado grueso lugar laboratorio de la USP.....	94
Figura 19: Enzayo del material.....	95
Figura 20: Realizando 25 golpes por capa.....	95
Figura 21: Realización el llenado de la mezcla por capa.....	95
Figura 22: Retirando cuidadosamente el molde.....	95
Figura 23: Determinación del revenimiento del concreto.....	96
Figura 24: Los moldes bien asegurados y engrasado.....	96
Figura 25: Los moldes bien asegurados y engrasado lugar Shancayan el USP.....	96
Figura 26: Se determino la medición del slump.....	97
Figura 27: Elaboración de la mezcla de concreto.....	97
Figura 28: Realizando el sacado de la mezcla del trompito.....	97
Figura 29: Pasado las 24 horas listo para el desencofrado con sustitución de ceniza y el concreto patrón.....	98
Figura 30: Probetas durante el secado después del curado.....	98
Figura 31: Montaje para ensayo de compresión uniaxial.....	99
Figura 32: Producido falla en los mismos durante la compresión.....	99
Figura 39: Límites granulométricos del agregado fino.....	58
Figura 41: Límites granulométricos del agregado grueso.....	61
Figura 42: Gráfico de humedad natural del agregado fino.....	63
Figura 43: Resistencia a la compresión a los días.....	80
Figura 44: Resistencia a la compresión a los 14.....	82
Figura 45: Resistencia a la compresión a los 28 días.....	84
Figura 46 : Resistencia a la compresión a los 28 días.....	85

## **TITULO**

Resistencia a la Compresión de un Concreto  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$  Sustituyendo el Cemento en 2.5%, 5% y 7.5% con Ceniza de Caña de Maíz – Huaraz.

**PALABRAS CLAVE:**

<b>Tema</b>	Resistencia de Caña de Maiz
<b>Especialidad</b>	Tecnología de Concreto

**KEY WORDS:**

<b>Theme</b>	Corn cane resistance
<b>Specialty</b>	Concrete Technology

**LÍNEA DE INVESTIGACION**

LÍNEA DE INVESTIGACION	AREA	SUB AREA	DICIPLINA	CAMPOS DE INVESTIGACION
Estructuras	2.00 Ingeniería y Tecnología	2.1 Ingeniería Civil	2.1.1 Ingeniería Civil 2.1.2 Ingeniería de la Construcción	- Análisis y Diseño de las Estructuras -Desempeño Estructural
Construcción y Gestión de la Construcción	2.00 Ingeniería y Tecnología	2.1 Ingeniería Civil	2.1.1 Ingeniería Civil 2.1.2 Ingeniería de la Construcción	- Materiales de la construcción. - Tecnología de la construcción y Procesos constructivos. - Formulación y gestión de proyectos Civiles. - Calidad, seguridad y salud en la construcción

## **RESUMEN:**

El presente proyecto de investigación tuvo por objeto analizar la sustitución de ceniza de caña de maíz al concreto, el cual determinó si este produce un incremento en la resistencia a compresión.

El presente trabajo de grado evalúa el uso de mezclas de cemento con el contenido de las cenizas, adquiridas de la caña de maíz como sustitución parcial del cemento Portland en 2.5%, 5% y 7.5% de su proporción, diseñadas en base a una mezcla patrón con una resistencia a la compresión de 280 Kg/cm<sup>2</sup>. El método empleado se dividió en dos fases: la primera fue la obtención de la ceniza, lo cual implicó la extracción de hojas y solo dejar la caña de la plantación de caña de maíz, proceso de incineración, moliendas, cribado y gradado de la ceniza, así como los ensayos correspondientes a las propiedades de la ceniza según la norma peruana NTP 339.03499 y la norma ASTM C-11 la fase comprendió: diseño, elaboración de mezclas, asentamiento en el cono de Abrams, curado de probetas, densidad y ensayos de resistencia a compresión de probetas normalizadas de 10 cm de diámetro a los 3, 7, 14 y 28 días según la Norma

Los resultados de la investigación indican que la ceniza obtenida de la calcinación controlada de la planta de maíz es un material válido como sustituto parcial del cemento Portland en mezclas de concreto.

Según los resultados de los ensayos a compresión la sustitución de ceniza de caña de maíz con respecto al patrón el más cercano es el porcentaje de 2.5% a los siete días en un porcentaje de 76.5 % pero a los 28 días quien sigue es el 5% en un 70.7% con respecto al concreto patrón.

## **ABSTRACT**

The purpose of this research project was to analyze the substitution of corn cane ash to concrete, which determined whether it produces an increase in compressive strength.

The present work of degree evaluates the use of mixtures of cement with the content of the ashes, acquired from the cane of corn as partial replacement of the Portland cement in 2.5%, 5% and 7.5% of its proportion, designed on the basis of a mixture pattern with a compressive strength of 280 Kg / cm<sup>2</sup>. The method used was divided into two phases: the first was obtaining the ash, which implied the extraction of leaves and only leaving the cane of the corn plantation, incineration process, grinding, screening and grading of the ash , as well as the tests corresponding to the properties of the ash according to the Peruvian norm NTP 339.03499 and the ASTM C-11 standard, the phase included: design, elaboration of mixtures, settlement in the Abrams cone, curing of specimens, density and testing of Compressive strength of standardized test pieces of 10 cm in diameter at 3, 7, 14 and 28 days according to the Standard.

The results of the investigation indicate that the ash obtained from the controlled calcination of the corn plant is a valid material as a partial substitute for Portland cement in concrete mixtures.

According to the results of the compression tests the substitution of corn cane ash with respect to the closest pattern is the percentage of 2.5% at seven days in a percentage of 76.5% but at 28 days who follows is 7.5% at 70.7 % with respect to the concrete pattern.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En la ciudad de Huaraz no existen suficientes estudios sobre la sustitución de la ceniza de Caña de Maíz, en concretos  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  por ello surge la idea de que hoy en día muchos de nosotros tenemos esa duda para sustituir la ceniza de Caña de Maíz.

La ceniza es conocida por sus beneficios en términos de resistencia en mezclas de concreto; también la ceniza de caña de maíz se considera como un material puzolanico; ya que posee un alto contenido de óxido de sílice y óxido de aluminio, los cuales junto con el hidróxido de calcio generaran un material cementante.

La presente investigación estudiara los valores de resistencia a la compresión de concreto sustituido con Ceniza Caña de Maíz; para obtener mayores valores de las propiedades de resistencia a la compresión. La tesis tiene como finalidad realizar un análisis comparativo de concreto sustituido con Ceniza de caña de Maíz, en porcentajes de 2,5%, 5% y 7.5% frente a un concreto patrón, determinando la variación de la consistencia del concreto en estado fresco.

La caña de maíz extraído cemento Portland tipo I y Agua potable. Se realizó el diseño de mezclas por el método ACI-211.

El cálculo para determinar comparativamente las propiedades físicas y mecánicas de los agregados a utilizar, luego se realizará la elaboración de testigos para ensayos de resistencias a la compresión; a través de estos ensayos determinaremos si esta sustitución que favorece a la resistencia a la compresión.

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál será el análisis comparativo a la resistencia a la compresión, consistencia de un concreto sustituido con ceniza de caña de maíz elaborado con agregados de la cantera de Huaraz, con respecto a un concreto patrón de calidad  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ ?

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Actualmente, no existen suficientes estudios sobre la sustitución de la ceniza de Caña de Maíz en concretos tradicionales en el ámbito Huaracino, por ello surge la idea de poder sustituir con el secado y quemado de la planta de cana de maíz este elemento en mezclas de concreto tradicionales, con la finalidad de obtener posibles mejoras en la resistencia a la compresión de este nuevo concreto sustituyendo con ceniza de Caña de Maíz en los porcentajes de 2.5; 5 y 7.5% en  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$

Por lo anteriormente descrito, se plantea la necesidad de sustituir con caña de Maíz en las mezclas de concreto tradicionales, en diferentes porcentajes (0, 2.5, y 7.5%), de manera que se encuentre un punto óptimo de consistencia, resistencia a la compresión, minimizando así, la cantidad de cemento a utilizarse en un diseño de mezclas tradicional, lo que conlleva a la optimización de recursos en el proceso de diseño de mezclas.

### **FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA**

¿Cuáles serán los resultados del análisis comparativo a la resistencia a la compresión, del concreto sustituyendo la ceniza de caña de maíz, con respecto a un concreto patrón de calidad  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ ?

### **ANTECEDENTES DE LA TESIS**

#### **ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL**

**antecedente nacional – “las cenizas de cascara de arroz, adición puzolánica en cemento y concreto”.**

Título: “Las cenizas de cascara de arroz, adición puzolánica en cemento y concreto”

Universidad: Universidad de Piura

Autores: Dra. Rosaura Vásquez A., Bach. Patricia Vigil.

Año de Publicación: 2000

**Objetivo:** Determinar cómo afecta la calcinación de de cascara de arroz en la consistencia del concreto patrón.

**Conclusión:** De la Investigación: Mediante la Calcinación controlada de la cascara de arroz, a 400°C se ha obtenido una ceniza que consiste esencialmente en sílice amorfa, con un alto contenido de SiO<sub>2</sub> (93%); los cementos Portland estudiados con la adición de la puzolana de Ceniza de Cáscara de Arroz, mejoran sus resultados en los ensayos de resistencia a la compresión; estos demuestran la factibilidad de la técnica de elaboración utilizada, el mejor comportamiento de la adición de esta ceniza es al 30% de su adicción.

**Comentario:** Al realizar una calcinación a los 400°C da una mejor composición mineralógica con mayor contenido de silicio en un 93% así que esta base daría a conocimiento de nuestra investigación para realizar la calcinación a la misma temperatura.

**Antecedente nacional** – “análisis por variabilidad de resistencia a compresión de calidad 210 kg/cm<sup>2</sup> concreto usando aditivos superplastificantes y micro sílice con cemento ip con agregado de la cantera de huancabamba y pampas en la ciudad del andahuaylas departamento de apurímac”.

Título: “Análisis por variabilidad de resistencia a compresión de calidad 280 kg/cm<sup>2</sup> concreto usando aditivos súper plastificantes y micro sílice con cemento IP.

Universidad: “Universidad Andina del Cusco”

Autores: Ing. Edson Fernando Meza Duran, Ing. Kelving Carlos León Medina

Año de Publicación: 2016

**Objetivo:** Determinar la resistencia a compresión de un concreto adicionado un aditivo super plastificante y micro sílice de cemento IP con agregado de la cantera de Huancabamba y Pampas de la ciudad de Andahuaylas.

**Conclusión:** Se demostró que al adicionar un super plastificante y micro sílice al 10% respecto al peso del cemento; incrementando su resistencia a la compresión hasta 397 kg/cm<sup>2</sup> con respecto a un concreto patrón de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Comentario:** Al agregar micro sílice a un 10% con respecto al peso del cemento, podemos observar que este incremento su resistencia hasta en un 89% del concreto patrón, siendo un punto de apoyo de que la sílice incrementa la resistencia.

## **ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL**

### **Antecedente Internacional – “Estudio de Morteros de Cemento Portland con Ceniza de Rastrojo de Maíz: Posibilidad de uso en Construcción Rurales”**

Investigación: “Estudio de Morteros de Cemento Portland con Ceniza de Rastrojo de Maíz: Posibilidad de uso en construcción rurales”

Universidad: “Universidad Politécnica de Valencia” (España)

Autores: Bach. Alejandro Escalera Cruz

Año de Publicación: 2008

**Objetivo:** Determinar la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con 2.5, 5 y 7.5% de ceniza de Rastrojo de Maíz, respecto a un concreto patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

**Conclusión:** En este trabajo de investigación se realiza una calcinación a temperaturas entre 400 a 1000 °C, entre estas temperaturas la que da una mejor composición mineralógica es la de 700 °C, con composición de Caolinita y Sanidina, que en su mayoría tiene contenido de Cal y Silicio; luego se realizó ensayos de resistencias a los 28 días, 56 días y 90 días; los resultados demuestran que tiene una composición de puzolana teniendo una resistencia a compresión similar a las de los morteros de control que se tuvieron en la investigación.

**Comentario:** La investigación se basa en la utilización la calcinación del Rastrojo de Maíz el cual al ser calcinado a 700°C alcanza su mejor composición mineralógica, que también a los 400°C tiene una composición similar y los ensayos demuestran también que alcanza una composición similar a la del concreto base.

## **MARCO TEÓRICO**

### **ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES**

Para la presente investigación se ha basado en describir el concreto como base de la investigación, destacando sus propiedades, tipos y sus componentes. Así mismo

en el desarrollo complementamos conceptos relacionados a la ceniza de Caña de maíz dentro de la ingeniería.

## **CONCRETO**

El concreto es el material constituido por la mezcla, en ciertas proporciones, de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción.

El cemento, el agua y la arena constituyen el mortero cuya función es unir las diversas partículas de agregado grueso llenando los vacíos entre ellas. Las mezclas de estos compuestos producen una masa plástica que puede ser moldeada pero cuanto más pasa el tiempo esta pierde esa característica y se vuelve cada vez más rígida. (Pasquel Carbajal, *Temas de Tecnología de Concreto*, 1998).

## **TIPOS DE CONCRETO**

El concreto se clasifica de la siguiente manera:

### **CONCRETO SIMPLE**

Es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua. En la mezcla el agregado grueso deberá estar totalmente envuelto por la pasta de cemento, el agregado fino deberá rellenar los espacios entre el agregado grueso y a la vez estar recubierto por la misma pasta. (Castillo, *Tecnología del Concreto*, 2009).

## **COMPONENTES DEL CONCRETO**

La tecnología del concreto moderna define para este material cuatro componentes: Cemento, agua, agregados, y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo.

Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por tanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, siendo a la larga una solución

más económica si se toma en cuenta el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento. (Pasquel Carbajal, *Temas de Tecnología de Concreto*, 1998)

## CEMENTO

Es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas de calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes. (Pasquel Carbajal, *Temas de Tecnología de Concreto*, 1998)

### Cemento portland

Es un cemento hidráulico producido por la pulverización de Clinker, el cual está compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos, conteniendo además, una o más formas de sulfato de calcio, como un añadido en la etapa de molienda.

Todo cemento Portland que se utilice para su elaboración de concretos, debe cumplir con la norma ASTM C-150 "Estándar Specification for Portland Cement", que las clasifica de la siguiente manera:

*Tabla 1: Componentes Químicos del Cemento*

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

*Fuente: Riva López Enrique, Diseño de mezcla.*

Tabla 02: Componentes Químicos del Cemento

CONPUESTO	PORCENTAJE
<b>CaO</b>	61 % - 67 %
<b>SiO<sub>2</sub></b>	20 % - 27 %
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	4 % - 7 %
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	2 % - 4 %
<b>SO<sub>3</sub></b>	1 % - 3 %
<b>MgO</b>	1 % - 5 %
<b>K<sub>2</sub>O y Na<sub>2</sub>O</b>	0.25 % - 1.5 %

*Fuente: Riva López, Enrique, Diseño de mezcla.*

### **Tipos de Cemento**

Los tipos de cemento portland se clasifican de la siguiente manera:

**Tipo I:** Destinado a obras en general que le exigen propiedades especiales.

**Tipo II:** Destinado a obras expuestas a la acción moderada de los sulfatos y a obras en donde se requiere moderado calor de hidratación.

**Tipo III:** Desarrolla altas resistencias iniciales.

**Tipo IV:** Desarrolla bajo calor de hidratación.

**Tipo V:** Ofrece alta resistencia a la acción de los sulfatos. (Pasquel Carbajal, Topicos de Tecnología de Concreto, 1998)

### **Características de los cementos Puzolánicos:**

Los cementos Puzolanicos se controlan con la norma ASTM C-595.

### **AGREGADOS**

Generalmente se entiende por agregado a la mezcla de arena y piedra de granulometría variable. El concreto es un material compuesto básicamente por agregados y pasta cementante, elementos de comportamientos bien diferenciados: Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011.

Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto.

Los agregados conforman el esqueleto granular del concreto y son el elemento mayoritario ya que representan el 80-90% del peso total de concreto, por lo que son responsables de gran parte de las características del mismo. Los agregados son generalmente inertes y estables en sus dimensiones.

## **CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS**

### **Clasificación por su Origen**

Por su origen los agregados se clasifican en Agregados Naturales Agregados Artificiales. Se considera como:

#### **Agregados Naturales:**

Son los formados por los procesos geológicos naturales que han ocurrido en el planeta durante miles de años, y que son extraídos, seleccionados y procesados para optimizar su empleo en la producción de concreto. (RIVVA, 2000)

#### **Agregados Artificiales:**

Proviene de un proceso de transformación de materiales naturales, que proveen productos secundarios que con un tratamiento adicional se habilitan para emplearse en la producción de concreto.

## **CLASIFICACIÓN POR SU TAMAÑO**

De acuerdo a su tamaño los agregados se clasifican en: Agregado Fino y Agregado Grueso.

#### **Agregado Fino**

Es aquel que pasa íntegramente el tamiz de 3/8" y como mínimo en un 95% el Tamiz N° 4, quedando retenido en el Tamiz N° 200. (RIVVA, 2000).

### **Agregado Grueso**

Es aquel que queda retenido, como mínimo, en un 95% en el Tamiz N° 4. (RIVVA, 2000).

### **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

En general son primordiales en los agregados las características de densidad, resistencia, porosidad, y la distribución volumétrica de las partículas, que se acostumbra denominar granulometría o gradación.

### **GRANULOMETRÍA**

La medición del volumen de los tamaños de diferentes tamaños de partículas sería muy difícil su realización, es por ello que se realiza la medición de estas de forma indirecta, el cual es tamizándolas por medio de una serie de mallas de aberturas conocidas y pesando los materiales retenidos refiriéndolos en porcentaje con respecto al peso total. (Pasquel Carbajal, Topicos de Tecnología de Concreto, 1998).

A esto es lo que se denomina análisis granulométrico o granulometría, que es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños.

La serie de tamices estándar ASTM para concreto tiene la particularidad de que empieza por el tamiz de abertura cuadrada 3" y el siguiente tiene abertura igual a la mitad de la anterior. A partir de la malla 3/8" se mantiene la misma secuencia, pero el nombre de las mallas se establece en función del número de aberturas por pulgada cuadrada. (Pasquel Carbajal, Topicos de Tecnología de Concreto, 1998).

El significado práctico del análisis granulométrico de los agregados estriba en que la granulometría influye directamente en muchas propiedades del concreto tanto fresco como endurecido, por lo que interviene como elemento indispensable en todos los métodos de diseño. Mezclas. (Pasquel Carbajal,



*Figura 1: Tamices ASTM en el laboratorio de mecánica de suelos*

*Fuente: Elaboración propio*

Además, la norma prescribe que la diferencia entre el contenido que pasa una malla y el retenido en la siguiente, no debe ser mayor del 45% del total de la muestra. De esta manera, se tiende a una granulometría más regular. En cuanto a granulometría se refiere, los mejores resultados se obtienen con agregados de granulometrías que queden dentro de las normas y que den curvas granulométricas suaves. (Castillo, Tecnología del Concreto, 2009).

*Tabla 03: Requisitos granulométricas de agregado fino según NTP*

DENOMINACIÓN DEL TAMIZ	ABERTURA EN PULGADAS	ABERTURA EN MILÍMETROS
3"	3.0000	75.0000
1 1/2"	1.5000	37.5000
3/4"	0.7500	19.0000
3/8"	0.3750	9.5000
Nro. 4	0.1870	4.7500
Nro. 8	0.0937	2.3600
Nro. 16	0.0469	1.1800
Nro. 30	0.0234	0.5900
Nro. 50	0.0117	0.2950
Nro. 100	0.0059	0.1475
Nro. 200	0.0023	0.0737

*Fuente: Riva López Enrique, Diseño de mezcla.*

## **GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO**

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la Norma ITINTEC 400.037 o en la norma ASTM C-33.

Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas, para que se cumplan las hipótesis asumidas.

La humedad se expresa de la siguiente manera según la norma NTP 339-185 (ASTM C-566):

## **GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO**

Agregado fino se le denomina aquel agregado que pasa la malla 3/8 y el N° 4 y es retenido casi completamente en la malla N°200 y que cumple con los requisitos establecidos en la norma. En general es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los siguientes límites:

*Tabla 04: Requisitos granulométricos de agregado fino según NTP*

Malla	% Que Pasa
3/8	100
N° 4	95-100
N° 8	80-100
N° 16	50-85
N°30	25- 60
N°50	05-30
N°100	0-10

*Fuente: Riva López Enrique, Diseño de mezcla.*

El control de la granulometría se aprecia mejor mediante un gráfico, en la que las ordenadas representan el porcentaje acumulado que pasa la malla, y las abscisas, las aberturas correspondientes.

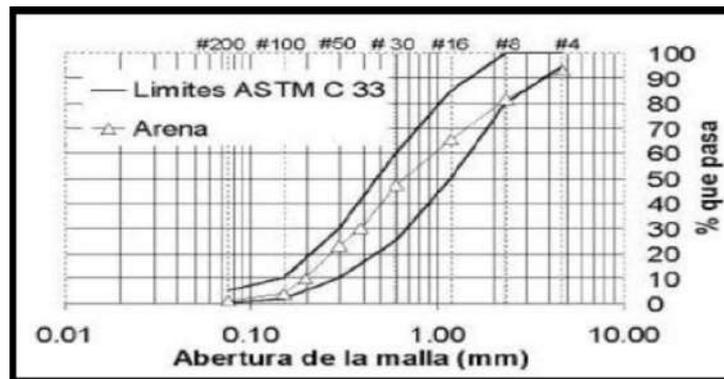


Figura 2: Granulometría de la arena.  
Fuente: Norma astm c33 o ntp 400.037.

### MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO

Es un índice aproximado del tamaño medio de los agregados. Cuando este índice es bajo quiere decir que el agregado es fino, cuando es alto es señal de lo contrario. El módulo de fineza, no distingue las granulometrías, pero en caso de agregados que estén dentro de los porcentajes especificados en las normas granulométricas, sirve para controlar la uniformidad de los mismos. El módulo de fineza de un agregado se calcula sumando los porcentajes acumulativos retenidos en la serie de las mallas estándar: 3", 1 3/8", N°4, N°16, N°30, N°50, N°100 y dividiendo entre 100.

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

las arenas comprendidas entre los módulos de 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para los concretos de alta resistencia. (Castillo, Tecnología del Concreto, 2009).

### MODULO DE FINEZA DEL AGREGADOS COMBINADOS

Cuando se combinan materiales de diferentes dimensiones como arena y grava, el procedimiento a seguir para determinar el módulo de fineza de la combinación de agregados es el siguiente:

Se calcula el módulo de fineza de cada uno de los agregados por separado

Se calcula el factor en cada uno de ellos entra en la combinación

El módulo de fineza de la combinación de agregados será igual a la suma de los productos de los factores indicados por el módulo de fineza de cada agregado.

### **TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO**

Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso. (INDECOPI, NTP. 400.012, 2001).

### **TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO**

Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido. (INDECOPI, NTP. 400.012, 2001).

### **PESO ESPECÍFICO**

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Las normas NTP 400.021 (ASTM C-127) y NTP.

400.022 (ASTM C-128) establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio, distinguiéndose tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación. Hay que tener en cuenta que las expresiones de la norma son adimensionales, luego hay que multiplicarlas por la densidad del agua en las unidades que se deseen para obtener el parámetro a usar en los cálculos. (Pasquel Carbajal, Tópicos de Tecnología de Concreto, 1998).

### **PESO UNITARIO**

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas, está influenciado por la manera en que se acomodan estas, lo que lo convierte en un parámetro hasta cierto punto relativo.

La norma NTP 400.017 (ASTM C-29) define el método estándar para evaluarlo, en la condición de acomodo de las partículas luego de compactarlas en un molde metálico apisonándolas con 25 golpes con una varilla de 5/8" en 3 capas. El valor obtenido, es el que se emplea en algunos métodos de diseño de mezcla para estimar las proporciones y también para hacer conversiones de dosificaciones en peso a dosificaciones en volumen.

## **PORCENTAJE DE VACÍOS**

Es la medida del volumen expresada en porcentaje de espacios entre las partículas de agregados. Depende también del acomodo entre partículas, por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario.

## **ABSORCIÓN**

Es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en ésta, se expresa como porcentaje del peso seco. El agregado se considera "seco" cuando éste ha sido mantenido a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  por tiempo suficiente para remover toda el agua sin combinar. (INDECOPI, NTP. 300.078, 2002)

Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado.

Tiene importancia, pues se refleja en el concreto reduciendo el agua de mezcla, con influencia en las propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerla siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias: Las normas NTP 400.021 (ASTM C-127) y NTP 400.022 (ASTM C-128), ya mencionadas, establecen la metodología para su determinación en agregados gruesos expresada en la siguiente formula:

$$\% \text{ de Absorción} = \frac{\text{Peso Saturado Superficialmente} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

## **PESO ESPECÍFICO DE MASA (Pem)**

Es la relación, a una temperatura estable dada, de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado (incluyendo los poros permeables e impermeables en las partículas, pero no incluyendo los poros entre partículas); a la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas. (INDECOPI, NTP 400.022, 2002) El peso específico de masa (Pem) se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$Pem = \frac{W_o}{V - V_n} \times 100$$

Dónde:

**Pem** = Peso específico de masa,

**Wo** = Peso del aire en la muestra secada en el horno (Gramos)

**V** = Volumen del frasco en cm<sup>3</sup>

**Va** = Peso en gramos o volumen cm<sup>3</sup> de agua añadida al frasco.

### **PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (SSS)**

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado incluyendo la masa del agua de los poros llenos hasta colmarse por sumersión en agua por 24 horas aproximadamente (pero no incluyendo los poros entre partículas), comparada con la masa en el aire de un igual volumen de agua destilada libre de gas. (INDECOPI, NTP 400.022, 2002) El peso específico de masa saturada superficialmente seco (SSS) se determina por medio de la siguiente fórmula:

Dónde:

$$Pe_{SSS} = \frac{500}{V - V_n} \times 100$$

**PeSSS** = Peso específico de masa saturada **V** = Volumen del frasco en cm<sup>3</sup>

**Va** = Peso en gramos o volumen cm<sup>3</sup> de agua añadida al frasco.

### **PESO ESPECÍFICO APARENTE (Pea)**

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de la porción impermeable del agregado, a la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas. (INDECOPI, NTP 400.022, 2002) El peso específico aparente (Pea) se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$Pea = \frac{W_o}{(V - V_n)(500 - W_o)} \times 100$$

Dónde:

**Pea** = Peso específico aparente,

**W<sub>o</sub>** = Peso del aire en la muestra secada en el horno (Gramos)

**V** = Volumen del frasco en cm<sup>3</sup>

**V<sub>a</sub>** = Peso en gramos o volumen cm<sup>3</sup> de agua añadida al frasco.

## **POROSIDAD**

Es el volumen de espacios dentro de las partículas de agregados. Tiene una gran influencia en todas las demás propiedades de los agregados, pues es representativa de la estructura interna de las partículas. No hay un método estándar en ASTM para evaluarla. (Pasquel Carbajal, *Temas de Tecnología de Concreto*, 1998).

## **CONTENIDO DE HUMEDAD**

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado.

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Peso Original de la Muestra} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} * 100$$

(Pasquel Carbajal, *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú*, 1998)

### **Requisitos de usos**

- El agregado fino será arena natural. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compactas y resistentes.
- El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales y otras sustancias perjudiciales.
- Debe cumplir las normas sobre su granulometría.
- Se recomienda que las sustancias dañinas, no excederán los porcentajes máximos siguientes:
  - Partículas deleznales: 3%

- Material más fino que la malla N°200: 5%

## **AGUA**

Siendo el agua un elemento indispensable para el proceso de hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto, este componente debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales, si tiene ciertas sustancias que pueden dañar al concreto.

### **AGUA DE MEZCLA**

El agua de mezcla en el concreto tiene como funciones las siguientes:

- ✚ Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- ✚ Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad de la mezcla.
- ✚ Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

Por lo tanto la cantidad de agua que interviene en la mezcla es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del cemento

### **AGUA PARA CURADO**

En general, los mismos requisitos que se exigen para el agua de mezcla deben ser cumplidos por las aguas para curado, y por otro lado en obras es usual el empleo de la misma fuente de suministro de agua tanto para la preparación como para el curado.

El curado es un proceso que consiste en mantener húmedo el concreto por varios días después de su colocación, con el fin de permitir la reacción química entre el cemento y el agua (Hidratación del Cemento).

El concreto alcanza el 70% de su resistencia especificada a los 7 días del vaciado.

La resistencia final del concreto depende en gran manera de las condiciones de humedad y temperatura durante este periodo inicial. El 30% o más de la resistencia, puede perderse por un secado prematuro del concreto si la temperatura baja a 5°C o

menos durante los primeros días, a menos que se mantenga el concreto continuamente húmedo durante un largo tiempo después del descenso de temperatura.

### **CAÑA DE MAIZ**

El estudio se trabajará con Plantas de Caña de Maíz cultivadas en el departamento del Ancash distrito de Olleros Centro Poblado de Huaripampa; Esta planta tiene un crecimiento rápido; el tallo es simple, rígido y sólido. Presenta hojas de aproximadamente 1m de longitud y hasta 10 cm de ancho, ásperas al tacto.

Planta anual que pertenece a la familia de las Paseas, de crecimiento rápido, que rebasa a los 2m de altura sino le falta agua. **(Cruz, 2008).**

La caña de maiz se llama en si a la planta seca; al ser calcinado a 600°C, alcanza un nivel de composición de Caolinita ( $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ ),  $Na_4Ca(SO_4)_3$ ,  $KCa(PO_3)_3$ ; y sanidina ( $(Na,k)AlSi_3O_8$ ); que tienen alta composición de puzolana.

### **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

La resistencia a la compresión se define como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Expresado en kilogramos por centímetros cuadrados ( $kg/cm^2$ ), mega pascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg<sup>2</sup> o PSI) a una edad de 28 días. Se pueden utilizar otras edades para las pruebas, pero es importante saber la relación entre la resistencia a los 28 días y las resistencias en otras edades. La resistencia a los 7 días normalmente se estima como 75% P de la resistencia a los 28 días. La resistencia a la compresión especificada se designa con el símbolo de  $f_c$ . La resistencia a la compresión del concreto se mide mediante unos testigos de 30cm de altura por 15 cm de diámetro, llevándole hasta la ruptura mediante cargas que se incrementan relativamente rápidos esto dura unos pocos minutos.

La resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga y se reporta de acuerdo a el área.

## **ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034 1999)**

El método de ensayo consiste en aplicar una carga axial en compresión a los moldes cilíndricos o corazones en una velocidad tal que esté dentro del rango especificado:

$$R_c = \frac{4G}{\pi D^2}$$

Dónde:

**R<sub>c</sub>**: Es la resistencia de rotura a la compresión, en kilogramos por centímetro cuadrado.

**G**: La carga máxima de rotura en kilogramos.

**D**: Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en centímetros.

## **DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO**

El diseño de mezclas de concreto, es conceptualmente, la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, para lograr un material resultante que satisfaga de la manera más eficiente los requerimientos particulares del proyecto constructivo. Es usual el suponer que esta técnica consiste en la aplicación sistemática de ciertas tablas y proporciones ya establecidas que satisfacen prácticamente todas las situaciones normales en las obras. (Pasquel Carbajal, Tópicos de Tecnología de Concreto, 1998) .

## **OBJETIVOS DEL DISEÑO DE MEZCLAS**

Los objetivos del diseño de mezclas de concreto determinar la combinación más práctica (factible de realizar), económica, satisfacción de requerimientos según condiciones de uso en los sistemas constructivos, para hacer edificaciones durables, y lograr eficiencia en los procesos constructivos tanto en obra como en planta.

## **MÉTODO DE DISEÑO: A.C.I.**

Este procedimiento considera pasos para el proporcionamiento de mezclas de concreto normal, incluidos el ajuste por humedad de los agregados y la corrección a las mezclas de prueba.

El método del American Concrete Instituto se basa en tablas empíricas mediante las cuales se determinan las condiciones de partida y la dosificación. (RIVVA, 2000).

### **SECUENCIA DE DISEÑO**

La secuencia del diseño de mezcla de método ACI es de la siguiente manera. Independientemente que las características finales del concreto sean indicadas en las especificaciones o dejadas al criterio del profesional responsable del diseño de la mezcla, las cantidades de materiales por metro cubico de concreto pueden ser determinadas, cuando se emplea el Método del comité del ACI, siguiendo la secuencia que a continuación se indica: (RIVVA, 2000).

Asumiendo que se conocen todas las características de los materiales: Cemento elegido y sus propiedades, los agregados y sus pesos específicos secos y pesos unitarios secos, granulometrías, humedades, absorciones y las condiciones particulares de la obra a ejecutar, todos los métodos aplican los siguientes pasos:

#### **a) Selección de la Resistencia Promedio a partir de la Resistencia en Compresión Especificada y la Desviación Estándar:**

Para hallar la resistencia a la compresión promedio requerida si tenemos la desviación estándar. (RIVVA, 2000).

*Tabla 05: Resistencia a la compresión promedio con desviación estándar*

<b>f'cr</b>	$f'c+1.34s$
<b>f'cr</b>	$f'c+2.33s-35$

. Fuente: Riva López Enrique, Diseño de mezcla.

Cuando no se cuente con un registro de resultados de ensayos que posibiliten el cálculo de la desviación estándar, la resistencia promedio requerida debe ser determinada empleando los valores de la siguiente tabla.

*Tabla 5: Resistencia a la compresión promedio.*

<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>f'cr</b>
<b>Menos de 210</b>	fc+70
<b>210 a 350</b>	fc+84
<b>Mayor a 350</b>	fc+98

*Fuente: Riva López Enrique, Diseño de mezcla.*

**b) Selección del Tamaño Máximo Nominal del Agregado:**

La Norma NTP 400.037 define al "Tamaño Máximo" como a aquel que "corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso".

La Norma NTP 400.037 define al "Tamaño Máximo Nominal" como a aquel que "corresponde el menor tamiz por la serie utilizada que produce el primer retenido". **(RIVVA, 2000).**

**c) Determinación del Asentamiento:**

La consistencia es aquella propiedad del concreto no endurecido que define el grado de humedad de la mezcla. De acuerdo a su consistencia, las mezclas de concreto la clasifican en:

Mezclas secas: aquella cuyo asentamiento está entre cero y dos pulgadas (0mm a 50mm). Mezclas plásticas: aquella cuyo asentamiento está entre tres y cuatro pulgadas (75mm a 100mm).

Mezclas fluidas: aquella cuyo asentamiento está entre cinco a más pulgadas (mayor de 125mm). De todos ellos se considera que el ensayo de determinación del asentamiento, medido con el Cono de Abrams, es aquel que da una mejor idea de las características de la mezcla de concreto. **(RIVVA, 2000).**

**d) Establecimiento de la Cantidad de Agua por m<sup>3</sup> de Concreto:** En función de las condiciones de trabajabilidad, el Tamaño Máximo de los agregados y ocasionalmente el Tipo de Cemento

e) **Relación Agua/Cemento en Peso:** En base a la resistencia en compresión solicitada o requisitos de durabilidad.

f) **Cálculo de la Cantidad de Cemento en Peso.** En función de la Relación Agua / Cemento y la cantidad de agua:

$$cemento(kg) = \frac{Peso\ del\ Agua\ (kg)}{Relacion\ A/C}$$

g) **Cálculo de los Volúmenes Absolutos de Agua y el Cemento:**

$$Vol.\ Abs.\ Cemento(m3) = \frac{Peso\ del\ cemento\ (kg)}{Peso\ Especifico\ Cemento\ (\frac{kg}{m3})}$$

h) **Estimación del Porcentaje de Aire:** por m<sup>3</sup> y el volumen absoluto que atraparé el concreto en función de las características granulométricas de los agregados.

i) **Obtención del Volumen Absoluto del Agregado Grueso:** Se determina en la tabla N° 7 en donde influye el Tamaño Máximo Nominal, y el Modulo de Fineza del Agregado Fino.

j) **Obtención del Volumen del Agregado Fino:** determinado a través de la resta de 1 m<sup>3</sup> los volúmenes hallados de cemento, agua, agregado grueso y aire.

$$Vol.\ Abs = 1m3 - Vol.\ Abs.\ Cemento(m3) - Vol.\ Aire(m3) \\ - Vol.\ Abs.\ Ag.\ Grueso$$

k) **Cálculo de los Pesos que corresponden a los Volúmenes de Agregados Obtenidos:**

l) **Corrección por Humedad y Absorción del Diseño:**

m) **Diseño Final:**

- Agua Final (Kg),

- Peso Húmedo Piedra (Kg),
- Peso Húmedo Arena (Kg),
- Peso Cemento (Kg)

## **DISEÑO DE INGENIERÍA**

- ✚ Este proyecto de investigación buscó en su primera etapa la recopilación, elaboración de con las definiciones fundamentales y presentación de conceptos de los materiales a utilizar, para conocer como ensayarlos.
- ✚ En la segunda etapa se procedió a realizar ensayos experimentando testigos de concreto, tanto a compresión, dividiendo en dos tipos; el testigo patrón de calidad  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, y el otro que constara de diferentes testigos a los cuales se añadirán diferentes porcentajes de ceniza de caña de maíz, 2.5%, 5% y 7.5%.
- ✚ Los resultados serán verificados y calculados según los datos obtenidos en el laboratorio y de campo en proceso de recojo de caña de maíz.
- ✚ Se realiza la etapa de quemado de la ceniza obtenida anteriormente en este caso en el horno del laboratorio hasta tener un color plomo claro si en caso contrario no quemo hasta el color plomo en la primera.
- ✚ Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- ✚ Análisis Termogravimétrico TGA.

### **Composición elemental de la ceniza de caña de maíz**

La muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en un proceso de calcinación.

Tabla 06: Resultados de composición elemental

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.595	7.355
SiO <sub>2</sub>	12.895	16.965
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.658	4.808
SO <sub>2</sub>	0.638	0.838
ClO <sub>2</sub>	9.357	12.300
K <sub>2</sub> O	38.880	51.111
CaO	4.348	5.716
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.004	0.006
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.007	0.010
MnO	0.131	0.172
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.349	0.459
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.012	0.016
CuO	0.013	0.017
ZnO	0.057	0.075
SrO	0.039	0.051
ZrO <sub>2</sub>	0.008	0.009
Total	76.070	100.00

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ.



Figura 03: Facultad de ciencias físicas laboratorio de Arqueología

Fuente: propia

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **OBJETIVO GENERAL**

Analizar comparativamente el comportamiento mecánico la resistencia a la compresión, de un concreto sustituyendo con porcentajes 2.5, 5 y 7.5% de ceniza de caña de maíz con respecto a la resistencia a la compresión de un concreto patrón de calidad  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la temperatura de calcinación de la ceniza de caña de maíz de coquina mediante el ensayo de análisis térmico diferencial (ATD).
- Caracterizar la composición química de la ceniza de caña de maíz a través del ensayo de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos x.
- Determinar el grado de alcalinidad (PH) de la ceniza de caña de maíz y sus combinaciones.
- Encontrar la relación agua/cemento del mortero experimental basado en la fluidez del resultado de la relación agua/cemento del ensayo patrón por medio de la mesa de fluidez.
- Ensayar los especímenes de mortero patrón y experimental a los 3, 7, 28 días y Comparar los resultados obtenidos de los especímenes patrón y experimental.

## **HIPÓTESIS.**

### **HIPÓTESIS GENERAL**

La resistencia a la compresión de un concreto sustituido con porcentajes 2.5, 5 y 7.5% de ceniza de caña de maíz, mejora comparativamente con respecto a la resistencia a la compresión de un concreto patrón de calidad  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.

## SUB-HIPÓTESIS

- La resistencia a la compresión que alcanza el concreto sustituido con Ceniza de Caña de Maíz, al 2.5%, 5% y 7.5% es mayor en todos los casos con respecto a la resistencia alcanzada por el concreto patrón.
- La sustitución de la ceniza de Caña de Maíz al 2.5; 5 y 7.5% en el concreto incrementa la consistencia del concreto patrón.
- La resistencia a la compresión que alcanza la concreta sustitución con ceniza de Caña de Maíz al 7.5% a los 28 días, es mayor al concreto patrón  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.
- El porcentaje óptimo de la ceniza de Caña de Maíz que se le sustituyó al concreto para obtener la mayor resistencia a la compresión es del 7.5%.

## 2. METODOLOGIA DE TRABAJO

### MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

Este tipo de investigación reunió las condiciones para ser una investigación de nivel descriptivo y explicativo es una investigación de diseño experimental que corresponde a un diseño en bloque concreto al azar, cuyo esquema se presenta continuación:

*Tabla 07. Diseño de muestra*

Diseño en bloque completo al azar

DIAS DE CURADO	Resistencia a la compresión del concreto con la sustitución del cemento en % por la ceniza de caña de maíz.							
	Sin Sustitución		Con Sustitución		Con Sustitución		Con Sustitución	
	0%		2.5%		5%		7.5%	
7	P1		P1		P1		P1	
	P2		P2		P2		P2	

	P3		P3		P3		P3	
14	P1		P1		P1		P1	
	P2		P2		P2		P2	
	P3		P3		P3		P3	
28	P1		P1		P1		P1	
	P2		P2		P2		P2	
	P3		P3		P3		P3	

Fuente: Elaboración propia

## POBLACIÓN Y MUESTRA

### *Población*

La población es el conjunto de probetas elaboradas con agregados de la cantera de Tacllan de la ciudad de Huaraz, cemento tipo I, agua.

### *Los agregados*

Para la determinación de las canteras adecuadas se buscó que cumplan con los parámetros establecidos por las normas técnicas peruanas:

- ✚ Para el Agregado Fino, de la cantera Tacllan; debe cumplir con los parámetros establecidos en la NTP 400.013.

### *Los agregados*

Para la determinación de las canteras adecuadas se buscó que cumplan con los parámetros establecidos por las normas técnicas peruanas:

- ✚ Para el Agregado Fino, de la cantera Tacllan; debe cumplir con los parámetros establecidos en la NTP 400.013.
- ✚ Para el Agregado Grueso, de la cantera Tacllan; debe cumplir con los parámetros establecidos en la NTP 400.017.

### ***Agua***

El agua utilizada en nuestro diseño de mezcla es agua potable, porque fue el más idóneo para la mezcla de concreto, además está estipulada en la norma técnica peruana NTP 339.088 “Agua para Diseños de Mezclas”.

### ***Cemento***

El cemento utilizado en la presente tesis es el cemento portland tipo I que es el más comercial en nuestra ciudad de Huaraz.

Es el cemento que contiene puzolana y esta se obtiene por la pulverización conjunta de una mezcla de Clinker portland y puzolana con la adición eventual de sulfato de calcio. El contenido de puzolana debe estar comprendido entre 15% y 40% en peso del total.

### ***Maíz***

Planta monoica anual, de tallos altos, rectos y hojas largas puntiagudas. Ésta planta tiene origen en Sur América, América Central y México, y es el que más se cultiva a pesar de ser el que tiene un mayor déficit, el maíz se utiliza la mayor parte en el consumo en forma directa e indirecta como harina procesada y como consumo animal indirectamente.

### ***Morfología de la planta de maíz***

La estructura de la planta está constituida por una raíz fibrosa y un tallo recto de diversos tamaños de acuerdo al cultivo, con hojas puntiagudas dispuestas y encajadas en el tallo, formando un ramo que contiene la flor masculina, ya que la femenina se encuentra a un nivel inferior y es la que da origen a la mazorca. La planta puede alcanzar una altura de 2,50- 3 mts, según el cultivo y las condiciones de explotación.

## **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

### **PARA AGREGADOS GRUESOS Y FINOS**

Cumplieron con las normas:

❖ NTP 400.013 Agregado Fino.

❖ NTP 400.017 Agregado Grueso.

## **PARA EL AGUA**

El agua utilizada en nuestro diseño de mezcla es agua potable y a temperatura ambiente, el cual cumple con la NTP 339.088 “Agua para Diseños de Mezclas”.

### ***Para cemento portland IP***

El cemento utilizado en la presente investigación es el cemento Portland, es un polvo químico finamente molido, compuesto principalmente por silicatos de calcio y en menor proporción de aluminatos de calcio, que mezclados con agua se combina, fragua y endurece a temperatura ambiente, tanto en el aire como en agua.

### ***El uso de la ceniza caña de maíz***

Para el uso de este elemento se utilizó caña de maíz del Distrito de Olleros Provincia de Huaraz, este material fue calcinado entre 800 a 1000 °C, para ello se utilizó la Norma Nacional NTP 334.104:2001 y el ASTM C-618 (Adiciones minerales del hormigón: puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante, especificaciones), como base para la utilización de este nuevo material en su mayoría está compuesto por Sanidina y Caolinita, que son minerales con alto contenido de Silicio y Cal.

## **PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **Proceso de obtención de la ceniza de la caña de maíz**

- ✚ Como primer paso tenemos la recolección de la caña de maíz en el Centro Poblado Menor de Huaripampa del Distrito de Olleros. Ver figura N°12 de la pág.81.
- ✚ Procedemos a realizar el quemado de la caña de maíz en nuestro horno a más de 600 °c. Ver figura N°12 de la pág.81.
- ✚ Se procede a triturar y pasar por la malla N°200 el material, para evitar desperdicios. Ver figura N°13 de la pág.81.
- ✚ Procedemos a tamizar el material obtenido por la malla número 50. Ver figura N°14 de la pág.81.

- ✚ Se realiza una segunda etapa de quemado de la ceniza obtenida anteriormente hasta llegar a tener un color plomo claro si en caso contrario no quemamos hasta el color plomo en la primera. Ver figura N°15 de la pág.81.

## **MUESTREO DEL AGREGADO FINO**

### **EQUIPOS Y MATERIALES**

- ✚ 25 Kg. De agregado fino para el cuarteo.
- ✚ Brocha.
- ✚ Regla de madera.
- ✚ Escoba.
- ✚ Espátula.
- ✚ Pala.
- ✚ Balanza.
- ✚ Bolsa para la muestra.

### ***PROCEDIMIENTO***

- a) Se toma una muestra de 25 Kg, de agregado como mínimo.
- b) Se forma una ruma de agregado con ayuda de la pala dándole forma de cono, de preferencia darle mínimo 7 vueltas removiendo con la pala el agregado.
- c) Con la pala bajamos la punta del cono para facilitar la división.
- d) Con ayuda de la regla se procede a dividir diagonalmente el agregado en 4 partes semejantes.
- e) Una vez dividida se procede a escoger 2 partes semejantes diagonalmente opuestas.
- f) Luego las 2 partes no elegidas se desechan del muestreo.
- g) Con las partes elegidas nuevamente se realiza la operación, este procedimiento se repetirá 4 veces.

h) Finalmente la muestra final se pesa en la balanza y se guarda en una bolsa.  
Ver figura N°16 de la pág.81.

## GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

### *Equipos y materiales*

- Balanza de precisión.
- Brocha.
- Recipiente.
- Juego de tamices, No. 8, No. 10, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, No. 200.

### *Procedimiento*

- a) Se toma una muestra de 5Kg, aproximadamente del cuarte anterior.
- b) Se coloca los tamices de acuerdo a la norma ASTM de mayor a menor.
- c) Se vacía toda la muestra de agregado.
- d) Se coloca la tapa de maíz en la parte superior del juego de tamices.
- e) El tamizado se realiza en forma circular.
- f) Se determina el peso del agregado retenido en los tamices y con los datos de los pesos retenidos se desarrolla el cálculo.
- g) Una vez procesado los cálculos se obtiene la gráfica de la curva granulométrica.  
Ver figura N°17 de la pág. 82.

## TOMA DE DATOS

### ARENA FINA

*Tabla 8: Peso retenido arena fina de Kechcap*

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Ret (grs)
3/8"		
N° 4		
N° 8	358.5	19.95
N° 16	462	45.92

N°30	557	70.89
N°50	315	88.37
N°100	116.2	94.95
N°200	40	97.84
Fondo	8	100.00
Total		

*Fuente: Elaboración propio.*

### ***Peso específico y absorción del agregado fino***

#### ***Equipos y materiales***

- a) Balanza de precisión 0.5 gr.
- b) Picnómetro, denominado también fiola, que es un matraz o frasco volumétrico que tiene una capacidad de 500 ml.
- c) Molde cónico metálico.
- d) Apisonador de metal.
- e) Horno para materiales.
- f) Bomba de vacíos.

#### ***Procedimiento***

- a) Se anota el peso del picnómetro con agua hasta el nivel de 500 ml.
- b) Se cuartea el material hasta conseguir una muestra de 1Kg. El material que pasa la malla No. 4 se pone a secar a 110 C hasta obtener un peso constante, se enfría a temperatura ambiente de 1 a 3 horas y se sumerge en un balde con agua por 24 horas para lograr su saturación.
- c) Se coloca el agregado hasta la tercera parte del cono metálico y se le da 25 golpes con el apisonador. Se repite esa operación 3 veces hasta completar la altura del cono.
- d) Se vuelve a completar, se enrasa y se retira el cono:
  - a. Si se queda con forma tronco-cónica tiene más humedad que la correspondiente al estado saturado superficialmente seco.

- b. Si se queda con forma cónica terminada en punta sin desmoronarse tiene la humedad correspondiente al estado saturado superficialmente seco.
- c. Si se demora, tiene menos humedad que la correspondiente al estado saturado superficialmente seco.
- e) Cuando el agregado se encuentra en estado saturado superficialmente seco, se pesan 500 gr. De material en el picnómetro y otros 500 gr se ponen en el horno a secar Ver figura N°18 de la pág.82.
- f) Se llena el picnómetro hasta un nivel aproximado a los 500ml y con la bomba de vacíos se le quitan los vacíos que tengan el material hasta que se eliminen las burbujas de aire.
- g) Se añade agua hasta el nivel de 500ml anotándose su peso. Ver figura N°19 de la pág.82.
- h) Se anota el peso de la muestra secada al horno hasta peso constante.

*Tabla 09: Datos Obtenidos del Agregado Grueso del Agregado Fino*

<b>AGREGADO GRUESO (GRAVA)</b>				
<b>IDENTIFICACION</b>		<b>21</b>	<b>46</b>	<b>38</b>
PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA (EN				
A	AIRE)	1119.800	1175.000	1106.200
PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA (EN				
B	AGUA)	702.600	741.700	694.700
C	VOLUMEN DE MASAS /VOLUMEN DE VACIOS = A - B	417.200	433.300	411.500
D	PESO MATERIAL SECO EN ESTUFA (105° C)	1080.000	1082.000	1162.000
E	VOLUMEN DE MASA = C - ( A - D)	377.400	340.300	467.300

PESO ESPECIFICO BULK(BASE SECA) = D/C	2.589	2.497	2.824
PESO ESPECIFICO BULK(BASE SATURADA) = A/C	2.684	2.712	2.688
PESO ESPECIFICO PARENTE (BASE SECA) = D/E	2.862	3.180	2.487
% DE ABSORCION ((A- D)/D) X 100	3.685	8.595	-4.802

2.493

*Fuente: Elaboración propio.*

*Tabla 10: datos del peso específico y absorción*

IDENTIFICACION	16.000
A PESO MATERIAL SUPERFICIALMENTE SECA (EN AIRE)	300.000
B PESO FRASCO + H2O	670.700
C PESO FRASCO + H2O + PESO MATERIAL	970.700
D PESO DEL MATERIAL + H2O EN EL FRASCO	857.700
E VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIO = C - D	113.000
F PESO DE MATERIAL SECO EN ESTUFA (105° C)	296.900
G VOLUMEN DE MASA = E -(A - F)	109.900
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) = F/E	2.627
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA ) = A/ E	2.655
PESO ESPECIFICO APARENTE ( BASE SECA) = F/G	2.702
% DE ABSORCION =( (A- F)/F) X 100	1.044

*Fuente: Elaboración propio.*

## Contenido de humedad del agregado fino

### *Equipos y materiales*

-  Balanza.
-  Horno para m materiales.
-  Recipientes.

### *Procedimiento*

a) Procedemos a tomar una cantidad adecuada de agregado fino (Quechcap-Tacllan) en diferentes recipientes.

b) Procedemos a pesarlo en balanza sensible al 0.1 % de peso medido, para agregado fino y para agregado grueso en balanza sensible a 0.5 gr y con capacidad de 5000 gr a más.

c) Luego colocamos los agregados en sus respectivos recipientes al horno a temperatura de 110 °C ±5°C, durante 24hrs. Ver figura N°20 de la pág.83

### *Toma de datos*

*Tabla 11: Peso retenido de agregado fino-Quechcap Tacllan*

<b>AGREGADO GRUESO (GRAVA)</b>	
<b>N°</b>	<b>DESCRIPCION</b>
	Recipiente
	3
1	Peso recipiente + Suelo húmedo
	1380.00
2	Peso recipiente + Suelo seco
	1377.00
3	Peso del Agua (1) - (2)
	3.00
4	Peso Recipiente (gr)
	169.00
5	Peso suelo Seco (2) - (4)
	1208.00
6	Humedad (3/5) x 100 (%)
	0.25
	<b>HUMEDAD PROMEDIO</b>
	<b>0.25</b>

*Fuente: Elaboración propio.*

### **Muestreo del agregado grueso**

#### *Equipos y materiales*

- ✚ 70 Kg de agregado grueso de ½” para el cuarteo.
- ✚ Brocha.
- ✚ Regla de madera.
- ✚ Escoba.
- ✚ Espátula.
- ✚ Pala.
- ✚ Balanza.
- ✚ Bolsa para la muestra.

### *Procedimiento*

- a) Traslado del agregado desde la cantera Ver figura N°21 de la pág.83.
- b) Se toma la muestra de 70 Kg del agregado grueso como mínimo.
- c) Se forma una ruma de agregado con la pala dándole forma de un cono, darle de preferencia como mínimo 7 vueltas removiendo con la pala el agregado.
- d) Con la pala bajamos la punta del cono para facilitar la división.
- e) Con ayuda de la regla se procede a dividir diagonalmente el agregado en 4 partes semejantes.
- f) e) Una vez dividida se procede a escoger 2 partes semejantes diagonalmente opuestas.
- g) Luego las 2 partes no elegidas se desechan del muestreo.
- h) Con las partes elegidas nuevamente se realiza la operación este procedimiento se repetirá 4 veces.
- i) Finalmente, la muestra final se pesa en la balanza y se guarda en una bolsa con una cartilla donde se especifiquen datos importantes.
- j) e) Una vez dividida se procede a escoger 2 partes semejantes diagonalmente opuestas.
- k) Luego las 2 partes no elegidas se desechan del muestreo.
- l) Con las partes elegidas nuevamente se realiza la operación este procedimiento se repetirá 4 veces.
- m) Finalmente, la muestra final se pesa en la balanza y se guarda en una bolsa con una cartilla donde se especifiquen datos importantes.
- n) e) Una vez dividida se procede a escoger 2 partes semejantes diagonalmente opuestas.

- o) Luego las 2 partes no elegidas se desechan del muestreo.
- p) Con las partes elegidas nuevamente se realiza la operación este procedimiento se repetirá 4 veces.
- q) Finalmente, la muestra final se pesa en la balanza y se guarda en una bolsa con una cartilla donde se especifiquen datos importantes.
- r) Una vez dividida se procede a escoger 2 partes semejantes diagonalmente opuestas.
- s) Luego las 2 partes no elegidas se desechan del muestreo
- t) Con las partes elegidas nuevamente se realiza la operación este procedimiento se repetirá 4 veces.
- u) Finalmente, la muestra final se pesa en la balanza y se guarda en una bolsa con una cartilla donde se especifiquen datos importantes. Ver figura N°22 de la pág.83

### **Granulometría del agregado grueso**

#### ***Equipos y materiales***

- ❖ Balanza de precisión.
- ❖ Brocha.
- ❖ Recipiente.
- ❖ Serie de tamices.

#### ***Procedimiento***

- a) Se toma una muestra de 500 gr. Aproximadamente del agregado grueso por el método del cuarteo y se procede con la operación del tamizado.
- b) Se determina la granulometría del agregado haciendo pasar una serie de tamices que van de la mayor abertura a la mínima.

c) Enseguida se procede con el zarandeo durante aproximadamente 60 seg. Estando bien tapado el agregado. se determina el peso del agregado retenido en los tamices y con los datos de los pesos retenidos se desarrolla el cálculo.

d) Una vez procesado los cálculos se obtiene la gráfica de la curva granulométrica. Ver figura N°23 de la pág.83

### ***Toma de datos***

*Tabla 12: Peso retenido de agregado grueso-quechcap tacllan*

<hr/>	
Malla	
(pulg)	Peso (gr)
1 1/2"	
1"	1208
3/4"	1879
1/2"	7455
3/8"	2306
N° 4	1378
N° 8	47

*Fuente: Elaboración propio.*

### **Peso unitario del agregado grueso**

#### ***Equipos y materiales***

- ✚ Balanza de precisión 0.1 gr.
- ✚ Recipiente cilíndrico o molde de volumen conocido que está relacionado con el tamaño máximo del agregado.
- ✚ Varilla de 5/8" de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud con una punta redondeada.
- ✚ Horno para materiales.

### ***Procedimiento***

Para realizar el ensayo el material debe estar seco, por lo cual lo colocamos en el horno a temperatura constante de aproximadamente 110 C o de lo contrario se pone a secar a temperatura ambiente. Esto último se realiza sobre todo cuando el agregado contiene alto porcentaje de grava y se usa el molde de  $\frac{1}{2}$  pie<sup>3</sup> o 14.158 cm<sup>3</sup>. El ensayo de peso unitario se realiza de la siguiente manera:

### ***Peso unitario suelto***

- a) Se determina y anota el peso y volumen del molde.
- b) Se vierte el material en el mismo con ayuda de una cuchara o de otro implemento, cuidando que la altura de caída sea de 5cm aproximadamente sobre el borde superior del molde se vierte el material hasta colmar el molde.
- c) Se enrasa el material al nivel del borde superior del molde con la ayuda de la varilla.
- d) Se anota el peso del molde más el material. Ver figura N°24 de la pág.83

### ***Peso unitario compactado***

- a) Se determina y anota el peso y volumen del molde.
- b) Se vierte el material en el molde con la ayuda de una cuchara hasta la tercera parte de la altura del recipiente cuidando que la altura de caída sea de 5cm aproximadamente sobre el borde superior del molde y se dan 25 golpes con la varilla para compactar el material sin que la varilla toque el fondo del recipiente vibrando simultáneamente el molde en el suelo para que el material se acomode los finos llenen la mayor cantidad de vacíos y por consiguiente su peso sea el mayor posible.
- c) Se repite esta operación complementando las otras dos capas cuidando que en cada capa la varilla al golpear no pase a la capa inferior.
- d) Se agrega el material hasta que rebalse el molde.

e) Se enrasa el material al nivel del borde superior con la ayuda de la varilla.

f) Se anota el peso del molde más el material compactado. Ver figura N°25 de la pág.84.

### AGREGADO GRUESO (GRAVA)

*Tabla 13: Datos peso unitario del agregado grueso*

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
	MUESTRA N°	1	2	3	1	2
PESO MATERIAL MOLDE	27360.0	27370.0	27365.0	28840.0	28835.0	28845.0
PESO DEL MOLDE	7471.0	7471.0	7471.0	7471.0	7471.0	7471.0
PESO DEL MATERIAL	19889.0	19899.0	19894.0	21369.0	21364.0	21374.0
VOLUMEN DEL MOLDE	13724.0	13724.0	13724.0	13724.0	13724.0	13724.0
PESO UNITARIO	1.449	1.450	1.450	1.557	1.557	1.557
PESO UNITARIO PROMEDIO		1.450			1.557	

*Fuente: Elaboración propio.*

#### **Peso específico y absorción del agregado grueso**

##### ***Equipos y materiales***

-  Balanza de precisión.
-  Cesta cilíndrica.
-  Balde donde se pueda sumergir completamente la cesta.
-  Horno para materiales.

##### ***Procedimiento***

a) Se lava y se pone a secar en el horno a temperatura constante de 110 C, se pone a enfriar a temperatura ambiente y se sumerge en un depósito con agua por 24 horas para su saturación.

b) Transcurrido el tiempo de saturación se le vacía el agua y se le va quitando humedad con una tela apropiada hasta conseguir que toda su superficie quede sin agua pero no seca, sino opaca.

c) Se anota el peso de material en estado saturado superficialmente seco con aproximación de 0.5 gr.

d) Se coloca la muestra pesada en el cestillo de alambre y se determina el peso de la muestra sumergida completamente dentro del balde, conectando el cestillo a la balanza. Esto también se puede realizar mediante la balanza hidrostática. Es importantes que no se pierda absolutamente nada de muestra del material que se pesó en estado saturado superficialmente seco porque distorsionaría los resultados.

e) Se coloca la muestra en el horno a temperatura de 110 C por 16 horas hasta peso constante. Se enfría a temperatura ambiente por 1 a 3 horas y se anota su peso.

### ***Toma de datos***

*Tabla 14: datos de peso específico y absorción del agregado grueso*

<b>SIMB.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>VALORES</b>
<b>A</b>	PESO DE LA MUESTRA SECA EN EL AIRE	<b>gr.</b>	1133.667
<b>B</b>	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	<b>gr.</b>	1108.000
<b>C</b>	PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA SATURADA	<b>gr.</b>	713.000

*Fuente: Elaboración propio.*

### **Contenido de humedad del agregado grueso**

#### ***Equipos y materiales***

- ❖ Balanza.

- ❖ Horno para materiales.
- ❖ Recipientes.

### ***Procedimiento***

- d) Procedemos a tomar una cantidad adecuada de agregado grueso en diferentes recipientes.
- e) Procedemos a pesarlo en balanza sensible al 0.1 % de peso medido, para agregado fino y para agregado grueso en balanza sensible a 0.5 gr y con capacidad de 5000 gr a más.
- f) Luego colocamos los agregados en sus respectivos recipientes al horno a temperatura de 110 °C ±5°C, durante 24hrs.

### ***Toma de datos***

*Tabla 15: Datos de contenido de humedad de agregado grueso*

<b>PORCENTAJE DE HUMEDAD</b>		
Muestra:	<b>AGREGADO GRUESO</b>	1
Cápsula N°		F4
<b>1</b>	Peso del tarro:	169.2 gr.
<b>2</b>	Peso del T + Suelo húmedo:	1380.00 gr.
<b>3</b>	Peso del T + Suelo Seco:	1377.00gr.

*Fuente: Elaboración propio.*

### **Consistencia del concreto (según NTP. 339.045)**

#### ***Procedimiento***

- a) Para determinar la consistencia del concreto se ha realizado el ensayo de consistencia, en donde se determina el revenimiento en pulgadas. Para lo cual se ha realizado lo siguiente:
- b) Se ha colocado el cono de Abrahams sobre una superficie plana y humedecida, para después sujetarla bien y verter una capa de concreto hasta un tercio del volumen. Se

apisona con la varilla, aplicando 25 golpes, distribuidos uniformemente. Ver la figura N°26 pág.86.

b) Enseguida se coloca las otras dos capas, repitiendo el mismo proceso al culminar cada capa, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior Enseguida se coloca. Ver la figura N°27 pág.86.

c) las otras dos capas, repitiendo el mismo proceso al culminar cada capa, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior.

d) Al culminar la tercera capa se deberá llenar en exceso, para luego enrasar al término de la consolidación.

e) Después se retira el molde levantándolo cuidadosamente en dirección vertical. Ver la figura N°28 pág.86.

f) Se determina la diferencia entre la altura del molde y la altura media de la cara libre del cono deformado, obteniendo así el revenimiento en una medida de longitud. Ver la figura N°29 pág.86.

g) En la presente tesis se ha considerado determinar 3 mediciones por cada serie de vaciado que se ha realizado.

### ***Toma de datos***

#### **SLUMP DEL CONCRETO PARA PROBETAS**

*Tabla 16: Medición del slump para los 7 días*

<b>DATOS DE SLUMP</b>			
<b>SERIE</b>	<b>MEDICIÓN (cm)</b>		
	1ER	2DA	3ERA
A			
<b>PATRÓN</b>	4.5	4.2	4.1
<b>2.5% SUSTITUCION</b>	4.2	4.3	3.9
<b>5.0% SUSTITUCION</b>	3.6	3.8	3.5
<b>7.5% SUSTITUCION</b>	2.3	1.8	1.7

*Fuente: Elaboración propio.*

## **Elaboración de probetas de concreto procedimiento**

- a) Se engraso los moldes y se verifico que estén buen estado, como desmoldante para los moldes se utilizó petróleo y una brocha. Se colocó los moldes en una superficie plana y firme, lugar donde se quedaron hasta que se desmolden. Ver la figura N°30 pág.87.
- b) Se midió el revenimiento del concreto. Se llenó cada briquetera en 3 capas con un mismo volumen de concreto. Después de completar cada capa se procedió a compactar con la varilla lisa de ½” dando 25 golpes por capa atravesando toda su profundidad. Ver la figura N°31 pág.87.
- c) Después de cada capa fue varillada, se golpeó de 10 a 15 veces las paredes externas del molde con el martillo de goma, con el propósito de acomodar la mezcla y eliminar el aire que pudo quedar atrapado. Ver la figura N°32 y 33 en la pág.87.
- d) Se engraso en la parte superior con la varilla de compactación y con el badilejo se aliso la superficie.
- e) Inmediatamente después del moldeo y acabado de la superficie, los especímenes se almacenaron por un periodo de 24 horas en un ambiente que prevenga la pérdida de humedad de los especímenes, para posteriormente desmoldar las probetas de concreto.

## ***ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL***

### **PROCEDIMIENTO**

- a) Se tomaron como testigos para el ensayo de compresión uniaxial a los especímenes cilíndricos (briquetas) elaborados con concreto de resistencia 280 Kg/cm<sup>2</sup>, dichos especímenes tuvieron dimensiones de 6 por 12 pulgadas.
- b) Se procedió a medir el diámetro de los especímenes cilíndricos en los extremos del mismo, se tomó dos anotaciones por cada lado, orientándose así 4 lecturas del diámetro para posteriormente promediarlas y hallar el área de contacto.

- c) Se colocó los cabezales con neopreno a cada extremo de los especímenes, esto con el fin de uniformizar la carga en las superficies de contacto de la probeta, ya que esta podría presentar irregularidades en su textura que podrían variar los resultados.
- d) Se procedió al montaje de los especímenes en la prensa de compresión y se realizó el ensayo, que consiste en esforzar los especímenes hasta que se produzca una falla.
- e) Posteriormente se anotó la máxima carga aplicada y se observó el tipo de falla que produjeron los especímenes de concreto.

## PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS

### Procesamiento o cálculo de la prueba del agregado fino

Para poder tener el análisis granulométrico tenemos que procesar los datos obtenidos, para ello utilizamos las siguientes formulas:

$$\text{Peso pond. Acumulado} = \frac{(\text{Peso Acum. 1} \times \% \text{ agregado}) + (\text{Peso Acum. 2} \times \% \text{ agregado})}{100} \quad \frac{\quad}{100}$$

$$\% \text{Retenido} = \frac{\text{Peso de material retenido en tamiz}}{\text{Peso Total de la muestra}} * 100$$

$$\% \text{Pasa} = 100 - \% \text{Retenido acumulado}$$

### Diagramas y tablas

Tabla 17: peso del agregado fino y porcentaje retenido en cada malla

AGREGADO FINO (ARENA)				
PESO INICIAL:			1802	gr
	Peso	%	%	
Malla	(gr)	Retenido	Acumulado	% Que pasa
Nº 4	-	-	-	100.00
Nº 8	359.5	19.95	19.95	80.05

N° 16	468	25.97	45.92	54.08
N° 30	450	24.97	70.89	29.11
N° 50	315	17.48	88.37	11.63
N° 100	118.5	6.58	94.95	5.05
N° 200	52	2.89	97.84	2.16
PASA N° 200	39	2.16	100.00	0.00

Fuente: *Elaboración propio.*

Tabla 18: peso del agregado fino y porcentaje retenido en cada malla

**AGREGADO FINO**

<b>TAMIZ</b>	<b>ABERTURA DE TAMIZ</b>	<b>LIMITE SUPERIOR</b>	<b>LIMITE INFERIOR</b>
3/8"	9.5	100.00%	100.00%
N° 4	4.75	100.00%	95.00%
N° 8	2.36	100.00%	80.00%
N° 16	1.18	85.00%	50.00%
N° 30	0.6	60.00%	25.00%
N° 50	0.3	30.00%	10.00%
N° 100	0.15	10.00%	2.00%

Fuente: *Elaboración propio.*

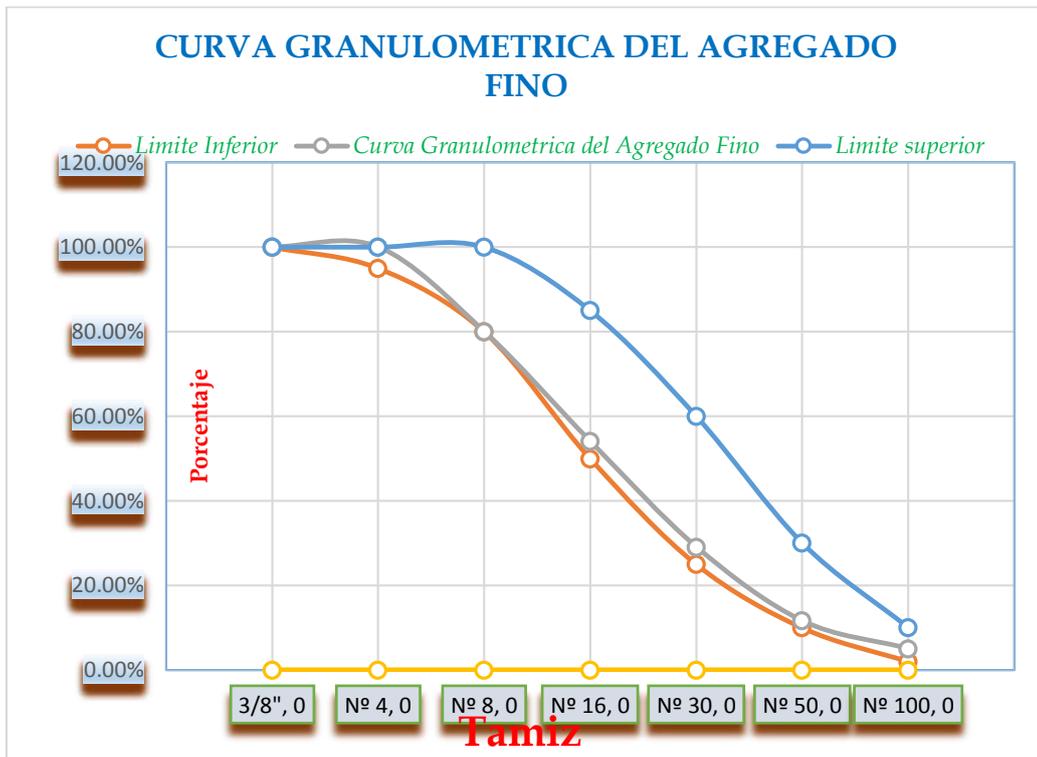


Figura 39: límites granulométricos del agregado fino

Fuente: Elaboración propio.

## ANÁLISIS DE LA PRUEBA

Al realizar la granulometría del agregado fino de la ciudad de Huaraz se hace el cálculo en el gabinete y se muestra que está dentro de los parámetros o requisitos que exige la norma. cómo se puede apreciar.

### Módulo de finura del agregado fino

#### procesamiento o cálculo de la prueba

Este se calcula de la suma de los porcentajes retenidos acumulados de los tamices estándares divididos entre 100.

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Retenidos Acumulados}}{100}$$

#### Diagramas y tablas

Tabla 19: porcentaje retenido acumulado del agregado fino

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Ret(grs)	
3/8"			
N° 4			MF= 3.00
N° 8	358.5	19.95	
N° 16	462	45.92	
N°30	557	70.89	
N°50	315	88.37	
N°100	116.2	94.95	
N°200	40	97.84	
Fondo	8	100.00	
Total			

*Fuente: Elaboración propio.*

### **ANÁLISIS DE LA PRUEBA**

El módulo de fineza es el resultado de la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados realizados en la granulometría del agregado fino entre cien, es por ello que al realizar nuestra prueba tenemos 3.201 de módulo de fineza.

### **Granulometría del agregado grueso**

#### **Procesamiento o cálculo de la prueba**

Para poder tener el análisis granulométrico tenemos que procesar los datos obtenidos anteriormente, para esto utilizamos las siguientes formulas:

$$\% \text{Retenido} = \frac{\text{Peso de material en tamiz}}{\text{Peso total de la muestra}} * 100$$

$$\% \text{Pasa} = 100 - \% \text{Retenido acumulado}$$

#### **Diagramas y tablas**

*Tabla 20: peso del agregado grueso y porcentaje en cada malla*

### **AGREGADO GRUESO (GRAVA)**

<b>PESO INICIAL :</b>			<b>13065</b>	<b>gr</b>
<b>Malla</b>	<b>Peso (gr)</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>% Que</b>
<b>(pulg)</b>		<b>Retenido</b>	<b>Acumulado</b>	<b>pasa</b>
1 1/2"				
1"	-			100.00
3/4"	1879	14.38	14.38	85.62
1/2"	7455	57.06	71.44	28.56
3/8"	2306	17.65	89.09	10.91
Nº 4	1378	10.55	99.64	0.36
º 8	47	0.36	100.00	0.00

*Fuente: Elaboración propio*

*Tabla 21: peso del agregado fino y porcentaje en cada malla*

#### **AGREGADO FINO**

<b>TAMIZ</b>	<b>ABERTURA DE TAMIZ</b>	<b>Limite Superior</b>	<b>Límite Inferior</b>
1"	25	100.00%	100.00%
3/4"	19	100.00%	90.00%
3/8"	9.5	55.00%	20.00%
Nº 4	4.75	10.00%	0.00%
Nº 8	2.36	5.00%	0.00%

*Fuente: Elaboración propio.*

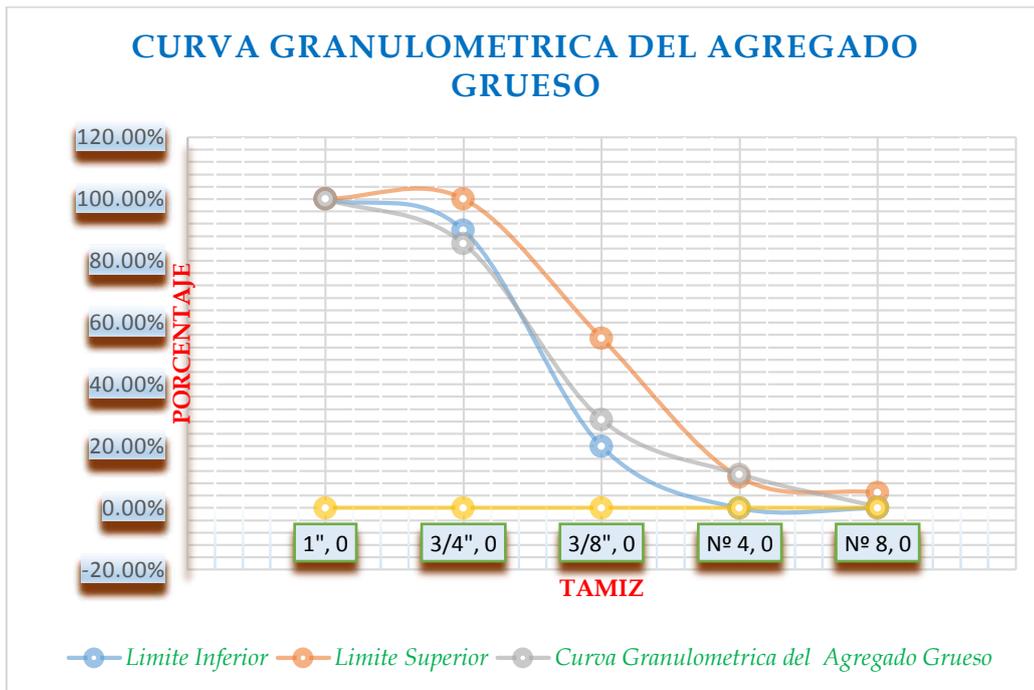


Figura 41: Límites granulométricos del agregado grueso

Fuente: Elaboración propio.

## ANÁLISIS DE LA PRUEBA

Para realizar la prueba de granulometría del agregado grueso se realizó con material de la cantera de Tacllan, el cual al ser analizado cumplía con los parámetros exigidos por la norma y se encuentra dentro de la curva granulometría estándar.

### Porcentaje de humedad del agregado fino

#### Procesamiento o cálculo de la prueba

Para poder determinar el contenido de humedad del agregado fino se utilizará los datos obtenidos anteriormente y la siguiente fórmula:

$$\%H = \frac{W_0 - W}{W} * 100$$

$$\%Humedad ponderada = \%humedad \times \frac{\%agregado}{100}$$

## Diagramas y tablas

Tabla 22: cálculo del porcentaje de humedad del agregado fino

### AGREGADO FINO (ARENA)

Recipiente	39
1 Peso recipiente + Suelo húmedo	951.00
2 Peso recipiente + Suelo seco	907.00
3 Peso del Agua (1) - (2)	44.00
4 Peso Recipiente (gr)	170.00
5 Peso suelo Seco (2) - (4)	737.00
6 Humedad (3/5) x 100 (%)	5.97
<b>HUMEDAD PROMEDIO</b>	<b>5.97%</b>

Fuente: Elaboración propio.

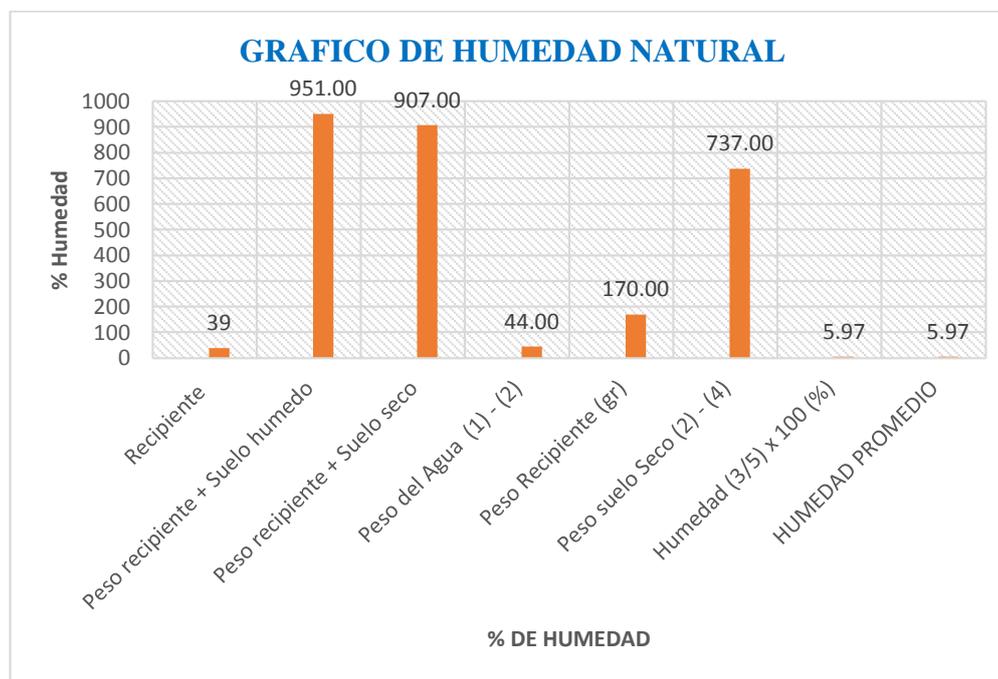


Figura 42: gráfico de humedad natural del agregado fino

Fuente: Elaboración propia

## ANÁLISIS DE LA PRUEBA

El porcentaje de humedad del agregado fino se realizó de la cantera de Tacllan de la Ciudad de Huaraz, teniendo como resultado promedio un porcentaje de contenido de humedad de 5.97%.

### Porcentaje de humedad del agregado grueso

#### Procesamiento o cálculo de la prueba

Para poder determinar el contenido de humedad del agregado fino se utilizará los datos obtenidos anteriormente y la siguiente fórmula:

$$\%H = \frac{W_0 - W}{W} * 100$$

#### *Diagramas y tablas*

Tabla 23: Cálculo del porcentaje de humedad del agregado grueso

<b>AGREGADO GRUESO (GRAVA)</b>	
<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION</b>
	Recipiente 3
1	Peso recipiente + Suelo húmedo 1380.00
2	Peso recipiente + Suelo seco 1377.00
3	Peso del Agua (1) - (2) 3.00
4	Peso Recipiente (gr) 169.00
5	Peso suelo Seco (2) - (4) 1208.00
6	Humedad (3/5) x 100 (%) 0.25
	<b>HUMEDAD PROMEDIO 0.25%</b>

*Fuente: Elaboración propio.*

## ANÁLISIS DE LA PRUEBA

El contenido de humedad del agregado grueso se realizó con material de la cantera de Tacllan el cual contiene 0.25% de porcentaje de humedad.

## Peso específico y absorción del agregado fino

### Procesamiento o cálculo de la prueba

Para determinar el peso específico y absorción del agregado fino se utilizará los datos obtenidos anteriormente y las siguientes formulas:

$$Pem = \frac{W0}{(V - VA)} * 100 \qquad Ab = \frac{500 - W0}{W0} * 100$$

### Diagramas y tablas

Tabla 24: Cálculo del peso específico y absorción del agregado fino

AGREGADO FINO (ARENA)	
IDENTIFICACION	16.000
A Peso material superficialmente seca (en aire)	300.000
B Peso frasco + H2O	670.700
C Peso frasco + H2O + peso material	970.700
D Peso del material + H2O en el frasco	857.700
E Volumen de masa + volumen de vacio = C - D	113.000
F Peso de material seco en estufa (105° c)	296.900
G Volumen de masa = E -(A - F)	109.900
Peso específico bulk (base seca) = F/ E	2.627
Peso específico bulk (base saturada ) = A/ E	2.655
Peso específico aparente ( base seca) = F/G	2.702
% De absorción =( (A- F )/F) X 100	1.044

Fuente: Elaboración propio.

### ANÁLISIS DE LA PRUEBA

El peso específico del agregado fino es el resultado del peso seco de muestra entre el volumen de la fiola menos peso en gramos de agua añadida, todo multiplicado por cien, es decir obtuvimos 1.044 de peso específico.

En cuanto a la absorción del agregado fino, este es el resultado de 500 menos el peso de la muestra seca entre la muestra seca multiplicado por cien, teniendo así un resultado de 2.70.

## Peso específico y absorción del agregado grueso

### Procesamiento o cálculo de la prueba

Para poder determinar el peso específico y absorción del agregado grueso utilizaremos los datos obtenidos anteriormente y las siguientes formulas:

$$P_{em} = \frac{A}{B - C} \qquad Ab = \frac{B - A}{A} * 100$$

Tabla 25: Cálculo del peso específico y absorción del agregado grueso

<b>AGREGADO GRUESO (GRAVA)</b>		
	<b>IDENTIFICACION</b>	<b>PROM</b>
A	Peso material saturado superficialmente seca (en aire)	1133.7
B	Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	713.0
C	Volumen de masas /volumen de vacíos = a - b	420.7
D	Peso material seco en estufa (105° c)	1126.1
E	Volumen de masa = C - ( A - D)	413.1
	Peso específico bulk(base seca) = D/C	2.7
	Peso específico bulk(base saturada) = A/C	2.7
Pem	Peso específico parente (base seca) = D/E	2.7
Ab	% De absorción ((A- D)/D) X 100	0.7

Fuente: Elaboración propio

### ANÁLISIS DE LA PRUEBA

El peso específico del agregado grueso es el resultado del peso seco de muestra en el aire entre el peso de la muestra saturada superficialmente seca menos el peso en el agua de la muestra saturada, es decir obtuvimos 2.7 de peso específico.

En cuanto a la absorción del agregado grueso, este es el resultado del peso de la muestra saturada superficialmente seca menos el peso de la muestra seca en el aire entre el peso de la muestra seca en el aire, teniendo así un resultado de 0.7 de absorción.

### **Peso unitario del agregado grueso**

#### **Procesamiento o cálculo de la prueba**

Para poder determinar el peso unitario de agregado grueso utilizaremos los datos obtenidos anteriormente y la siguiente formula:

$$Pu = \frac{Pa}{V}$$

### **Diagramas y tablas**

*Tabla 26: Cálculo del peso unitario del agregado grueso*

#### **AGREGADO GRUESO (GRAVA)**

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO			
	Muestra N°	1	2	3	1	2	3
Peso material + molde		27.365	27.370	27.380	28.835	28.840	28.850
Peso del molde		7.471	7.471	7.471	7.471	7.471	7.471
Peso del material		19.894	19.899	19.909	21.364	21.369	21.379
Volumen del molde		13.724	13.724	13.724	13.724	13.724	13.724
Peso unitario		1.450	1.450	1.451	1.557	1.557	1.558
Peso unitario promedio		1.450			1.557		

*Fuente: Elaboración propio.*

### **ANÁLISIS DE LA PRUEBA**

El peso unitario del agregado grueso es el resultado del peso de la muestra apisonada entre el volumen del recipiente, teniendo así un resultado de 1.450 de peso unitario suelto y 1.557 de peso unitario compactado Kg/cm<sup>3</sup>.

### **Diseño de mezclas del concreto**

En este paso se procede a diseñar una mezcla de concreto, cuya resistencia a la compresión, es de f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, asumiendo que la elaboración del concreto va a

tener un grado de control bueno. Las condiciones de obra requieren una mezcla fluida. El concreto no será expuesto a agentes degradantes (no tendrá aire incorporado) ni contendrá aditivos.

El método a emplear para el diseño de mezclas es el Método A.C.I.

***Características físicas y mecánicas de los componentes del concreto***

Mediante los ensayos realizados anteriormente a los componentes del concreto, se ha obtenido los siguientes datos, siendo de mucha importancia para la realización del diseño de mezclas.

**a) CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS**

*Tabla 27: Características del agregado grueso y fino*

<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS</b>			
<b>PROPIEDADES</b>	<b>UND</b>	<b>AGREGADO</b>	
<b>FINO</b>		<b>FINO</b>	<b>GRUESO</b>
<b>Tamaño máximo nominal</b>	-	-	3/4"
<b>Peso específico</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2.74	2.73
<b>Absorción</b>	%	1.66	0.663
<b>Contenido de humedad</b>	%	5.97	0.25
<b>Módulo de fineza</b>	-	2.64	-
<b>Peso unitario seco compactado</b>	gr/cm <sup>3</sup>	1.50	1.557

*Fuente: Elaboración propio.*

**b. Características del cemento**

*Tabla 28: Características del cemento*

<b>CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO</b>	
<b>TIPO DE CEMENTO</b>	PORTLAND TIPO I
<b>PESO ESPECIFICO</b>	42.5.00 kg/m <sup>3</sup>

*Fuente: Elaboración propio.*

### C. Características del agua

Tabla 29: Características del agua

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	
AGUA POTABLE	NTP 339.088

Fuente: Elaboración propio.

#### d) Resistencia a la compresión

Tabla 30: Resistencia a la compresión

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
$f'c$	280 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propio.

### PASOS DEL DISEÑO DE MEZCLAS

#### Calculo de la resistencia promedio

Partiendo del hecho que siempre existe dispersión aun cuando se tenga un control riguroso tipo laboratorio debe tenerse en cuenta en la dosificación de una mezcla las diferentes dispersiones que se tendrán en obra según se tenga un control riguroso o no y por tanto se recomienda diseñar para valores más altos que el  $f'c$  especificado.

Se puede considerar la resistencia promedio con que uno debe diseñar una mezcla, teniendo en cuenta lo siguiente  $f'cr$  tomando en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 31: Resistencia a la compresión promedio  $f'cr$

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: Elaboración propio.

Para resistencia a la compresión de:

$$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = f_c + 84$$

$$f'_{cr} = 364 \text{ kg/cm}^2$$

### Determinación del tamaño máximo nominal del agregado grueso

$$\text{TMN} = 1''$$

### 3. DETERMINACIÓN DEL ASENTAMIENTO

Se calcula de acuerdo a la tabla No. 13 (1"-3")

$$\text{SLUMP} = 2''$$

#### Determinación del volumen de agua de diseño

De acuerdo a la Tabla N° 11 de volumen unitario del agua confeccionada por el comité 211 del ACI, que se toma en cuenta el TMN, su asentamiento o slump y teniendo en cuenta si tiene o no aire incorporado.

En nuestro caso el TMN es de 1", el slump varía de 1"- 2", y sin aire incorporado el valor sería:

Tabla 32: Resistencia a la compresión promedio  $f'_{cr}$

#### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Slump	Agua en lt/m <sup>3</sup> para los tamaños máximo nominal de agregado grueso.							
1" = 25 mm	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
<b>concretos sin aire incorporado</b>								
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	---

% de aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>concretos con aire incorporado</b>								
1 a 2"	181	175	168	160	150	14 2	122	107
3 a 4"	202	193	184	175	165	15 7	133	119
6 a 7"	216	205	197	184	174	16 6	154	---
% de Aire incorporado en fucion de grado de exposición								
Normal	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Moderada	8	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Extrema	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

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

### Interpolando se obtiene relación agua / cemento

Interpolando se obtiene relación agua / cemento

400	-----	0.43		
364	-----	X	=	0.466
350	-----	0.48		

### 7.- Determinación del Factor Cemento

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

$$\text{Factor cemento} = \frac{\text{Volumen unitario dediseño} / \text{Relacion de agua /cemento}}{\text{para f'c}}$$

$$\text{Factor cemento} = 414.16 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Factor cemento} = 9.75 \text{ Bol/m}^3$$

### 8.- Contenido Del Agregado Grueso

Agregados esencialmente del mismo TMN y buena gradación producirán un concreto de satisfactoria trabajabilidad. Valores apropiados para este volumen de agregados se dan en la siguiente tabla, se puede ver que para igual trabajabilidad, el volumen de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto depende solamente del TMN y del Módulo de Fineza del agregado fino.

**Contenido de Agregado Grueso = (Volumen de Agregado Grueso de la tabla)  
/ (Peso Unitario Seco y Compactado del Agregado Grueso) kg/m<sup>3</sup>**

**CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO**

$$CAG = \frac{(VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO DE LA TABLA)}{PESO UNITARIO SECO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO}$$

**PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL  
CONCRETO**

*Tabla 33: Peso por Unidad de Volumen*

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	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	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 Rivva López “Diseño de Mezclas”

<b>Determinación del agregado grueso</b>					
1"	2.40	2.60	2.80	3.00	3.2
	0.50	0.48	0.46	0.44	0.626

con el módulo de fineza del agregado fino de 3.20 y un tamaño máximo nominal del agregado grueso de 1”, se encuentra un valor de 0.626 metros cúbicos de agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen.

peso de agregado grueso: **974.682** kg/m<sup>3</sup>

**9.-** Determinación de la suma de los volúmenes absolutos del cemento, agua de diseño, aire, y agregado grueso.

*Tabla 34: Peso por Unidad de Volumen*

Cemento	414.16	kg
Agua	193.00	lt
Aire	1.50	kg
Peso A. grueso	974.68	kg

*Fuente: Elaboración propio.*

*Tabla 35: Peso por Unidad de Volumen*

Cemento:	0.131	m <sup>3</sup>
Agua:	0.193	m <sup>3</sup>
Aire:	0.015	m <sup>3</sup>
Agregado grueso:	0.357	m <sup>3</sup>
<b>Suma de volúmenes</b>	<b>0.697</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

*Fuente: Elaboración propio.*

**10.- Determinación del volumen absoluto del agregado fino**

volumen absoluto de agregado fino = 1 – suma de volúmenes

volumen absoluto de agregado fino = 0.303 m<sup>3</sup>

### 11.- Determinación de pesos secos del agregado fino

peso de agregado

fino: 831.57 kg

### 12.- Determinación de los valores de diseño del cemento, agua, aire, agregdo fino y agregado grueso.

*Tabla 36: Peso por Unidad de Volumen*

cemento	414.16 kg/m <sup>3</sup>
agua	193.00 lt/m <sup>3</sup>
agregado fino seco	831.57 kg/m <sup>3</sup>
agregado grueso	
seco	974.68 kg/m <sup>3</sup>

*Fuente: Elaboración propio*

### 13. Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado

Utilizando el contenido de humedad en el momento en que se realiza el ensayo, puesto que como sabemos tanto la absorción como el contenido de humedad son parámetros que cambian, y se tiene que corregir tomando en cuenta algunos factores en el momento de la realización de diseño.

#### **Peso Húmedo**

$$\text{Peso seco} \times ((\text{contenido de humedad}/100)+1)$$

Agregado fino = 881.216 kg

Agregado grueso = 980.852 kg

#### **Peso superficial**

Agregado fino = 4.31 %

Agregado grueso = -0.383 %

### Aporte de Humedad

$$\frac{((\text{contenido de humedad} - \text{absorción}) \times \text{agregado seco})}{100}$$

Agregado fino = 35.841 lt/m<sup>3</sup>

Agregado grueso = -3.733 lt/m<sup>3</sup>

Aporte de agua = 32.108 lt/m<sup>3</sup>

Agua efectiva: -5.3798

$$\text{Agua} = \text{contenido de agua} - \text{aporte de agua}$$

Agua = 172.892 lt

### Peso del Material Corregido por Humedad

cemento = 414.16 kg/cm<sup>3</sup>

agua efectiva = 172.892 kg/cm<sup>3</sup>

A. Fino húmedo = 881.21641 kg/cm<sup>3</sup>

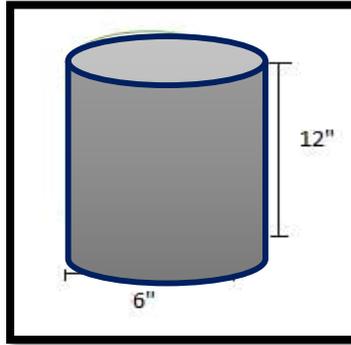
A. Grueso húmedo = 980.85174 kg/cm<sup>3</sup>

### 15. Proporciónamiento del diseño

#### *Proporciónamiento del diseño seco*

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
$\frac{\text{cemento}}{\text{cemento}}$	$\frac{\text{agregado fino}}{\text{cemento}}$	$\frac{\text{agregado grueso}}{\text{cemento}}$	$\frac{\text{agua}}{\text{factor cemento}}$
1.00	2.01	2.35	19.81

### 16.- Pesos para una probeta



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

Donde:

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

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

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

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

### Dosificación final para una probeta circular

*Tabla 37: Para una probeta circular de cada muestra*

Cemento	≈	2.30275 kg
Agua	≈	1.07308 lt
Agregado fino húmedo	≈	4.89956 kg
Agregado grueso húmedo	≈	5.45354 kg

*Fuente: Elaboración propio*

### 17. Dosificación para una probeta con mas de 15 % desperdicio

*Tabla 38: Materiales para cada probeta con 15% de descuento*

Cemento	≈	2.64816
Agua	≈	1.23404 lt
Agregado fino húmedo	≈	5.6345 kg
Agregado grueso húmedo	≈	6.27157 kg

*Fuente: Elaboración propio*

### 18. Dosificación para 9 probetas de concreto patrón

Tabla 39: materiales para nueve probetas

Cemento	≈	23.8334 kg
Agua	≈	11.1064 lt
Agregado fino húmedo	≈	50.7105 kg
Agregado grueso húmedo	≈	56.4441 kg

Fuente: Elaboración propio

### 19.- Dosificación de ceniza de caña de maíz

La cantidad adecuada de ceniza de la caña de maíz será el 2.5%, 5% y 7.5% del peso de cemento.

Cemento	≈	2.64816 kg
---------	---	------------

Tabla 40: Cantidad de cemento para cada porcentaje de cada 9 probetas

	Para una probeta	para 9 probetas	cant. De cemento
conc.patron	23.8334	23.8334	23.8334
sust.2.5%	0.5958	23.8334	23.2376
sust.5%	1.1917	23.8334	22.6418
sust.7.5%	1.7875	23.8334	22.0459

Fuente: Elaboración propio

Tabla 41: Cantidad de materiales para 2.5%

Modelo de 2.5% de caña de maíz (sustituido)		
Cemento	≈	23.2376 kg
Agua	≈	11.1064 lt
Agregado fino húmedo	≈	50.7105 kg
Agregado grueso húmedo	≈	56.4441 kg
Ceniza caña de maíz	≈	0.5958 kg

Fuente: Elaboración propio

Tabla 42: Cantidad de materiales para 5%

---

<b>Modelo de 5% de caña de maíz (sustituido)</b>		
Cemento	≈	22.6418 kg
Agua	≈	11.1064 lt
Agregado fino húmedo	≈	50.7105 kg
Agregado grueso húmedo	≈	56.4441 kg
Ceniza caña de maíz	≈	1.1917 kg

---

*Fuente: Elaboración propio*

Tabla 43: Cantidad de materiales para 7.5%

---

<b>Modelo de 7.5% de caña de maíz (sustituido)</b>		
Cemento	≈	22.0459 kg
Agua	≈	11.1064 lt
Agregado fino húmedo	≈	50.7105 kg
Agregado grueso húmedo	≈	56.4441 kg
Ceniza caña de maíz	≈	1.7875 kg

---

*Fuente: Elaboración propio*

### 3. RESULTADOS

La sustitución la ceniza de caña de maíz hace de la mezcla un concreto seco de acuerdo al porcentaje de sustitución de una manera ligera de la ceniza sustituida con respecto al peso del cemento. Pues esta relación es inversamente proporcional, a medida que se sustituya más ceniza de caña de maíz reduce el revenimiento. Teniendo en el patrón y en 2.5, 5% baja hasta 1.7 de slump y en el resto es no menor de 3cm de medición.

#### ✚ SLUMP DEL CONCRETO PARA PROBETAS

<b>DATOS DE SLUMP</b>			
<b>SERIE</b>	<b>MEDICIÓN (cm)</b>		
	1ER	2DA	3ERA
	A		
<b>PATRÓN</b>	4.5	4.2	4.1
<b>2.5% SUSTITUCION</b>	4.2	4.3	3.9
<b>5.0% SUSTITUCION</b>	3.6	3.8	3.5
<b>7.5% SUSTITUCION</b>	2.3	1.8	1.7

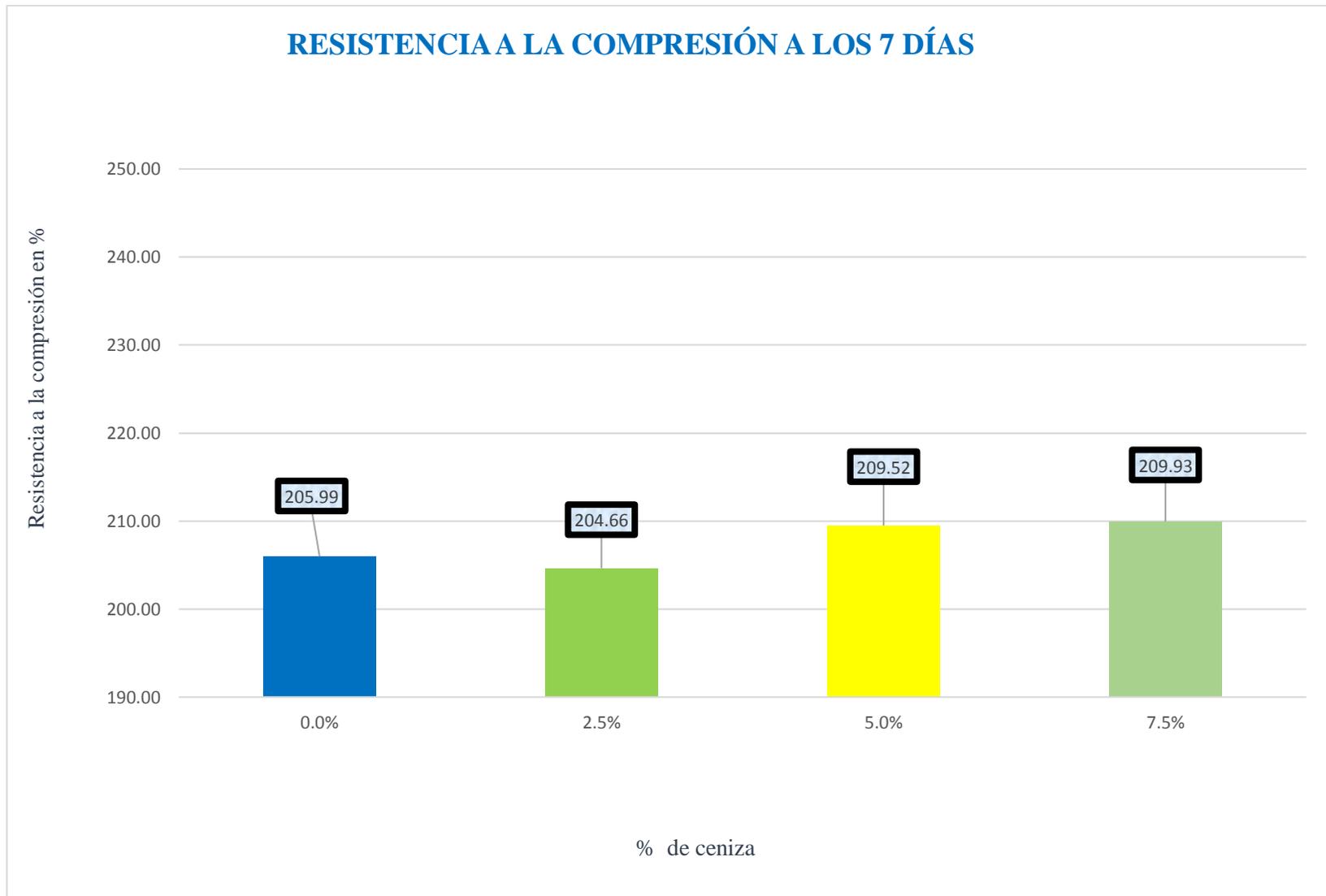
## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

*Tabla N° 44: Resistencia a la compresión a los 7 días*

***Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7 días de edad***

Probetas	% de sustitución	A cm	h cm	$V m^3$	Peso kg	Densidad del H° kg/m3	Densidad promedio kg/m3	Área cm2	Carga (P) kg	Esfuerzo de compresion kg/cm2	f'c kg/cm2
1	0.0%	15.00	30	0.005	13.03	2605.40	2612.93	176.71	35100	198.63	205.99
2		15.00	30	0.005	13.10	2620.60		176.71	38950	220.42	
3		15.00	30	0.005	13.06	2612.80		176.71	35150	198.91	
4	2.5%	15.00	30	0.005	13.20	2611.00	2609.67	176.71	35166	199.00	204.66
5		15.00	30	0.005	13.17	2608.00		176.71	36166	204.66	
6		15.00	30	0.005	13.09	2610.00		176.71	37166	210.32	
7	5.0%	15.00	30	0.005	13.11	2622.00	2610.33	176.71	37426	211.79	209.52
8		15.00	30	0.005	13.02	2604.00		176.71	36215	204.94	
9		15.00	30	0.005	13.03	2605.00		176.71	37432	211.83	
10	7.5%	15.00	30	0.005	12.99	2598.00	2617.33	176.71	36500	206.55	209.93
11		15.00	30	0.005	13.13	2626.00		176.71	37589	212.72	
12		15.00	30	0.005	13.14	2628.00		176.71	37201	210.52	

***Fuente: Elaboración propia***



*Figura N°43: Resistencia a la compresión a los 7 días*

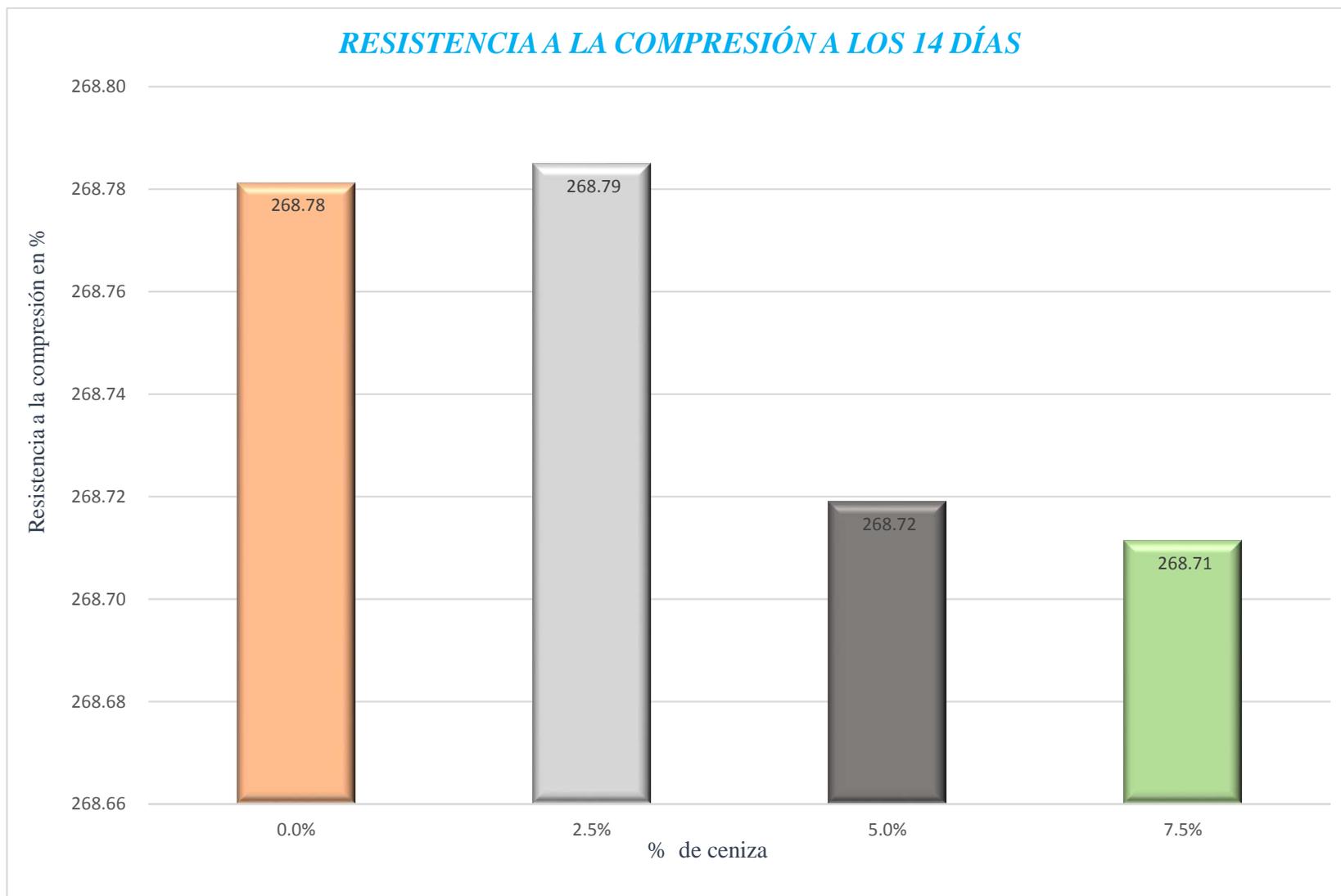
**Fuente:** Elaboración Propia.

Tabla N°45 : Resistencia a la compresión a los 14 días

**Ensayo de Resistencia a la Compresion a los 14 días de edad**

Probetas	% de Ceniza	A cm	h cm	$V m^3$	Peso kg	Densidad del H° kg/m3	Densidad promedio kg/m3	Área cm2	Carga (P) kg	Esfuerzo de compresion kg/cm2	f'c kg/cm2
1	0.0%	15.00	30	0.005	13.03	2605.00	2612.33	176.71	48410	273.95	268.78
2		15.00	30	0.005	12.99	2598.00		176.71	46189	261.38	
3		15.00	30	0.005	13.17	2634.00		176.71	47890	271.01	
4	2.5%	15.00	30	0.005	13.11	2622.00	2610.33	176.71	47910	271.12	268.79
5		15.00	30	0.005	13.02	2604.00		176.71	47710	269.99	
6		15.00	30	0.005	13.03	2605.00		176.71	46871	265.24	
7	5.0%	15.00	30	0.005	12.99	2598.00	2602.33	176.71	47590	269.31	268.72
8		15.00	30	0.005	13.02	2604.00		176.71	47234	267.30	
9		15.00	30	0.005	13.03	2605.00		176.71	47632	269.55	
10	7.5%	15.00	30	0.005	12.99	2598.00	2612.67	176.71	46892	265.36	268.71
11		15.00	30	0.005	13.09	2618.00		176.71	47686	269.85	
12		15.00	30	0.005	13.11	2622.00		176.71	47874	270.92	

**Fuente:** Elaboración propio



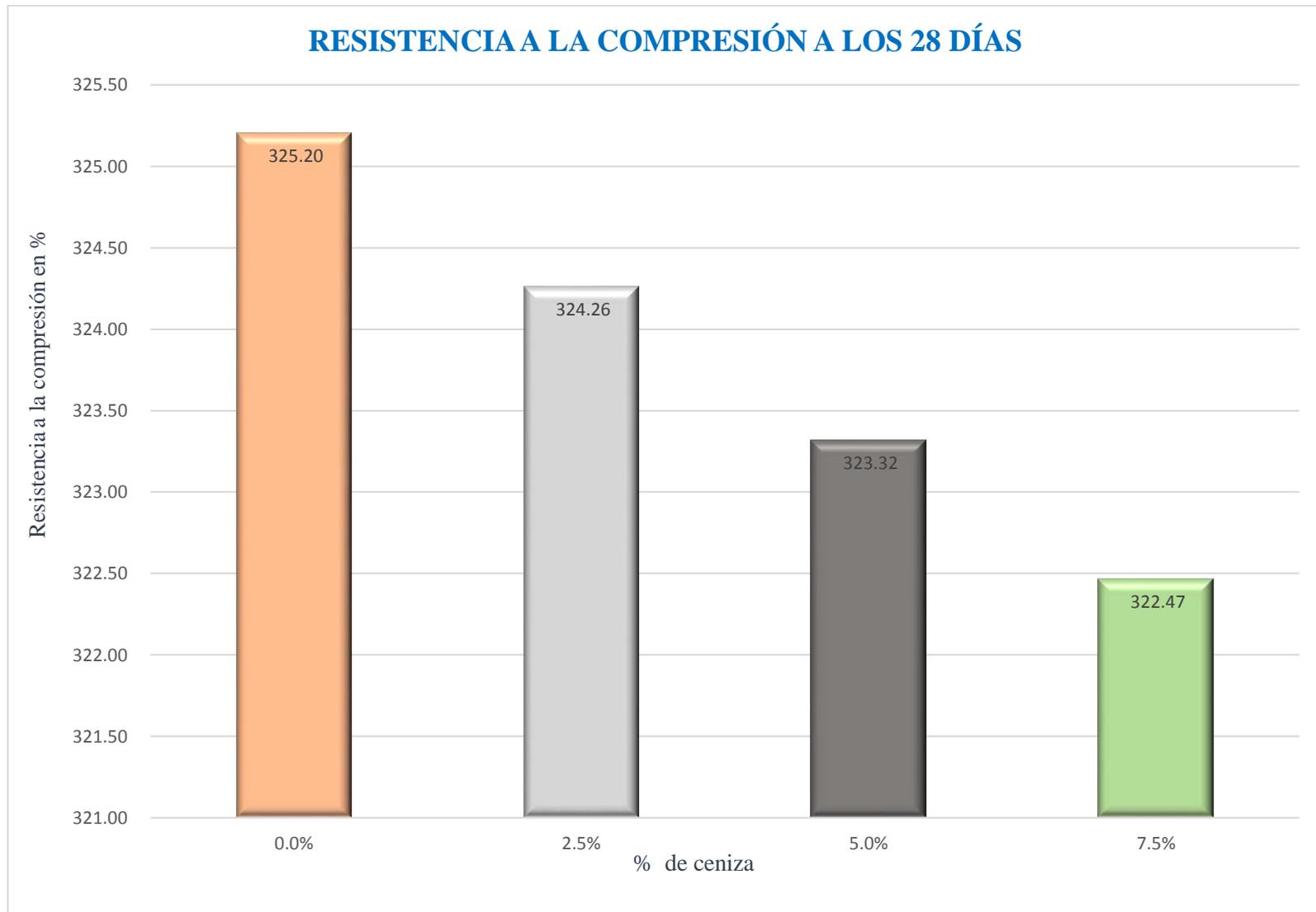
*Figura N°44: Resistencia a la compresión a los 14 días*

**Fuente:** Elaboración Propia.

*Tabla N° 46: Resistencia a la compresión a los 28 días*  
**Ensayo de Resistencia a la Compresion a los 28 días de edad**

Probetas	% de Ceniza	ϕ cm	h cm	$V m^3$	Peso kg	Densidad del H° kg/m3	Densidad promedio kg/m3	Área cm2	Carga (P) kg	Esfuerzo de compresion kg/cm2	f'c kg/cm2
1	0.0%	15.00	30	0.005	13.17	2634.00	2614.33	176.71	58410	330.54	325.20
2		15.00	30	0.005	13.02	2604.00		176.71	56580	320.19	
3		15.00	30	0.005	13.03	2605.00		176.71	57410	324.88	
4	2.5%	15.00	30	0.005	13.15	2630.00	2613.00	176.71	57910	327.71	324.26
5		15.00	30	0.005	13.02	2604.00		176.71	56580	320.19	
6		15.00	30	0.005	13.03	2605.00		176.71	57410	324.88	
7	5.0%	15.00	30	0.005	12.99	2598.00	2602.00	176.71	57410	324.88	323.32
8		15.00	30	0.005	13.02	2604.00		176.71	56580	320.19	
9		15.00	30	0.005	13.02	2604.00		176.71	57410	324.88	
10	7.5%	15.00	30	0.005	13.03	2605.00	2609.33	176.71	53984	305.49	322.47
11		15.00	30	0.005	13.09	2618.00		176.71	57968	328.04	
12		15.00	30	0.005	13.03	2605.00		176.71	58998	333.87	

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura N°45: Resistencia a la compresión a los 28 días*

**Fuente:** Elaboración Propia.

**COMPARACION DE LAS MUESTRAS**

**PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN Y EXPERIMENTALES**



*Figura N°46 : Resistencia a la compresión a los 28 días*

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla N° 47: Resistencia a la compresión a los 28 días

---

**ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DETERMINAR LAS DIFERENCIAS DE LAS RESISTENCIAS DE LOS CONCRETOS PATRÓN Y EXPERIMENTALES F'C=280 KG/CM2**

<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Prob</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Días	27070.528	2	13535.264	<b>3771.835</b>	0.05	<b>5.143</b>
Tipos de concreto	2.978	3	1.064	<b>0.277</b>	0.05	<b>4.757</b>
Error	21.321	6	3.554			
Total	27095.041	11				

---

*Fuente: Elaboración propia*

Al ser los valores de la Probabilidad menores que 0.05 y la Fcalculada > Fcrítico, tal como se puede observar en la presente Tabla ( $37.718 > 5.143$  y  $6.157 > 4.757$ ), indica que existen diferencias significativas entre las resistencias a la compresión del concreto patrón y las experimentales con la sustitución de cemento en un 2.5, 5 y 7.5% por ceniza de caña de maíz.

#### 4. ANALISIS Y DISCUSIÓN

La resistencia a la compresión disminuye con respecto a la sustitución de ceniza de maíz, mientras más porcentaje de sustitución de ceniza de caña de maíz disminuye la resistencia a la compresión, respecto al concreto patrón  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , teniendo como resultado más próximo a los 28 días de curado el patrón con  $325.203 \text{ kg/cm}^2$  y la sustitución de ceniza de caña de maíz en 7.5% disminuyendo a  $322.47 \text{ kg/cm}^2$ , obteniendo una diferencia de 1.88%.

La consistencia es medida a través del revenimiento y este como se pudo observar disminuye con la sustitución de ceniza caña de maíz, teniendo una relación inversamente proporcional, a sustitución de ceniza caña de maíz menor es el revenimiento.

En el cuadro ANOVA se puede ver que existen diferencias **significativas** entre las resistencias a la compresión del concreto patrón y las experimentales con la sustitución de cemento en un 2.5%, 5% y 7.5% de ceniza de caña de maíz, mostrando que la probabilidad calculada es de  $37.718 > 5.143$  y el factor crítico es de  $6.157 > 4.757$ .

#### 5. CONCLUSIONES

Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una importante pérdida de masa del material en un rango comprendido entre  $75$  y  $145^\circ\text{C}$ , posteriormente la pérdida se efectúa de manera lenta y progresivamente conforme se incrementa la temperatura, finalmente en el rango entre  $700$  y  $900^\circ\text{C}$  se muestra otra importante caída del material, aunque de menor intensidad que la primera. El material llega a perder aproximadamente un total de 44% de masa respecto al inicial, cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.

De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmica a aproximadamente  $140^\circ\text{C}$ , y uno de menor intensidad alrededor de  $190^\circ\text{C}$ ; además muestra un pico endotérmico de menor intensidad a  $600^\circ\text{C}$ , logrando a tener propiedades como el silicio y otras más cercanas al del cemento Portland, más adelante

una banda endotérmica desde 710 hasta 890°C, indicando algunas posibles alteraciones en las características del material.

A los 14 días el concreto patrón llega a alcanzar una resistencia de 268.78 kg/cm<sup>2</sup> mientras que la resistencia a la compresión con 7.5% a 268.75 de sustitución de cemento por ceniza de caña de maíz

En el cuadro ANOVA se puede ver que existen diferencias **significativas** entre las resistencias a la compresión del concreto patrón y las experimentales con la sustitución de cemento en un 2.5%, 5% y 7.5% de ceniza de caña de maíz logrando una similitud muy cercana al concreto en patrón.

## **6. RECOMENDACIONES**

Tener cuidado con el uso de la ceniza de caña de maíz, ya que al momento de “quemar la caña” se puede llegar a temperaturas de por lo menos 600°C y fácilmente se pueden presentar accidentes si no se toman las acciones preventivas del caso.

Analizar porcentajes de ceniza de caña de maíz mayores al 7.5%, ya que en este porcentaje se obtuvo una resistencia a la compresión cerca al concreto patrón. En porcentajes mayores al 7.5% se podría obtener mejores resultados de resistencia a la compresión porque hay una diferencia de 1.88%.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cruz, A. E. (2008). *Estudio de Morteros de Cemento Portland con Ceniza de Rastrojo de Maíz: Posibilidades de uso en Construcciones Rurales*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- E.060. (2006). *NTP. E.060 Concreto Armado*. Lima-Peru: Diario El Peruano.
- Diaz Farfán, J. (2000). *Tecnología del Concreto*. Cusco-Peru: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Pasquel Carbajal, E. (1998). *Temas de Tecnología de Concreto*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú Consejo Nacional.
- Rivva Lopez (2010). *Tecnología del concreto*. Lima .
- RIVVA, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. Lima: Capítulo peruano ACI.
- SAMPIERI, H. (2010). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. MEXICO: MC DRAW HILL.
- Sanchez. (2001). *Tecnología del mortero y del concreto*. Bogota-Colombia: Bhandar.

## 8. ANEXOS.



*Figura 04: Universidad nacional de Trujillo informe N° 171*

*Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 06: Recolección de caña de maíz en el centro poblado menor de Huaripampa.*

*Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 07: Quemado de caña de maíz*  
*Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 08: proceso de molienda de la ceniza de caña.*

*Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 09: tamizado del material obtenido por la malla N°50 en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayos de Tecnología de materiales*

*Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 10: La etapa de quemado de la ceniza de la caña de maíz en el laboratorio de mecánica de suelos y ensayos de materiales universidad san pedro los pinos*



*Figura 11: Material retenido tras el tamizado realizado.*

*Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 12: Peso específico del agregado fino*  
*Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 13: Eliminando las burbujas o espacios vacíos (saturación)*  
*Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 14: Peso del agregado después del horno.*

*Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 15: El llenado del agregado fino para el traslado*

*Fuente: Elaboración propio*



*Figura 16: Cuarteo del agregado grueso de Kechcap-Tacllan.*

*Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 17: Granulometría del agregado grueso  
Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 18: Peso del molde mas agregado grueso lugar laboratorio de la USP.  
Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 19: Enzayo del material*

*Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 20: Realizando 25 golpes por capa*

*Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 21: Realización el llenado de la mezcla por capa*

*Fuente: Elaboración propio*



*Figura 22: Retirando cuidadosamente el molde*

*Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 23: Determinación del revenimiento del concreto  
Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 24: Los moldes bien asegurados y engrasado  
Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 25: Los moldes bien asegurados y engrasado lugar Shancayan el USP.  
Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 26: Se determino la medicion del slump*

*Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 26: eliminación de los poros con varilla y martillo*

*Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 27: elaboración de la mezcla de concreto*

*Fuente: Elaboración propio.Figura*



28: realizando el sacado de la mezcla del trompito  
Fuente: Fuente: *Elaboración propio.*



Figura 29: Pasado las 24 horas listo para el desencofrado con sustitución de ceniza y el concreto patrón



Figura 30: Probetas durante el secado después del curado  
Fuente: *Elaboración propio*



*Figura 31: montaje para ensayo de compresión uniaxial*  
*Fuente: Elaboración propio.*



*Figura 32: Producido falla en los mismos durante la compresión*  
*Fuente: Elaboración propio.*

### PESOS UNITARIOS

**SOLICITA :** Bach. Cacha Villanueva Emer Toribio  
**TESIS :** "RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'c = 280 KG/CM2 SUSTITUYENDO EL CEMENTO EN 2,5%, 5% Y 7,5% CON CENIZA DE CAÑA DE MAIZ - HUARAZ"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** TACLLAN  
**MATERIAL :** AGREGADO FINO  
**FECHA :** 15/07/2018

#### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7020	7030	7025
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	3600	3610	3605
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1297	1300	1299
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1299 Kg/m<sup>3</sup></b>		

#### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7590	7575	7565
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4170	4155	4145
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1502	1497	1493
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1497 Kg/m<sup>3</sup></b>		



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

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : **Bach. Cacha Villanueva Emer Toribio**  
 TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO FC = 280 KG/CM2 SUSTITUYENDO EL CEMENTO EN 2,5%, 5% Y 7,5% CON CENIZA DE CAÑA DE MAIZ - HUARAZ"  
 LUGAR : HUARAZ  
 CANTERA : TACLLAN  
 MATERIAL : **AGREGADO GRUESO**  
 FECHA : 15/07/2018

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

1119,8	1175,0	1106,2
702,6	741,7	694,7
417,2	433,3	411,5
1110,9	1167,9	1099,5
408,3	426,2	404,8
0,80	0,61	0,61
0,673		

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		
2,66	2,70	2,67
2,68	2,71	2,69
2,72	2,74	2,72

**PROMEDIO**

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

2,68
2,69
2,73



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

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO FINO**

**SOLICITA** : Bach. Cacha Villanueva Emer Toribio  
**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'c = 280 KG/CM2 SUSTITUYENDO EL CEMENTO EN 2,5%, 5% Y 7,5% CON CENIZA DE CAÑA DE MAIZ - HUARAZ"  
**LUGAR** : HUARAZ  
**CANTERA** : TACLLAN  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO  
**FECHA** : 15/07/2018

A	: Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	300,0		
B	: Peso de frasco+ agua	670,3		
C = A + B	: Peso frasco + agua +material	970,3		
D	: Peso de material+agua en el frasco	857,6		
E = C - D	: Volumen de masa+volumen de vacio	112,7		
F	: Peso Material seco en horno	295,1		
G= E- (A - F)	: Volumen de masa	107,80		
ABSORCION (%) : ((A-F/F)x100)		1,66		
ABS. PROM. (%) :		1,66		

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

**PROMEDIO**

2,62		
2,66		
2,74		

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

2,62
2,66
2,74



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

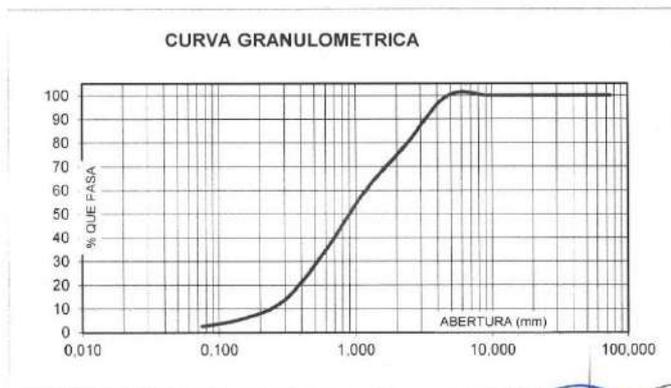
**ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA**

**SOLICITA :** Bach. Cacha Villanueva Emer Toribio  
**TESIS :** "RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO FC = 280 KG/CM2 SUSTITUYENDO EL CEMENTO EN 2,5%, 5% Y 7,5% CON CENIZA DE CAÑA DE MAIZ - HUARAZ"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**FECHA :** 15/07/2018 **CANTERA :** TACLLAN **MATERIAL :** AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	1530,5
PESO SECO LAVADO	1491,50
PESO PERDIDO POR LAVADO	39,00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No					
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	315,00	20,58	20,58	79,42
N° 16	1,180	300,00	19,60	40,18	59,82
N° 30	0,600	386,00	25,22	65,40	34,60
N° 50	0,300	320,00	20,91	86,31	13,69
N° 100	0,150	118,50	7,74	94,05	5,95
N° 200	0,075	52,00	3,40	97,45	2,55
PLATO		39,00	2,55	100,00	0,00
TOTAL		1530,50	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 8  
 MODULO DE FINEZA : 3,07  
 HUMEDAD : 5,97%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LA. DIVISION DE MECANICA DE SUELOS Y  
 ENSAYOS DE MATERIALES  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE

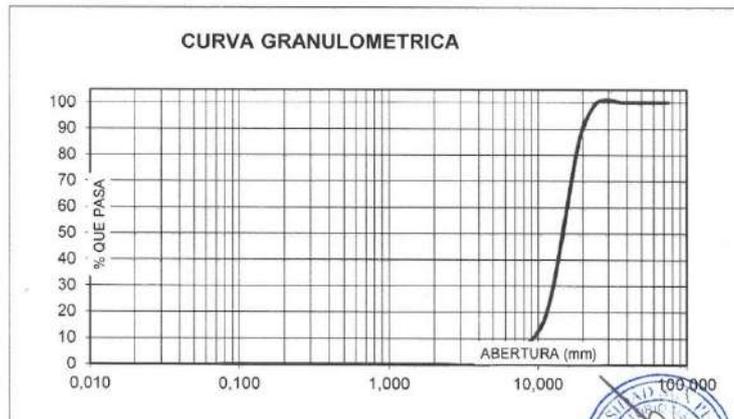
**ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA**

**SOLICITA :** Bach. Cacha Villanueva Emer Toribio  
**TESIS :** "RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'c = 280 KG/CM2 SUSTITUYENDO EL CEMENTO EN 2,5%, 5% Y 7,5% CON CENIZA DE CAÑA DE MAIZ - HUARAZ"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**FECHA :** 15/07/2018 **CANtera :** TACLLAN **MATERIAL :** AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	13065
PESO SECO LAVADO	13065,00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0,00

TAMIZ No	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
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	1879,00	14,38	14,38	85,62
1/2"	12,500	7455,00	57,06	71,44	28,56
3/8"	9,500	2306,00	17,65	89,09	10,91
N° 4	4,750	1378,00	10,55	99,64	0,36
N° 8	2,360	47,00	0,36	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		13065,00	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"  
 MODULO DE FINEZA : 7,03  
 HUMEDAD : 0,25%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FRIJAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
 ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 GIP: 116544  
 JEFE



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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
<b>TESIS</b>	: "RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO FC = 280 KG/CM2 SUSTITUYENDO EL CEMENTO EN 2,5%, 5% Y 7,5% CON CENIZA DE CAÑA DE MAIZ - HUARAZ"				
<b>SOLICITA</b>	: Bach. Cacha Villanueva Emer Toribio				
<b>DISTRITO</b>	: HUARAZ	<b>HECHO EN</b> : USP -HUARAZ			
<b>PROVINCIA</b>	: HUARAZ	<b>FECHA</b> 15/07/2018			
<b>PROG (KM.)</b>	:	<b>ASESOR</b>			
DATOS DE LA MUESTRA					
<b>CALICATA</b>	:				
<b>MUESTRA</b>	:	AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO			
<b>PROF. (m)</b>	:				
AGREGADO GRUESO					
Nº TARRO		3			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1380,0			
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1377,0			
PESO DE AGUA	(g)	3,00			
PESO DEL TARRO	(g)	169,00			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1208,00			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0,25			
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	0,25			
AGEGRADO FINO					
Nº TARRO		39			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	951,0			
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	907,0			
PESO DE AGUA	(g)	44,00			
PESO DEL TARRO	(g)	170,00			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	737,00			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	5,97			
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	5,97			



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
ENSAYO DE MATERIALES  
*[Signature]*  
**Ing. Elizabeth Maza Ambrosio**  
CIP: 116544  
JEFE

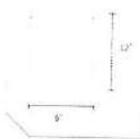
**15.- Proporciónamiento del diseño**  
*Proporciónamiento del diseño seco*

Componente	Proporción (litros)	Proporción (kg)	kg
Cemento Portland	1.00	2.01	19.81
Agregado fino seco		2.35	
Agregado grueso seco			
Agua			
Aditivo (opcional)			

*Proporciónamiento del diseño húmedo*

Componente	Proporción (litros)	Proporción (kg)	kg
Cemento Portland	1.00	2.13	17.74
Agregado fino húmedo		2.37	
Agregado grueso húmedo			
Agua			
Aditivo (opcional)			

**16.- Pesos para una probeta**



VOLUMEN  $\text{cm}^3$   
 Dónde:  
 $r = 3$  cm  
 $h = 12$  cm  
 $V = \pi r^2 h = 3.14 \times 3^2 \times 12 = 351.68 \text{ cm}^3$   
 VOLUMEN = 550.000  $\text{cm}^3$   
 VOLUMEN = 0.0056  $\text{m}^3$

Cemento	=	2.30274696	kg
Agua	=	1.07308008	lit
Agregado fino húmedo	=	4.89956364	kg
Agregado grueso húmedo	=	5.45353609	kg

**17.- Mas 15 % desperdicio**

Cemento	=	2.64815901	kg
Agua	=	1.23404211	lit
Agregado fino húmedo	=	5.63448818	kg
Agregado grueso húmedo	=	6.27156605	kg

2.5	5	7.5
0.066203975	0.13240795	0.19861193
para 12 probetas c/u		
0.794447702	1.588895405	2.38334311
		4.77

**18.- para 9 probetas**

Cemento	=	23.8334311	kg
Agua	=	11.1063789	lit
Agregado fino húmedo	=	50.7304836	kg
Agregado grueso húmedo	=	56.4410985	kg

**18.- dosificación de la sustitución de la ceniza de caña de maíz probetas**

Cemento	=	2.64815901	kg
---------	---	------------	----

	para 9 probetas	para 12 probetas	para 15 probetas
ceniz. patrón	23.8334	23.8334	23.8334
sust. 2.5%	0.5988	23.8334	23.2776
sust. 5%	1.1917	23.8334	22.6418
sust. 7.5%	1.7875	23.8334	22.0458



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUANCAYO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
 CURSO DE PRACTICALES  
 Ing. Elizabeth Maza Amador  
 CIP: 116544  
 JEFE

**"RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $f'c=280\text{KG/CM}^2$  SUSTITUYENDO EL CEMENTO EN 2.5%, 5% Y 7.5% CON CENIZA DE CAÑA DE MAIZ - HUARAZ"**

**DISEÑO DE MEZCLA**

MATERIALES		
<b>CEMENTO</b>		
Cemento Portland ASTM Type I (SC4)		
Peso específico	3.15	gr/cm <sup>3</sup>
<b>AGREGADO FINO</b>		
Peso específico	2.74	gr/m <sup>3</sup>
Porcentaje de absorción (%)	1.66	%
Contenido de humedad (%)	5.97	%
Peso unitario suelto seco	1.30	kg/m <sup>2</sup>
Peso unitario compactado seco	1.50	kg/m <sup>2</sup>
Módulo de finiza	3.07	
<b>AGREGADO GRUESO</b>		
Peso específico	2.73	kg/m <sup>3</sup>
Perfil	Angular	
Porcentaje de absorción (%)	0.633	%
Contenido de humedad (%)	0.25	%
Peso unitario suelto	1.45	kg/m <sup>2</sup>
Peso unitario compactado	1.557	kg/m <sup>2</sup>
T.M.N. (NTF)	1"	
Módulo de finiza	7.746	

**1.- selección de resistencia promedio**

selección de resistencia promedio, partir de la resistencia en compresión especificada y la desviación estándar

Resistencia	Resistencia promedio requerida a la
$f'c < 210$	$f_{cr} = f'c + 70$
$210 \leq f'c \leq 350$	$f_{cr} = f'c + 84$
$f'c > 350$	$f_{cr} = f'c + 98$

Fuente: Enrique Gavira López "Diseño de Mezclas"

Para resistencia a la compresión de  
 $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_{cr} = f'c + 84$   
 $f_{cr} = 364 \text{ kg/cm}^2$

**2.- Selección del Tamaño Máximo Nominal del Agregado**

TMN = 1"

**3.- Selección del Asentamiento**

Slump: 3" a 4" consistencia plástica

**4.- Selección de volumen unitario de agua de diseño**

La cantidad de agua por unidad de volumen de concreto necesario para obtener el asentamiento deseado o slump, depende del tamaño máximo, perfil, textura y granulometría de los agregados así como de la cantidad de aire incorporado, no siendo aplicable el afectado por la cantidad de cemento. El volumen de agua por m<sup>3</sup> Agua en litros/m<sup>3</sup> para TMN de agregados y consistencia indicada.

Slump	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA							
	Agua en litros/m <sup>3</sup> para los tamaños máximo nominal de agregado grueso.							
$f'c = 25 \text{ mm}$	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
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	---
% de aire incorporado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 HUAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
 LABORIO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE

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
5 a 7"	210	205	197	184	174	166	154	...
% de Aire incorporado en función de grado de exposición								
Normal	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1
Moderada	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	3
Extrema	7,5	7	6	6	5,5	5	4,5	4

Fuente: Enrique Riva López "Diseño de Mezclas"

Para el diseño el agua seleccionada:

Agua: 193 kg/m<sup>3</sup>

### 5.- Selección del contenido de aire

Aire: 1,5 %

### 6.- Selección de la relación agua-cemento

Relación agua/cemento por resistencia para f<sub>c</sub>.

f <sub>c</sub> (28 días) kg/cm <sup>2</sup>	Relación Agua - Cemento de diseño en peso	
	Concretos Sin Aire Incorporado	Concretos Con Aire Incorporado
450	0,38	---
400	0,43	---
350	0,48	0,4
300	0,55	0,46
250	0,62	0,53
200	0,7	0,61
150	0,8	0,71

Fuente: Enrique Riva López "Diseño de Mezclas"

Interpolando se obtiene relación agua / cemento

400 ----- 0,43  
350 ----- X = 0,406  
350 ----- 0,48

### 7.- Determinación del Factor Cemento

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

Factor cemento = Volumen unitario de diseño / Relación de agua / cemento para f<sub>c</sub>

Factor cemento = 414,16 kg/m<sup>3</sup>  
Factor cemento = 9,75 Bol/m<sup>3</sup>

### 8.- Contenido Del Agregado Grueso

Agregados esencialmente del mismo TMN y buena gradación producen un concreto de satisfactoria trabajabilidad. Valores apropiados para este volumen de agregados se dan en la siguiente tabla, se puede ver que para igual trabajabilidad, el volumen de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto depende solamente del TMN y del Módulo de Finesa del agregado fino

CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO = VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO (CUBICAJÓN) / (PESO UNITARIO DEL CONCRETO) = kg/m<sup>3</sup>

Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (pulg)	PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO			
	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finosa del fino			
	2,40	2,60	2,80	3,00
3/8"	0,50	0,48	0,46	0,44
1/2"	0,59	0,57	0,55	0,53
3/4"	0,66	0,64	0,62	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 López "Diseño de Mezclas"

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA DE SUELOS Y  
FUNDOS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE



Determinación del agregado grueso					
1*	2,40	2,60	2,80	3,00	3,2
	0,50	0,48	0,46	0,44	0,426

con el módulo de finura del agregado fino de 3,20 y un tamaño máximo nominal del agregado grueso de 1", se encuentra un valor de 0,626 metros cúbicos de agregado grueso seco y computado por unidad de volumen

peso de agregado grueso: 974,682 kg/m<sup>3</sup>

9.- Determinación de la suma de los volúmenes absolutos del cemento, agua de diseño, aire, y agregado grueso

Cemento	414,16	kg
Agua	193,00	lt
Aire	1,50	kg
Peso A. grueso	974,68	kg

Cemento:	0,131	m <sup>3</sup>
Agua:	0,193	m <sup>3</sup>
Aire:	0,015	m <sup>3</sup>
Agregado grueso:	0,357	m <sup>3</sup>
Suma de volúmenes	0,697	m <sup>3</sup>

10.- Determinación del volumen absoluto del agregado fino

volumen absoluto de agregado fino = 1 - suma de volúmenes  
volumen absoluto de agregado fino = 0,303 m<sup>3</sup>

11.- Determinación de pesos secos del agregado fino

peso de agregado fino: 831,57 kg

12.- Determinación de los valores de diseño del cemento, agua, aire, agregado fino y agregado grueso

cemento	414,16	kg/m <sup>3</sup>
agua	193,00	lt/m <sup>3</sup>
agregado fino seco	831,57	kg/m <sup>3</sup>
agregado grueso seco	974,68	kg/m <sup>3</sup>

13.- Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado

Peso Humedo  
Peso seco = (contenido de humedad / 100 + 1)

Agregado fino = 881,216412 kg  
Agregado grueso = 980,851737 kg

Peso superficial  
Agregado fino = 4,31 %  
Agregado grueso = -0,383 %

Aporte de Humedad

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

Agregado fino = 35,841 lt/m<sup>3</sup>  
Agregado grueso = -3,723 lt/m<sup>3</sup>  
Aporte de agua = 32,118 lt/m<sup>3</sup>

Agua efectiva

Agua = contenido de agua - aporte de agua

Agua = 172,892 lt

Peso del Material Corregido por Humedad

cemento = 414,16 kg/cm<sup>3</sup>  
agua efectiva = 172,892 kg/cm<sup>3</sup>  
A.fino humedo = 881,216412 kg/cm<sup>3</sup>  
A.grueso humedo = 980,851737 kg/cm<sup>3</sup>

-5,3798



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MATERIALES  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP 116544  
JEFE



Trujillo, 07 de agosto del 2018

**INFORME N° 171 - AGO 18**

**Solicitante:** Cacha Villanueva Emer Toribio - Universidad San Pedro  
**RUC/DNI:** .....  
**Supervisor:** .....

**1. MUESTRA:** Ceniza cañá de maíz (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CCM-171A	27.3 mg	Huaraz

**2. ENSAYOS A APLICAR**

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

**3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 27.3 mg

**Jefe de Laboratorio:**

**Analista responsable:**

  
Ing. Danny Chávez Novoa  
Ing. Danny Chávez Novoa  

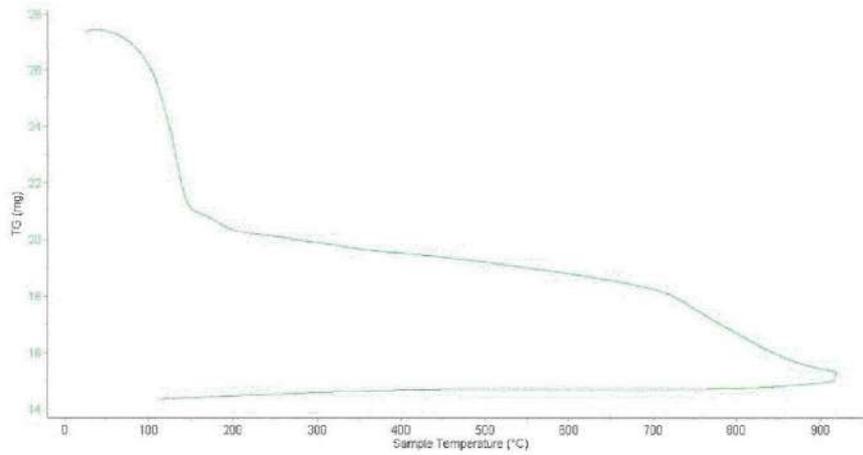



Trujillo, 07 de agosto del 2018

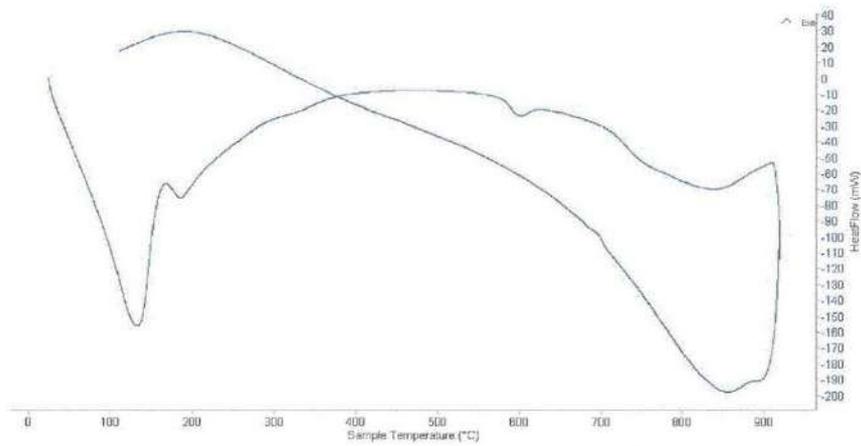
INFORME N° 171 - AGO 18

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



LABORATORIO DE POLÍMEROS DPTO. I.MAT.  
JEFATURA  
UNT



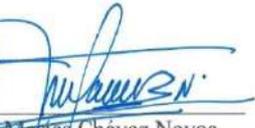
Trujillo, 07 de agosto del 2018

**INFORME N° 171 - AGO 18**

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una importante pérdida de masa del material en un rango comprendido entre 75 y 145°C, posteriormente la pérdida se efectúa de manera lenta y progresivamente conforme se incrementa la temperatura, finalmente en el rango entre 700 y 900°C se muestra otra importante caída del material aunque de menor intensidad que la primera. El material llega a perder aproximadamente un total de 44% de masa respecto al inicial, cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmica a aproximadamente 140°C, y uno de menor intensidad alrededor de 190°C; además muestra un pico endotérmico de menor intensidad a 600°C, más adelante una banda endotérmica desde 710 hasta 890°C, indicando algunas posibles alteraciones en las características del material.

Trujillo, 07 de agosto del 2018

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



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

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

**Informe N°102-LAQ/2018**

**Análisis de ceniza de caña de maíz por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de ceniza de caña de maíz a pedido del Sr. Bach. **Cacha Villanueva, Emer Toribio**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Huaraz, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Resistencia a la Compresión de un Concreto  $F'_{C} = 280 \text{ kg/cm}^2$  Sustituyendo el Cemento en 2.5%, 5% y 7.5% con Ceniza de Caña de Maíz - Huaraz.”**

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

**Arreglo experimental.**

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 10  $\mu\text{A}$ . Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 2450 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 consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una



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

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

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

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

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

**Resultados.**

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de caña de maiz. 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.

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



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

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

que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y/o Mg, que esta técnica no puede detectar, o diferentes de óxidos, y/o hay una ligera deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de ceniza de caña de maíz en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.595	7.355
SiO <sub>2</sub>	12.895	16.965
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.658	4.808
SO <sub>2</sub>	0.638	0.838
ClO <sub>2</sub>	9.357	12.300
K <sub>2</sub> O	38.880	51.111
CaO	4.348	5.716
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.004	0.006
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.007	0.010
MnO	0.131	0.172
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.349	0,459
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.012	0.016
CuO	0.013	0.017
ZnO	0.057	0.075
SrO	0.039	0.051
ZrO <sub>2</sub>	0.008	0.009
Total	76.070	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 ceniza de caña de maíz en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 27 de agosto del 2018



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“Santiago Antúnez de Mayolo”**  
**“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN**  
Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



**RESULTADOS DE INSENERACIÓN (CENIZA) DE CAÑA DE MAÍZ**

**TITULO DE TESIS:** “Resistencia a la Compresión de un concreto  $F'c = 280 \text{ kg/Cm}^2$  Sustituyendo el Cemento en 2.5 %, 5 % y 7.5 % de Ceniza de Caña de Maíz - Huaraz”

**TESISTA** : Bach. Cacha Villanueva, Emer Toribio - Tesista

**MUESTRA** : Caña de maíz

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 23-07-18

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 26-07-18

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS:** 27-07-18

Muestra	Cantidad Kg.
Ceniza de Caña de maíz	7.00

**ENSAYOS**

**1.- Determinación de Ceniza**

**OBSERVACIONES:**

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

**CONCLUSIONES**

- Se ha obtenido ceniza propiamente dicha en el Horno Mufla a una temperatura de  $650 \text{ }^\circ\text{C}$  por 2 horas en promedio.

Huaraz, 31 de Julio del 2018.



Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero  
JEFE DEL LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS



## RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

**TITULO DE TESIS:** “Resistencia a la Compresión de un concreto  $F'c = 280 \text{ kg/Cm}^2$  Sustituyendo el Cemento en 2.5 %, 5 % y 7.5 % de Ceniza de Caña de Maíz - Huaraz”

**TESISTA** : Bach. Cacha Villanueva, Emer Toribio - Tesista

**MUESTRA** : Ceniza de caña de maíz

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 23-07-18

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 31-07-18

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS:** 31-07-18

Muestra	pH
Ceniza de caña de maíz	12.82

### ENSAYOS

1.- Determinación de pH

### OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

### CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 31 de Julio del 2018.



*[Signature]*  
Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero  
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS  
DE SUELOS Y AGUAS



**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH**

**TITULO DE TESIS:** “Resistencia a la Compresión de un concreto  $F'c = 280 \text{ kg/Cm}^2$  Sustituyendo el Cemento en 2.5 %, 5 % y 7.5 % de Ceniza de Caña de Maíz - Huaraz”

**TESISTA** : Bach. Cacha Villanueva, Emer Toribio - Tesista

**MUESTRA** : Cemento

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 23-07-18

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 31-07-18

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS:** 31-07-18

Muestra	pH
Cemento	12.15

**ENSAYOS**

1.- Determinación de pH

**OBSERVACIONES:**

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

**CONCLUSIONES**

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 31 de Julio del 2018.

*Guillermo Castillo Romero*  
M.Sc. Guillermo Castillo Romero  
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS  
DE SUELOS Y AGUAS



## RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

**TITULO DE TESIS:** "Resistencia a la Compresión de un concreto  $F'c = 280 \text{ kg/Cm}^2$   
Sustituyendo el Cemento en 2.5 %, 5 % y 7.5 % de Ceniza de Caña de Maíz - Huaraz"

**TESISTA** : Bach. Cacha Villanueva, Emer Toribio - Tesista

**MUESTRA** : Cemento + 5 % de caña de maíz

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 23-07-18

**FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:** 31-07-18

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANÁLISIS:** 31-07-18

Muestra	pH
Cemento + 5 % de ceniza de caña de maíz	12.31

### ENSAYOS

1.- Determinación de pH

### OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

### CONCLUSIONES

- El pH es calificado como Extremadamente alcalina

Huaraz, 31 de Julio del 2018.



*[Signature]*  
M.Sc. Guillermo Castillo Romero  
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS  
DE SUELOS Y AGUAS



## RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

**TITULO DE TESIS:** “Resistencia a la Compresión de un concreto  $F'c = 280 \text{ kg/Cm}^2$  Sustituyendo el Cemento en 2.5 %, 5 % y 7.5 % de Ceniza de Caña de Maíz - Huaraz”

**TESISTA** : Bach. Cacha Villanueva, Emer Toribio - Tesista

**MUESTRA** : Cemento + 7.5 % de caña de maíz

**LUGAR DE MUESTREO:** Huaraz - Ancash

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 23-07-18

**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 31-07-18

**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS:** 31-07-18

Muestra	pH
Cemento + 7.5 % de ceniza de caña de maíz	12.40

### ENSAYOS

1.- Determinación de pH

### OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

### CONCLUSIONES

- El pH es calificado como Extremadamente alcalina

Huaraz, 31 de Julio del 2018.



* RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c= 280 KG/CM2 SUSTITUYENDO EL CEMENTO EN 2.5%, 5% Y 7.5% CON CENIZA DE CAÑA DE MAIZ - HUARAZ*	
RESISTENCIA DEL CONCRETO	
Origen:	Carrera de recién del distrito De Huaraz de la provincia Huaraz
Tesis:	CACHA VILLANUEVA EMER TORIBIO

Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7 días de edad

Probetas	% de sustitución	FECHA DEL MOLDEO	FECHA DE ROTURA	A cm	li cm	V m <sup>3</sup>	Peso kg	Densidad del H <sup>o</sup> kg/m <sup>3</sup>	Densidad promedio kg/m <sup>3</sup>	Área cm <sup>2</sup>	Carga (P) kg	Esfuerzo de compresión kg/cm <sup>2</sup>	f'c kg/cm <sup>2</sup>
1	0.0%	31/07/2018	01/08/2018	15,00	30	0,005	11,03	2605,40	2612,93	176,71	35200	198,63	205,99
2		31/07/2018	01/08/2018	15,00	30	0,005	11,10	2620,60		176,71	38950	220,42	
3		31/07/2018	01/08/2018	15,00	30	0,005	11,06	2612,80		176,71	35150	198,91	
4	2.5%	31/07/2018	07/08/2018	15,00	30	0,005	13,20	2611,00	2609,67	176,71	35166	199,00	204,66
5		31/07/2018	07/08/2018	15,00	30	0,005	13,17	2608,00		176,71	36166	204,66	
6		31/07/2018	07/08/2018	15,00	30	0,005	13,09	2610,00		176,71	37166	210,32	
7	5.0%	31/07/2018	14/08/2018	15,00	30	0,005	13,11	2622,00	2610,33	176,71	37426	211,79	209,52
8		31/07/2018	14/08/2018	15,00	30	0,005	13,02	2604,00		176,71	36215	204,94	
9		31/07/2018	14/08/2018	15,00	30	0,005	13,03	2605,00		176,71	37432	211,83	
10	7.5%	31/07/2018	28/08/2018	15,00	30	0,005	12,99	2598,00	2617,33	176,71	36500	206,55	209,93
11		31/07/2018	28/08/2018	15,00	30	0,005	13,13	2626,00		176,71	37589	212,72	
12		31/07/2018	28/08/2018	15,00	30	0,005	13,14	2628,00		176,71	37201	210,52	



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

* RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c= 280 KG/CM2 SUSTITUYENDO EL CEMENTO EN 2.5%, 5% Y 7.5% CON CENIZA DE CAÑA DE MAIZ - HUARAZ*	
RESISTENCIA DEL CONCRETO	
Origen:	Cantera de tacllan del distrito De Huaraz de la provincia Huaraz
Solicita:	Cactus Villanueva Emer Toribio
Fecha inicio:	31 de julio del 2018

Ensayo de Resistencia a la Compresion a los 14 dias de edad

Probetas	% de Ceniza	FECHA DEL MOLDEO	FECHA DE ROTURA	A cm	h cm	V m <sup>3</sup>	Peso kg	Densidad del H <sup>o</sup> kg/m <sup>3</sup>	Densidad promedio kg/m <sup>3</sup>	Área cm <sup>2</sup>	Carga (P) kg	Esfuerzo de compresion kg/cm <sup>2</sup>	Fc kg/cm <sup>2</sup>
1	0.0%	31/07/2018	01/08/2018	15.00	30	0.005	13.03	2605.00	2612.33	176.71	48410	273.95	268.78
2		31/07/2018	01/08/2018	15.00	30	0.005	12.90	2598.00		176.71	46189	261.38	
3		31/07/2018	01/08/2018	15.00	30	0.005	13.17	2634.00		176.71	47800	271.01	
4	2.5%	31/07/2018	07/08/2018	15.00	30	0.005	13.11	2622.00	2618.33	176.71	47815	270.58	268.81
5		31/07/2018	07/08/2018	15.00	30	0.005	13.02	2604.00		176.71	47182	267.00	
6		31/07/2018	07/08/2018	15.00	30	0.005	13.03	2605.00		176.71	47508	268.85	
7	5.0%	31/07/2018	14/08/2018	15.00	30	0.005	12.98	2598.00	2602.33	176.71	47590	269.36	268.75
8		31/07/2018	14/08/2018	15.00	30	0.005	13.02	2604.00		176.71	47244	267.35	
9		31/07/2018	14/08/2018	15.00	30	0.005	13.03	2605.00		176.71	47632	269.55	
10	7.5%	31/07/2018	28/08/2018	15.00	30	0.005	12.99	2598.00	2612.67	176.71	46892	265.36	268.75
11		31/07/2018	29/08/2018	15.00	30	0.005	13.09	2618.00		176.71	47586	269.29	
12		31/07/2018	30/08/2018	15.00	30	0.005	13.11	2622.00		176.71	47994	271.60	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MATERIALES DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP/118544  
JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

RESISTENCIA DEL CONCRETO F C= 280 KG/CM2 SUSTITUYENDO EL CEMENTO EN 2.5%, 5% Y 7.5% CON CENIZA DE CAÑA DE MAIZ - HUARAZ*	
RESISTENCIA DEL CONCRETO	
Origen:	Cartera de nichos del distrito De Huaraz de la provincia Huaraz
Solicitó:	Cacha Villanueva Einar Tumbos
Fecha inicio:	11 de julio del 2018

Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días de edad

Probetas	% de Ceniza	FECHA DEL MOLDEO	FECHA DE ROTURA	h cm	b cm	V m <sup>3</sup>	Peso kg	Densidad del H <sup>o</sup> kg/m <sup>3</sup>	Densidad promedio kg/m <sup>3</sup>	Área cm <sup>2</sup>	Carga (P) kg	Esfuerzo de compresión kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>
1	0,0%	31/07/2018	01/08/2018	15,00	30	0,005	13,17	2634,00	2614,33	176,71	58410	330,54	325,20
2		31/07/2018	01/08/2018	15,00	30	0,005	13,02	2604,00		176,71	56580	320,19	
3		31/07/2018	01/08/2018	15,00	30	0,005	13,03	2605,00		176,71	57410	324,88	
4	2,5%	31/07/2018	07/08/2018	15,00	30	0,005	13,15	2630,00	2613,00	176,71	57910	327,71	324,26
5		31/07/2018	07/08/2018	15,00	30	0,005	13,02	2604,00		176,71	56580	320,19	
6		31/07/2018	07/08/2018	15,00	30	0,005	13,03	2605,00		176,71	57410	324,88	
7	5,0%	31/07/2018	14/08/2018	15,00	30	0,005	12,99	2598,00	2602,00	176,71	57410	324,88	323,32
8		31/07/2018	14/08/2018	15,00	30	0,005	13,02	2604,00		176,71	56580	320,19	
9		31/07/2018	14/08/2018	15,00	30	0,005	13,02	2604,00		176,71	57410	324,88	
10	7,5%	31/07/2018	28/08/2018	15,00	30	0,005	13,01	2605,00	2609,33	176,71	53984	305,49	322,47
11		31/07/2018	28/08/2018	15,00	30	0,005	13,09	2618,00		176,71	57968	328,04	
12		31/07/2018	28/08/2018	15,00	30	0,005	13,03	2605,00		176,71	58998	333,87	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
CONCRETO ARMADO

Ing. Elizabeth Maiza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320  
CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810  
Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoqueta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826  
OFICINA DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono.: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro