

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ CON RESPECTO A UN MORTERO PATRÓN DE CALIDAD  $f'_c=175$  KG/CM<sup>2</sup>”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**PÉREZ ZUMAETA EDWIN ALEJANDRO**

**OCHOA RAMÍREZ JOSÉ ABEL**

**PUCALLPA – PERU**

**2021**



**INFORME DE ASESORÍA DE TESIS**

**1. TESISISTAS:**

- Bach. Pérez Zumaeta Edwin Alejandro
- Bach. Ochoa Ramírez José Abel

**2. TESISISTAS:**

- "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ CON RESPECTO A UN MORTERO PATRÓN DE CALIDAD  $f'c=175 \text{ KG/CM}^2$ ".

**3. REFERENCIA:**

- RESOLUCIÓN DE COMITÉ DE PLANEAMIENTO N°541/2019-CP-FIS e IC-UNU

Que los tesisistas en Ingeniería Civil **EDWIN ALEJANDRO PÉREZ ZUMAETA** y **JOSÉ ABEL OCHOA RAMÍREZ** han cumplido con ejecutar la tesis de investigación titulado "**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ CON RESPECTO A UN MORTERO PATRÓN DE CALIDAD  $f'c=175 \text{ KG/CM}^2$** ", de conformidad con el Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, así mismo, habiendo sido evaluada en la aplicación **URKUND**, según directiva establecida en el sistema Anti plagio solo alcanza el **10% DE SIMILITUD**, por lo que mi asesoría declara **APROBADO** y encontrándose apta para ser presentada y evaluada por la comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ucayali.

Se expide el presente documento, a solicitud del interesado para los fines consiguientes:

Pucallpa, 29 de octubre del 2020.

Dr. Ing. David Abel González Manrique de Lara  
Docente Ordinario - Asesor de Tesis



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**  
**FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**COMISION DE GRADOS Y TITULOS**



**ACTA DE EVALUACION DE SUSTENTACION DE TESIS N° 002-2021**

**GRADUANDO :** Bach. PÉREZ ZUMAETA Edwin Alejandro  
 Bach. OCHOA RAMÍREZ José Abel

**TEMA :** ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ CON RESPECTO A UN MORTERO PATRÓN DE CALIDAD  $f'_c=175$  KG/CM2

**ASESOR :** DR. DAVID ABEL GONZALEZ MANRIQUE DE LARA

CRITERIOS	PUNTAJE			
	3	2	1	0
<b>I- PRESENTACION</b>				
* MOTIVACION	X			
* TONO DE VOZ		X		
* CALIDAD DE MATERIAL AUDIOVISUAL		X		
<b>II- DESARROLLO DE CONTENIDO</b>				
* SECUENCIA		X		
* DOMINIO DE VOZ		X		
* USO ADECUADO DEL MATERIAL		X		
* VALIDEZ DE LOS HALLAZGOS		X		
<b>III- ABSOLUCION DE PREGUNTAS</b>				
* RESPONDE A LAS PREGUNTAS FORMULADAS POR EL JURADO			X	
<b>IV- APORTE CIENTIFICO Y TECNOLOGICO</b>				
* AL DESARROLLO DE LA COMUNIDAD		X		
* A LA PROFESION		X		

**EVALUACION**

- EXCELENCIA 26 A 30 PUNTOS
- UNANIMIDAD 21 A 25 PUNTOS
- MAYORIA 16 A 20 PUNTOS
- DESAPROBADO 15 A MENOS

**CALIFICACION FINAL:**

PUNTAJE : 20 / 30

**CONCLUSIONES:**

APROBADO POR : MAYORIA  
 DESAPROBADO POR :

**JURADO EVALUADOR**

- ING. MG. DEVYN OMAR DONAYRE HERNANDEZ
- ING. MG. MIJAEL MERCADO ROJAS
- ARQ. MG. JOEL QUISPE AUCCASI

Presidente

Miembro

Miembro

**SECRETARIA ACADÉMICA:** ING. MSC. CLOTILDE RÍOS HIDALGO DE CERNA

PUCALLPA, 20 DE ABRIL DEL 2021

Esta tesis titulada: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ CON RESPECTO A UN MORTERO PATRÓN DE CALIDAD  $f'_c=175$  KG/CM<sup>2</sup>”

**Elaborado por:**

Bach. PÉREZ ZUMAETA, EDWIN ALEJANDRO

Bach. OCHOA RAMÍREZ, JOSÉ ABEL

**Aprobado por:**



.....  
Ing. Mg. DEVYN OMAR DONAYRE HERNANDEZ  
Presidente del Jurado Evaluador



.....  
Ing. Mg. MIJAEL MERCADO ROJAS  
Miembro del Jurado Evaluador



.....  
Arq. Mg. JOEL VÍCTOR QUISPE AUCCASI  
Miembro del Jurado Evaluador

**Asesor:**



.....  
Dr. DAVID ABEL GONZÁLEZ MANRIQUE DE LARA  
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION  
DIRECCION DE PRODUCCION INTELECTUAL

# CONSTANCIA

## ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

**N° V/092-2021**

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis) Titulado:

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ CON RESPECTO A UN MORTERO PATRÓN DE CALIDAD  $f_c=175$  KG/CM<sup>2</sup>”.

Cuyo autor (es) : PÉREZ ZUMAETA, EDWIN ALEJANDRO  
OCHOA RAMÍREZ, JOSÉ ABEL

Facultad : INGENIERIA DE SISTEMAS Y DE INGENIERIA CIVIL  
Escuela Profesional : INGENIERIA CIVIL  
Asesor(a) : Dr. GONZÁLEZ MANRIQUE DE LARA, DAVID ABEL

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 10 %**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se entrega la presente constancia.

Fecha: 12/03/2021



Dra. DINA PARI QUISPE  
Dirección de Producción Intelectual

# AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

## REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Pérez Zumaeta, Edwin Alejandro

Autor de la TESIS titulada:  
"Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un mortero adicionado con ceniza de cáscara de arroz con respecto a un mortero patrón de calidad  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ "

Sustentada el año: 2021  
Con la asesoría de: Dr. David Abel González Manrique de Lara  
En la Facultad de: Ingeniería de sistemas e Ingeniería Civil  
Carrera Profesional de: Ingeniería Civil

### Autorizo la publicación:

**PARCIAL**  Significa que se publicará en el repositorio institucional solo la caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

**TOTAL**  Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali ([www.repositorio.unu.edu.pe](http://www.repositorio.unu.edu.pe)), bajo los siguientes términos:

**Primero:** Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

**Segundo:** Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 20 / 04 / 2021

Email: edwinalejandroperez@gmail.com

Firma: 

Teléfono: 943 804838

DNI: 71531021

# AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

## REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Ochoa Ramirez José Abel  
Autor de la TESIS titulada:  
"Análisis Comparativo de la Tintencia a la Compresión de un Mortero  
adicionado con ceniza de cáscara de arroz con respecto a un  
Mortero Catión de Coloidal  $f'c = 17.5 \text{ kg/cm}^2$ "

Sustentada el año: 2021  
Con la asesoría de: Dr. David Abel González Manrique de Lara  
En la Facultad de: Ingeniería de Sistemas o Ingeniería Civil  
Carrera Profesional de: Ingeniería Civil

### Autorizo la publicación:

**PARCIAL**  Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

**TOTAL**  Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali ([www.repositorio.unu.edu.pe](http://www.repositorio.unu.edu.pe)), bajo los siguientes términos:

**Primero:** Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

**Segundo:** Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 20 / 04 / 2021

Email: josechoa-ramirez@hotmail.com

Firma: 

Teléfono: 965 871933

DNI: 71880159

## DEDICATORIA

En primer lugar a Dios, porque me ha dado todo lo necesario para poder ser feliz y exitoso.

A mis padres Edwin Alberto, Fredith y Carlos, porque con su influencia y apoyo incondicional, he logrado seguir un camino de valores.

A mis tíos Alberto, David y Lourdes, y a mis padrinos Paul y Karina, porque siempre estuvieron dispuestos a apoyarme cuando lo necesitaba.

A mi novia, por su continua motivación y cariño.

A mis amigos, por ayudarme a divertirme y madurar en el proceso.

Dedico esta tesis a todos ustedes, siempre les deberé todo lo que soy.

Con cariño,

Edwin Alejandro Pérez.

La presente tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a Él he logrado concluir mi carrera.

A mis padres Pedro Fernando Ochoa Tello y Esmeralda Ramírez Barbaran, por todo el tiempo de mi vida y carrera profesional que estuvieron a mi lado apoyándome y aconsejándome para hacer de mí una mejor persona.

A mis abuelitos y Tíos, por sus consejos y palabras de motivación que día a día me ayudaron a seguir adelante, y también a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

Con cariño,

José Abel Ochoa.



## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, queremos agradecer a Dios por brindarnos las condiciones suficientes para poder vivir y trabajar por alcanzar nuestros sueños.

En segundo lugar a nuestros padres, por siempre entregarnos su amor y apoyo incondicional, por motivarnos y confiar en nosotros.

A la Universidad Nacional De Ucayali y a todos los docentes de la escuela de Ingeniería Civil, gracias por todo el conocimiento brindado a lo largo de la carrera, a ustedes le debemos nuestra formación profesional.

A nuestro asesor, el Dr. David Abel González Manrique de Lara, gracias por la responsabilidad mostrada en la asesoría de esta tesis.

Al laboratorio de suelos y materiales GEOSERV - Geotécnica Y Servicios E.I.R.L., y a todo su personal técnico, un agradecimiento especial por toda la asesoría y apoyo brindado en la realización de las diversas pruebas y ensayos en esta investigación.

Al Laboratorio de Materiales Cerámicos de la escuela de Ingeniería de Materiales de la UNT, nuestro sincero agradecimiento por la asesoría y apoyo en los procesos de calcinación en esta investigación.

Para todos ellos, nuestro sincero agradecimiento.

Edwin Alejandro y José Abel.

## RESUMEN

Esta tesis tuvo por objeto la evaluación y el análisis, de la adición de ceniza de cáscara de arroz al mortero, para determinar si este produce un incremento en su resistencia a la compresión y consistencia.

La presente investigación se basó en muestras de mortero, estos fueron elaborados con cemento Pórtland TIPO I de la marca ANDINO, agregado fino (arena) de la cantera Rio Ucayali, la cáscara de arroz fue recolectada de los molinos de la ciudad de Trujillo; el diseño de mezclas para el mortero patrón y los morteros adicionados con ceniza de cáscara de arroz, se realizó mediante el método de diseño ACI 211.1.

La ceniza de cáscara de arroz empleada, funciono como una puzolana artificial de acuerdo a la NTP 334.104; de la misma forma se realizó la caracterización del agregado fino en base a las Normas Técnicas Peruanas; para el análisis granulométrico del agregado fino (NTP 400.012), para el contenido o porcentaje de humedad (NTP 400.010 y NTP 339.185), para el peso específico y porcentaje de absorción (NTP 400.022), peso unitario suelto seco y peso unitario compactado seco (NTP 400.017) y módulo de fineza y análisis granulométrico (NTP 400.012)

Las muestras se conformaron por testigos circulares, los que se ensayaron en base a la NTP 339.034; se realizó un diseño de mezclas patrón 175 kg/cm<sup>2</sup> y un diseño de mezcla con adición de 2.5%, 5% y 7.5% de ceniza de cáscara de arroz con respecto al peso del cemento, para los 7, 14 y 28 días de edad. De esta manera se evaluaron los parámetros de resistencia a la compresión y asentamiento (consistencia) del mortero; se terminó realizando un análisis comparativo de dichos parámetros, entre el mortero patrón y los morteros con adiciones de ceniza de cáscara de arroz.

basándonos en los resultados, las principales conclusiones de esta investigación son:

Para la adición al mortero de 2.5%, 5% y 7.5% de ceniza de cáscara de arroz, existió un incremento en la resistencia a la compresión a los 7 días de edad, de 10.49%, 15.47% y 22.95% respectivamente, con respecto al mortero patrón.

Para la adición al mortero de 2.5%, 5% y 7.5% de ceniza de cáscara de arroz, existió un incremento en la resistencia a la compresión a los 14 días de edad, de 6.17%, 11.22% y 16.85% respectivamente, con respecto al mortero patrón.

Para la adición al mortero de 2.5%, 5% y 7.5% de ceniza de cáscara de arroz, existió un incremento en la resistencia a la compresión a los 28 días de edad, de 4.92%, 7.31% y 12.24% respectivamente, con respecto al mortero patrón.

El Slump disminuyó en los morteros con adición de ceniza de cáscara de arroz con respecto al mortero patrón, lo que mejoró su consistencia en todas las dosificaciones.

**Palabras Clave:** arroz, ceniza, cáscara, mortero, compresión, sílice, consistencia, resistencia.

## **ABSTRACT**

This thesis' goal was the evaluation and analysis of the addition of rice husk ash to the mortar, to determine if it produces an increase in its resistance to compression and consistency.

The present investigation was based on mortar samples, these were made out of type i portland cement from the 'andino' brand, fine aggregate (sand) from the ucajali river's quarry, the rice husk was collected from the mills of the city of trujillo; the design of mixtures for the standard mortar and the mortars added with rice husk ash was carried out using the aci 211.1 design method.

The rice husk ash used functioned as an artificial pozzolana according to the ntp 334.104; in the same way, the characterization of the fine aggregate was carried out based on the peruvian technical standards; for the granulometric analysis of the fine aggregate (ntp 400.012), for the moisture content or percentage of (ntp 400.010 and ntp 339.185), for the specific weight and absorption percentage (ntp 400.022), loose dry unit weight and compacted dry unit weight ( ntp 400.017) and fineness modulus and particle size analysis (ntp 400.012)

The samples consisted of concrete test cylinders, which were tested based on ntp 339.034; a 175 kg / cm<sup>2</sup> standard mixture design and a mixture design with the addition of 2.5%, 5% and 7.5% of rice husk ash in relation to the weight of the cement for 7, 14 and 28 days of age. In this way, the parameters of resistance to compression and settlement of the mortar were evaluated; a comparative analysis of these parameters was completed between the standard mortar and the mortars with additions of rice husk ash.

Based on the results, the main conclusions of this research are:

For the addition to the mortar of 2.5%, 5% and 7.5% of rice husk ash, there was an increase in compressive strength at 7 days of age, of 10.49%, 15.47% and 22.95% respectively, in relation to the standard mortar.

For the addition to the mortar of 2.5%, 5% and 7.5% of rice husk ash, there was an increase in compressive strength at 14 days of age, of 6.17%, 11.22% and 16.85% respectively, in relation to the standard mortar.

For the addition to the mortar of 2.5%, 5% and 7.5% of rice husk ash, there was an increase in compressive strength at 28 days of age, of 4.92%, 7.31% and 12.24% respectively, in relation to the standard mortar.

The slump decreased in the mortars with the addition of rice husk ash in relation to the standard mortar, which improved its consistency in all dosages.

**Keywords:** rice, ash, husk, mortar, compression, silica, consistency, resistance.

# INTRODUCCIÓN

En la Ingeniería Civil, y a propósito de los materiales de construcción, se ha dado a lo largo de las últimas décadas un importante desarrollo de la tecnología del concreto, toda vez que éste ha sido un material que ha permitido un invaluable avance de las técnicas constructivas gracias a los niveles de resistencias alcanzados, y a que dicho material ha mostrado que, siendo trabajado bajo condiciones técnicas adecuadamente controladas, es un material de gran durabilidad. El mortero, por su parte, aun cuando se le podría considerar como una clase especial de concreto, que sólo contiene agregados finos, pero que en sus componentes es básicamente igual a aquel, no ha experimentado el mismo grado de desarrollo práctico, o por lo menos ha sido considerado injustamente como de 'clase inferior', a pesar de su indiscutible utilidad y de su universalidad de usos en las obras. (Salamanca, 2001, p.41)

Actualmente en el Perú la aplicación de mortero con fines estructurales no ha sido estudiada a profundidad, esto dificulta su aplicación con fiabilidad. Sin embargo, en muchas ciudades de la selva baja como Iquitos y alrededores, se utiliza el mortero con fines estructurales (mortero armado), debido al inexistente suministro de agregado grueso (hormigón) en zonas cercanas y al alto costo en flete que significaría adquirirlo de otros lugares. También se vuelve necesario la utilización de morteros armados en elementos con secciones muy reducidas, para evitar problemas de cangrejeras y segregación de las mezclas. Esta realidad respecto a la construcción de edificaciones existe en muchas localidades de Ucayali, Perú y el mundo, por ello surge la necesidad de investigar al respecto y buscar soluciones económicas (aditivos puzolánicos artificiales producto de residuos orgánicos o inorgánicos) que aumenten la resistencia y/o durabilidad del mortero, haciendo más seguro su utilización para tales fines y mejorando la calidad de vida.

Las cenizas son conocidas por sus beneficios en mejorar propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión en morteros y concretos; la ceniza de cáscara de arroz se considera un material puzolánico; debido a que contiene un alto contenido de óxido de sílice.

El presente trabajo de investigación estudio los resultados de resistencia a la compresión y asentamiento de morteros con adición de 2,5%, 5% y 7.5% de ceniza de cáscara de arroz, con la finalidad de realizar un análisis comparativo con respecto a un mortero patrón. De esta forma se determinó la variación de estos parámetros ante la adición de ceniza de cáscara de arroz. Para esta tesis se utilizó agregado fino de la cantera Rio Ucayali, se registró los datos y valores de las diferentes pruebas y ensayos para los agregados, muestras y testigos, así mismo la cáscara de arroz fue extraída de molinos de la ciudad de Trujillo, se utilizó cemento ANDINO Pórtland Tipo I y Agua potable. El diseño de mezclas para el mortero patrón y los morteros adicionados con ceniza de cáscara de arroz, se realizó mediante el método de diseño ACI 211.1.

La investigación está estructurada de la siguiente manera:

**Capítulo I** : Planteamiento del Problema; en este segmento se describe completamente el Plan de Investigación realizado, tales como la fundamentación y formulación del problema, objetivos, justificación e importancia, limitaciones y alcances, hipótesis y variables.

**Capítulo II** : Marco Teórico; en este segmento se describe los antecedentes de la investigación y las bases teóricas científicas.

**Capítulo III** : Metodología de Investigación; en este segmento se describe el tipo y nivel de investigación, se define el diseño y esquema a llevar a cabo, se determina la población y muestra, así como también se describe los instrumentos y el procedimiento de recolección y análisis de datos .

**Capítulo IV** : Resultados; como el nombre lo precisa, se ordenan y analizan los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión y asentamiento.

**Capítulo V** : Discusión de Resultados; se realiza un análisis comparativo de los resultados y se generan conclusiones y recomendaciones

# ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	viii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	ix
<b>RESUMEN</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xiv
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	xvi
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xxiv
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xxviii
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	1
1.1. DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1. <i>PROBLEMA GENERAL</i> .....	3
1.2.2. <i>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</i> .....	4
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. <i>OBJETIVO GENERAL</i> .....	4
1.3.2. <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i> .....	4
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	5
1.4.1. <i>JUSTIFICACIÓN TÉCNICA</i> .....	5
1.4.2. <i>JUSTIFICACIÓN SOCIAL</i> .....	5
1.4.3. <i>JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD</i> .....	5
1.4.4. <i>JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA</i> .....	6
1.4.5. <i>JUSTIFICACIÓN POR INNOVACIÓN Y POTENCIAL</i> .....	6
1.5. LIMITACIONES Y ALCANCES.....	6
1.6. HIPÓTESIS.....	7
1.6.1. <i>HIPÓTESIS GENERAL</i> .....	7
1.6.2. <i>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</i> .....	7
1.7. SISTEMA DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES.....	8
1.7.1. <i>VARIABLES INDEPENDIENTES</i> .....	8
1.7.2. <i>VARIABLES DEPENDIENTES</i> .....	9



1.8. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES.....	10
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION.....	12
2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL .....	12
2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL .....	13
2.2. BASES TEORICAS – CIENTIFICAS .....	18
2.2.1. MORTEROS.....	18
2.2.1.1. <i>DEFINICIÓN DEL MORTERO</i> .....	18
2.2.1.2. <i>FUNCIONES ESTRUCTURALES DE LOS MORTEROS</i> .....	19
2.2.1.3. <i>TIPOS DE MORTEROS</i> .....	20
2.2.1.3.1. MORTEROS CALCÁREOS .....	20
2.2.1.3.2. MORTEROS DE CAL Y CEMENTO.....	20
2.2.1.3.3. MORTEROS DE CEMENTO Y ARENA.....	21
2.2.1.4. <i>COMPOSICIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO ARENA</i> .....	22
2.2.1.4.1. CEMENTO .....	22
2.2.1.4.1.1. DEFINICIÓN.....	22
2.2.1.4.1.2. CEMENTO PÓRTLAND .....	23
2.2.1.4.1.2.1. <i>Composición del Cemento Pórtland</i> .....	24
2.2.1.4.1.3. FABRICACIÓN DEL CEMENTO PÓRTLAND .....	25
2.2.1.4.1.4. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL CEMENTO PÓRTLAND TIPO I.....	26
2.2.1.4.1.5. TIPOS DE CEMENTO .....	27
2.2.1.4.1.6. MECANISMO DE HIDRATACIÓN DEL CEMENTO .....	29
2.2.1.4.1.6.1. <i>Estado Plástico</i> .....	29
2.2.1.4.1.6.2. <i>Fraguado Inicial</i> .....	30
2.2.1.4.1.6.3. <i>Fraguado Final</i> .....	30
2.2.1.4.1.6.4. <i>Endurecimiento</i> .....	30
2.2.1.4.2. AGREGADO FINO.....	31
2.2.1.4.2.1. DEFINICION .....	31
2.2.1.4.2.2. REQUISITOS .....	32
2.2.1.4.2.3. CLASIFICACION DE LOS AGREGADOS.....	33
2.2.1.4.2.3.1. <i>Agregados Naturales</i> .....	33

2.2.1.4.2.3.2. <i>Agregados Artificiales</i> .....	33
2.2.1.4.2.4. CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS .....	34
2.2.1.4.2.4.1. <i>Granulometría</i> .....	34
2.2.1.4.2.4.1.1. <i>Granulometría Del Agregado Fino</i> .....	36
2.2.1.4.2.4.2. <i>Módulo De Fineza Del Agregado Fino</i> .....	37
2.2.1.4.2.4.3. <i>Peso Específico</i> .....	38
2.2.1.4.2.4.4. <i>Peso Unitario</i> .....	38
2.2.1.4.2.4.5. <i>Porcentaje De Vacíos</i> .....	39
2.2.1.4.2.4.6. <i>Absorción</i> .....	39
2.2.1.4.2.4.7. <i>Peso Específico De Masa (Pem)</i> .....	40
2.2.1.4.2.4.8. <i>Peso Específico De Masa Saturado Superficialmente Seco (PeSss)</i> .....	41
2.2.1.4.2.4.9. <i>Peso Específico Aparente (Pea)</i> .....	41
2.2.1.4.2.4.10. <i>Porosidad</i> .....	42
2.2.1.4.2.4.11. <i>Contenido De Humedad</i> .....	42
2.2.1.4.3. AGUA.....	43
2.2.1.4.3.1. AGUA DE MEZCLADO .....	43
2.2.1.4.3.2. AGUA DE CURADO.....	43
2.2.1.4.3.3. REQUISITOS DE CALIDAD .....	44
2.2.1.5. PROPIEDADES DE LOS MORTEROS.....	45
2.2.1.5.1. PROPIEDADES EN ESTADO PLÁSTICO .....	45
2.2.1.5.1.1. MANEJABILIDAD .....	45
2.2.1.5.1.2. RETENCIÓN DE AGUA.....	45
2.2.1.5.1.3. VELOCIDAD DE ENDURECIMIENTO .....	45
2.2.1.5.2. PROPIEDADES EN ESTADO ENDURECIDO .....	46
2.2.1.5.2.1. RESISTENCIA .....	46
2.2.1.5.2.2. RETRACCION.....	46
2.2.1.5.2.3. DENSIDAD .....	47
2.2.1.5.2.4. DURABILIDAD .....	47
2.2.1.5.2.5. APARIENCIA.....	47
2.2.2. CÁSCARA DE ARROZ.....	47
2.2.2.1. DEFINICIÓN.....	47
2.2.2.2. COMPOSICIÓN DE LA CÁSCARA O CASCARILLA DE ARROZ.....	48
2.2.2.3. CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.....	49
2.2.2.4. ACTIVIDAD PUZOLÁNICA DE LA CENIZA.....	50

2.2.2.5.	COMPOSICIÓN DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ E ÍNDICE DE ACTIVIDAD DE LA SÍLICE.....	50
2.2.3.	PUZOLANAS .....	52
2.2.3.1.	DEFINICIÓN.....	52
2.2.3.2.	CLASIFICACIÓN.....	52
2.2.3.2.1.	NATURALES .....	52
2.2.3.2.2.	ARTIFICIALES .....	53
2.2.3.3.	CLASIFICACIÓN SEGÚN LA NORMA.....	53
2.2.4.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....	55
2.2.4.1.	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034).....	56
2.2.5.	DISEÑO DE MEZCLAS DEL MORTERO .....	56
2.2.5.1.	DEFINICIÓN.....	56
2.2.5.2.	OBJETIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS.....	57
2.2.5.3.	MÉTODO DE DISEÑO A.C.I. ....	57
2.2.5.4.	SECUENCIA DEL DISEÑO .....	57
2.2.5.4.1.	SELECCION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO A PARTIR DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN ESPECIFICADA Y LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA COMPAÑIA CONSTRUCTORA .....	58
2.2.5.4.2.	SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO .....	60
2.2.5.4.3.	SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO.....	61
2.2.5.4.4.	SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA DE DISEÑO .....	62
2.2.5.4.5.	SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN PESO.....	63
2.2.5.4.6.	CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO EN PESO.....	63
2.2.5.4.7.	CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES ABSOLUTOS DE AGUA Y EL CEMENTO .....	63
2.2.5.4.8.	ESTIMACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE.....	63
2.2.5.4.9.	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO. ....	64
	Tabla 19: PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO. ....	64
2.2.5.4.10.	OBTENCIÓN DEL VOLUMEN DEL AGREGADO FINO .....	64
2.2.5.4.11.	CÁLCULO DE LOS PESOS QUE CORRESPONDEN A LOS VOLÚMENES DE AGREGADOS OBTENIDOS .....	64
2.2.5.4.12.	CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DEL DISEÑO ...	64
2.2.5.4.13.	DISEÑO FINAL .....	65

2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	65
2.3.1.	CEMENTO.....	65
2.3.2.	MORTERO .....	66
2.3.3.	AGREGADOS.....	66
2.3.4.	ADITIVO.....	66
2.3.5.	PROBETA O TESTIGO.....	66
2.3.6.	CANTERA.....	67
2.3.7.	CENIZA.....	67
2.3.8.	CÁSCARA O CASCARILLA DE ARROZ .....	67
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>		<b>68</b>
3.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION.....	68
3.1.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	68
3.1.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	68
3.2.	DISEÑO Y ESQUEMA DE LA INVESTIGACION .....	68
3.2.1.	DISEÑO METODOLÓGICO .....	68
3.2.2.	ESQUEMA DE LA INVESTIGACION.....	69
3.2.3.	DISEÑO DE INGENIERÍA.....	70
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	72
3.3.1.	POBLACION .....	72
3.3.2.	MUESTRA.....	72
3.3.2.1.	<i>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.....</i>	<i>72</i>
3.3.2.2.	<i>CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA.....</i>	<i>72</i>
3.3.2.3.	<i>MÉTODO DE MUESTREO.....</i>	<i>72</i>
3.3.2.4.	<i>CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA MUESTRA.....</i>	<i>72</i>
3.3.2.4.1.	<i>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y REVENIMIENTO .....</i>	<i>73</i>
3.3.3.	CRITERIOS DE INCLUSIÓN .....	74
3.3.3.1.	<i>PARA AGREGADO FINOS.....</i>	<i>74</i>
3.3.3.2.	<i>PARA EL AGUA.....</i>	<i>74</i>
3.3.3.3.	<i>PARA CEMENTO PÓRTLAND TIPO I.....</i>	<i>74</i>
3.3.3.4.	<i>PARA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.....</i>	<i>74</i>
3.4.	INSTRUMENTOS .....	74

3.4.1.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS	74
3.4.1.1.	<i>HOJA DE CÁLCULO PARA GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO</i> .....	75
3.4.1.2.	<i>HOJA DE CÁLCULO PARA PORCENTAJE DE HUMEDAD, PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN</i> .....	76
3.4.1.3.	<i>HOJA DE CÁLCULO PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS</i> .....	77
3.4.2.	INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA.....	78
3.4.2.1.	<i>GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO</i> .....	78
3.4.2.2.	<i>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO</i> .....	78
3.5.	PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	78
3.5.1.	PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ..	78
3.5.2.	MUESTREO DEL AGREGADO (FINO).....	82
3.5.2.1.	<i>EQUIPOS Y MATERIALES</i> .....	82
3.5.2.2.	<i>PROCEDIMIENTO</i> .....	83
3.5.3.	GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO (FINO).....	83
3.5.3.1.	<i>EQUIPOS Y MATERIALES</i> .....	83
3.5.3.2.	<i>PROCEDIMIENTO</i> .....	84
3.5.3.3.	<i>TOMA DE DATOS</i> .....	85
	Tabla 22: PESO RETENIDO DE AGREGADO DEL RIO UCAYALI. ....	85
3.5.4.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO (FINO).....	86
3.5.4.1.	<i>EQUIPOS Y MATERIALES</i> .....	86
3.5.4.2.	<i>PROCEDIMIENTO</i> .....	86
3.5.4.3.	<i>TOMA DE DATOS</i> .....	88
	Tabla 23: DATOS OBTENIDOS PARA EL PESO ESPECIFICO.....	88
3.5.5.	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO (FINO).....	88
3.5.5.1.	<i>EQUIPOS Y MATERIALES</i> .....	88
3.5.5.2.	<i>PROCEDIMIENTO</i> .....	89
3.5.5.3.	<i>TOMA DE DATOS</i> .....	89
4.5.1.	CONSISTENCIA DEL MORTERO (SEGÚN NTP. 339.045).....	89
4.5.1.1.	<i>PROCEDIMIENTO</i> .....	89
4.5.1.2.	<i>TOMA DE DATOS</i> .....	91
4.5.2.	ELABORACIÓN DE TESTIGOS DE MORTERO.....	92
4.5.2.1.	<i>ELABORACIÓN DE TESTIGOS DE MORTERO PATRÓN</i> .....	92
4.5.2.1.1.	<i>PROCEDIMIENTO</i> .....	92

4.5.2.2.	<i>ELABORACIÓN DE TESTIGOS DE MORTERO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN PORCENTAJES DE 2.5%, 5% Y 7.5% CON RESPECTO AL PESO DEL CEMENTO.</i>	95
4.5.2.2.1.	PROCEDIMIENTO	95
4.5.2.3.	<i>ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL</i>	98
4.5.2.3.1.	PROCEDIMIENTO	98
4.5.2.3.2.	TOMA DE DATOS	99
3.6.	PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS	105
3.6.1.	GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO	105
3.6.1.1.	<i>PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA</i>	105
3.6.1.2.	<i>DIAGRAMAS Y TABLAS</i>	105
3.6.2.	MODULO DE FINURA DEL AGREGADO	107
3.6.2.1.	<i>PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA</i>	107
3.6.2.2.	<i>DIAGRAMAS Y TABLAS</i>	107
	Tabla 42: PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO DEL AGREGADO	107
3.6.3.	PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL AGREGADO	108
3.6.3.1.	<i>PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA</i>	108
3.6.3.2.	<i>DIAGRAMAS Y TABLAS</i>	108
	Tabla 43: CALCULO DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL AGREGADO	108
3.6.4.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO	108
3.6.4.1.	<i>PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA</i>	108
3.6.4.2.	<i>DIAGRAMAS Y TABLAS</i>	109
3.6.5.	PESO UNITARIO DEL AGREGADO	110
3.6.5.1.	<i>PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA</i>	110
3.6.6.	DISEÑO DE MEZCLAS DEL MORTERO	110
3.6.6.1.	<i>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS COMPONENTES DEL MORTERO</i>	111
3.6.6.2.	<i>PASOS DEL DISEÑO DE MEZCLAS</i>	112
3.6.7.	ANÁLISIS DEL REVENIMIENTO DEL MORTERO	119
3.6.8.	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO	120
<b>CAPÍTULO IV:</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>127</b>
4.1.	COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS DEL MORTERO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 7 DÍAS	127

4.2.	COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS DEL MORTERO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 14 DÍAS. ....	128
4.3.	COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS DEL MORTERO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 28 DÍAS. ....	129
4.4.	COMPARACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL MORTERO PATRÓN Y EL MORTERO ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL 2.5%, 5% Y 7.5%. ....	130
4.5.	COMPARACIÓN DEL SLUMP DEL MORTERO PATRÓN Y EL MORTERO ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL 2.5%, 5% Y 7.5%. 132	

Tabla 80:	COMPARACIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL MORTERO PATRÓN Y MORTERO ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL 2.5%, 5% Y 7.5% EN cm Y pulg	132
-----------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	133
<b>CONCLUSIONES</b> .....	133
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	135
<b>REFERENCIAS</b> .....	136
<b>ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA</b> .....	139
<b>ANEXO 2: PANEL FOTOGRÁFICO</b> .....	141

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES.....	10
Tabla 2: RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDOS – BIONDI.....	14
Tabla 3: RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDOS – VASQUEZ Y VIGIL.....	15
Tabla 4: RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDOS – GALICIA Y VELÁSQUEZ.....	17
Tabla 5: RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDOS – ALIAGA.....	18
Tabla 6: CUADRO DE EVOLUCION DEL CONCRETO SIMPLE.....	31
Tabla 7: TAMICES STANDAR ASTM.....	36
Tabla 8: REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO FINO SEGÚN NTP 400.037.....	36
Tabla 9: CLASIFICACIÓN DEL AGREGADO FINO DE ACUERDO CON EL VALOR DEL MÓDULO DE FINURA.....	37
Tabla 10: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CÁSCARA DE ARROZ.....	49
Tabla 11: CANTIDAD DE CENIZA PRODUCIDA POR DISTINTOS CEREALES.....	49
Tabla 12: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ.....	51
Tabla 13: CARACTERÍSTICAS FISIOQUÍMICAS (ASTM C-618).....	54
Tabla 14: FACTOR DE CORRECCION.....	60
Tabla 15: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO.....	60
Tabla 16: ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA DIVERSOS TIPOS DE OBRAS.....	61
Tabla 17: CANTIDADES APROXIMADAS DE AGUA DE AMASADO PARA DIFERENTE SLUM, TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO Y CONTENIDO DE AIRE.....	62
Tabla 18: RELACIÓN AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA.....	63
Tabla 19: PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO.....	64
Tabla 20: DISEÑO DE INGENIERÍA.....	71



Tabla 21: DISTRIBUCIÓN DE TESTIGOS DE LA MUESTRA A ENSAYAR. ....	73
Tabla 22: PESO RETENIDO DE AGREGADO DEL RIO UCAYALI. ....	85
Tabla 23: DATOS OBTENIDOS PARA EL PESO ESPECIFICO.....	88
Tabla 24: DATOS OBTENIDOS PARA LA ABSORCION.....	88
Tabla 25: DATOS OBTENIDOS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD. ....	89
Tabla 26: MEDICION DE SLUMP A LOS 7 DIAS. ....	91
Tabla 27: MEDICION DE SLUMP A LOS 14 DIAS. ....	91
Tabla 28: MEDICION DE SLUMP A LOS 28 DIAS. ....	92
Tabla 29: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL MORTERO PATRÓN.....	99
Tabla 30: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL MORTERO ADICIONADO CON 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ. ....	100
Tabla 31: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL MORTERO ADICIONADO CON 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ. ....	100
Tabla 32: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL MORTERO ADICIONADO CON 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ. ....	101
Tabla 33: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DEL MORTERO PATRÓN.....	101
Tabla 34: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DEL MORTERO ADICIONADO CON 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ. ....	102
Tabla 35: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DEL MORTERO ADICIONADO CON 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ. ....	102
Tabla 36: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DEL MORTERO ADICIONADO CON 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ. ....	103
Tabla 37: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL MORTERO PATRÓN.....	103
Tabla 38: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL MORTERO ADICIONADO CON 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ. ....	104

Tabla 39: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL MORTERO ADICIONADO CON 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ. ....	104
Tabla 40: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL MORTERO ADICIONADO CON 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ. ....	105
Tabla 41: ANÁLISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO. ....	106
Tabla 42: PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO DEL AGREGADO. ....	107
Tabla 43: CALCULO DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL AGREGADO. ....	108
Tabla 44: CALCULO DEL PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO. ....	109
Tabla 45: CALCULO DE LA ABSORCION DEL AGREGADO. ....	109
Tabla 46: PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO. ....	110
Tabla 47: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO. ....	110
Tabla 48: CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO. ....	111
Tabla 49: CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO. ....	111
Tabla 50: CARACTERÍSTICAS DEL AGUA. ....	112
Tabla 51: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN. ....	112
Tabla 52: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO $f'_{cr}$ . ....	112
Tabla 53: VOLUMENES ABSOLUTOS DE LA PASTA. ....	114
Tabla 54: PESOS ABSOLUTOS DE CEMENTO, AGUA Y AGREGADO. ....	115
Tabla 55: PESOS ABSOLUTOS DE CEMENTO, AGUA Y AGREGADO CORREGIDOS POR HUMEDAD Y ABSORCION. ....	116
Tabla 56: DOSIFICACIÓN FINAL POR 1M <sup>3</sup> DE MORTERO. ....	116
Tabla 57: DOSIFICACIÓN FINAL POR PROBETA CIRCULAR. ....	117
Tabla 58: DOSIFICACIÓN PARA 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ. ....	117
Tabla 59: DOSIFICACIÓN PARA 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ. ....	118
Tabla 60: DOSIFICACIÓN PARA 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ. ....	118
Tabla 61: ASENTAMIENTO DEL MORTERO A LOS 7 DÍAS. ....	119
Tabla 62: ASENTAMIENTO DEL MORTERO A LOS 14 DÍAS. ....	119
Tabla 63: ASENTAMIENTO DEL MORTERO A LOS 28 DÍAS. ....	120
Tabla 64: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO PATRÓN A LOS 7 DÍAS. ....	120
Tabla 65: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 7 DÍAS. ....	121

Tabla 66: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 7 DÍAS.....	121
Tabla 67: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 7 DÍAS.....	122
Tabla 68: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO PATRÓN A LOS 14 DÍAS. ....	122
Tabla 69: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 14 DÍAS.....	123
Tabla 70: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 14 DÍAS.....	123
Tabla 71: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 14 DÍAS.....	124
Tabla 72: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO PATRÓN A LOS 28 DÍAS. ....	124
Tabla 73: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 28 DÍAS.....	125
Tabla 74: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 28 DÍAS.....	125
Tabla 75: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 28 DÍAS.....	126
Tabla 76: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA A LOS 7 DIAS DEL MORTERO CON ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ VS EL MORTERO PATRÓN.....	127
Tabla 77: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA A LOS 14 DIAS DEL MORTERO CON ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ VS EL MORTERO PATRÓN.....	128
Tabla 78: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA A LOS 28 DIAS DEL MORTERO CON ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ VS EL MORTERO PATRÓN.....	129
Tabla 79: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DEL MORTERO CON ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL 2.5%, 5% Y 7.5% VS EL MORTERO PATRÓN.....	130
Tabla 80: COMPARACIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL MORTERO PATRÓN Y MORTERO ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL 2.5%, 5% Y 7.5% EN cm Y pulg .....	132

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: MEZCLA DE MORTERO. ....	19
Figura 2: CLINKER. ....	26
Figura 3: PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL CEMENTO. ....	26
Figura 4: CURVA DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO TIPO I. ....	31
Figura 5: AGREGADO FINO. ....	32
Figura 6: TAMICES ASTM. ....	35
Figura 7: CURADO DE TESTIGOS. ....	44
Figura 8: CÁSCARA DE ARROZ. ....	48
Figura 9: CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ. ....	50
Figura 10: CLASIFICACIÓN DE MATERIALES PUZOLÁNICOS. ....	52
Figura 11: MUESTRAS CILÍNDRICAS DE MORTERO PARA ENSAYOS DE COMPRESIÓN ESTÁNDAR. ....	55
Figura 12: TRASLADO DE LA CÁSCARA DE ARROZ A LOS LABORATORIOS DE LA UNT. ....	79
Figura 13: RECOLECCIÓN DE LA CÁSCARA DE ARROZ. ....	79
Figura 14: PRIMER PROCESO DE CALCINACION DE LA CÁSCARA DE ARROZ. ....	80
Figura 15: EXTRACCION DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, PRODUCTO DEL PRIMER PROCESO DE CALCINACION. ....	81
Figura 16: TAMIZADO DE LA CENIZA OBTENIDA POR LA MALLA N°50. ....	81
Figura 17: SEGUNDO PROCESO DE CALCINACION DE LA CÁSCARA DE ARROZ. ....	82
Figura 18: CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, PRODUCTO DEL SEGUNDO PROCESO DE CALCINACION. ....	82
Figura 19: TAMIZADO DEL AGREGADO PARA ANÁLISIS GRANULOMETRICO. ....	85
Figura 20: ENSAYO DE PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO. ....	87
Figura 21: DETERMINACION DEL ASENTAMIENTO DEL MORTERO. ....	91
Figura 22: ELABORACION DE LA MEZCLA DE MORTERO. ....	93
Figura 23: MEDICION DEL SLUMP DEL MORTERO PATRÓN. ....	93
Figura 24: COLOCACION DE LA MEZCLA DE MORTERO EN LAS PROBETAS. ....	94
Figura 25: PROBETAS DE MORTERO PATRÓN. ....	94
Figura 26: DESMOLDE Y CODIFICACION DE LOS TESTIGOS DE MORTERO PATRÓN. ....	94
Figura 27: CURADO DE TESTIGOS DE MORTERO PATRÓN. ....	95

Figura 28: TAMIZADO FINAL POR LA MALLA N°50.....	96
Figura 29: CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ FINAL.....	97
Figura 30: INCORPORACION DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LA MEZCLA.....	97
Figura 31: TESTIGOS CON ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.....	97
Figura 32: CURADO DE TESTIGOS DE MORTERO CON ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.....	98
Figura 33: ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL.....	99
Figura 34: CURVA GANULOMETRICA.....	106
Figura 35: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA A LOS 7 DIAS DEL MORTERO CON ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ VS EL MORTERO PATRÓN.....	127
Figura 36: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA A LOS 14 DIAS DEL MORTERO CON ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ VS EL MORTERO PATRÓN.....	128
Figura 37: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA A LOS 28 DIAS DEL MORTERO CON ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ VS EL MORTERO PATRÓN.....	129
Figura 38: COMPARACIÓN DE EVOLUCIÓN DEL MORTERO PATRÓN Y MORTERO ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL 2.5%, 5% Y 7.5% EN kg/cm <sup>2</sup> .....	131
Figura 39: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	131

# **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1. DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA**

La ingeniería civil es una de las carreras con mayor demanda en nuestro país, y en el mundo en general, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) indica que Perú tiene más de 31 millones de habitantes, y hacia el 2021, alcanzaría los 33. Al aumentar la población, se agrandan las ciudades, y por ello, surge el boom de la inmobiliario y de la construcción. Se requieren un sinnúmero de ingenieros civiles y personal de obras de construcción. Son muchos los proyectos tanto privados, como públicos, nacionales y extranjeros. Desde hace más de 10 años que, en sectores privados y públicos, se realizan grandes inversiones de dinero en obras de construcción (viviendas, centros comerciales, etc.) (Universia Perú, 2017).

Los aditivos son compuestos que mejoran las propiedades o modifican el comportamiento de las mezclas basadas en cemento, sin embargo, su aplicación en el mortero con fines estructurales (mortero armado) es poco conocida y no ha sido estudiada a profundidad, lo que dificulta su aplicación con fiabilidad.

Por otro lado, el arroz es el primer producto en área sembrada y cosechada en el Perú, muy por encima del café, la papa y el maíz amarillo duro; con más de 380,000 hectáreas en promedio, según Ordenanza Regional N° 016-2015-GR-LL/CR. La producción de arroz cáscara, en abril de 2018, registró 379 mil 659 toneladas y se incrementó en 55,6% al compararlo con el volumen reportado en similar mes del año pasado. Este comportamiento positivo se reportó en los departamentos de La Libertad (2 306,3%) y San Martín (18,3%) que concentraron el 55,9% del total de la producción nacional. También, creció en Madre de Dios (109,1%), Ucayali (43,8%), Loreto (42,9%), Pasco (24,5%) y Cusco (22,7%). (INEI, 2018)

De esta manera, concluimos, que el arroz es un producto esencial en la agricultura nacional, cada año aumenta su producción y por consecuencia aumenta el desecho producto de este cereal, la cáscara de arroz. El fin de esta investigación es poder emplear la cáscara de arroz para producir morteros mejorados y así contribuir en mejores propiedades mecánicas para su uso estructural.

También hemos tenido en consideración que en nuestra región hay distintas realidades a lo que respecta a la construcción de edificaciones, centrándonos en los materiales; en muchas ciudades de la selva baja como Iquitos no existe suministro de agregado grueso en zonas cercanas, resultando su utilización excesivamente costosa; lo cual supone el uso o desuso de otros materiales, procedimientos distintos; y que, dado que no hay estudios al respecto, existen riesgos en dichas construcciones.

El mortero se muestra también como una solución para elementos estructurales cuyas secciones son reducidas, esto para evitar problemas de cangrejeras y segregación que se presentan con la utilización de concreto.

La ceniza de cascarilla de arroz se muestra actualmente como un material muy versátil debido a sus distintas propiedades. De esta manera, se ha empleado la ceniza de cascarilla de arroz para la fabricación de sílice pura, la sílice es una combinación de silicio y oxígeno en forma de  $\text{SiO}_2$ . La ceniza de la cáscara de arroz puede contener hasta 15% en peso de carbono. Si la calcinación de la ceniza se promueve con el fin de eliminar el carbono residual, se puede obtener aproximadamente el 95% de sílice puro, dicha sílice se distribuye principalmente en la epidermis externa de la cascarilla de arroz (Jaubertie, 2000). (Aliaga, 2018, p.13)

Por ello se estudió a la ceniza de cáscara de arroz como compuesto agregado, para así conocer el comportamiento de este dentro de la mezcla y encontrar posibles aplicaciones dentro de la construcción civil, para determinar su contribución en la resistencia a la compresión del mortero.

De esta manera cumpliremos con dos objetivos: uno ingenieril y uno social; por un lado, esperamos mejorar la resistencia a la compresión del mortero y por otro utilizarlo como compuesto agregado en zonas donde el suministro de agregado grueso es inexistente, de manera que construir de forma segura esté al alcance de más personas.

Lo que queremos lograr en la presente tesis es mejorar las propiedades mecánicas de un mortero de cemento y arena, aprovechando que somos una región con gran producción de cáscara de arroz y en crecimiento constante, mediante la adición de la ceniza de cáscara de arroz en porcentaje (%) con respecto al cemento en kg; de esta manera se buscará mejorar la resistencia a la compresión, otorgando al mortero mejores características para su uso estructural.

Es importante mencionar que el uso de mortero para fines estructurales no se encuentra normado en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), solo contamos con la norma E.060 de concreto armado, el cual establece al concreto como única mezcla para fines estructurales, mientras que el mortero tiene función de pega para estructuras de mampostería o albañilería, para anclajes, y para otros donde el mortero no es el elemento principal estructural. Es por ello, que se debe seguir investigando sobre el uso estructural del mortero y sobre las propiedades físicas y mecánicas que este presenta. En ese sentido, esta investigación tiene como finalidad contribuir con el estudio del mortero para fines estructurales, y poder ser un estudio de referencia para próximas investigaciones, hasta su adecuada reglamentación.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera influirá la adición de ceniza de cáscara de arroz en la resistencia a la compresión y consistencia de un mortero, con respecto a un mortero patrón de calidad  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>?



## **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

1. ¿Cuál será la resistencia a la compresión de un mortero adicionado con 2.5, 5 y 7.5% de ceniza de cáscara de arroz, con respecto a un mortero patrón de calidad  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>, a los 7, 14 y 28 días de edad?
2. ¿Cómo afectaría la ceniza de cáscara de arroz al 2.5, 5 y 7.5% en la consistencia del mortero patrón?
3. ¿Cuál será el porcentaje óptimo de ceniza de cáscara de arroz entre 2.5, 5 y 7.5% adicionado al mortero, para obtener la mayor resistencia a la compresión?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar de qué manera influye la adición de ceniza de cáscara de arroz en la resistencia a la compresión y consistencia de un mortero, con respecto a un mortero patrón de calidad  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar la resistencia a la compresión de un mortero adicionado con 2.5, 5 y 7.5% de ceniza de cáscara de arroz, con respecto a un mortero patrón de calidad  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>, a los 7, 14 y 28 días de edad.
2. Determinar como la ceniza de cáscara de arroz al 2.5; 5 y 7.5% afecta en la consistencia del mortero patrón.
3. Determinar el porcentaje óptimo entre los porcentajes de 2.5, 5 y 7.5% de ceniza de cáscara de arroz adicionado al mortero, para obtener la mayor resistencia a la compresión.

## 1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La investigación busca contribuir en el aumento de resistencia a la compresión del mortero, con el fin de abaratar los costos en corto y/o largo plazo y mejorar la durabilidad de las edificaciones, en localidades que como antes mencionamos, no existe la posibilidad de conseguir agregado grueso en zonas cercanas. También contribuye como solución a problemas de cangrejas generadas por secciones muy pequeñas y confinamiento de armadura.

### *1.4.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA*

Este trabajo de investigación se justifica técnicamente, debido a que mediante los resultados obtenidos a través de los ensayos de resistencia a la compresión; se podrá mejorar alguna propiedad física mecánica del mortero, lo que representa una solución técnica a la problemática ya expuesta.

### *1.4.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL*

Este trabajo de investigación se justifica socialmente, debido a que buscara mejorar la resistencia y durabilidad de las edificaciones, que podrían ser empleadas con este material aditivo puzolánico, en construcciones de viviendas de forma masiva, en las zonas donde no se presenta agregado grueso e implique un gasto adicional mucho mayor adquirirlo.

### *1.4.3. JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD*

Este trabajo de investigación es viable, debido a que contamos con materiales y equipos necesarios para la realización de las pruebas y ensayos, estos son realizados en el Laboratorio GEOSERV - Geotécnica Y Servicios E.I.R.L. y en el Laboratorio de Materiales Cerámicos de la escuela de Ingeniería de Materiales de la UNT (Universidad Nacional de Trujillo), también es viable ya que contamos con gran cantidad de cáscara de arroz en los molinos de nuestra localidad y el Perú. Además de ello es viable

económicamente, ya que la cáscara de arroz es un material de desecho, por lo que el costo es mínimo.

#### ***1.4.4. JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA***

Este trabajo de investigación se justifica por relevancia, debido a que, a través de la incorporación de la ceniza de cáscara de arroz al mortero, reduciría el costo de producción del mortero para uso estructural y mejoraría algunas propiedades físicas y mecánicas del mortero, como la resistencia a la compresión.

#### ***1.4.5. JUSTIFICACIÓN POR INNOVACIÓN Y POTENCIAL***

Este estudio tiene potencial para la realización de otras en el futuro, pues dada la poca información que existe del mortero armado (estructural), y aún más la falta de estudios en lo que respecta a su uso apoyándose con aditivos puzolánicos, es importante continuar investigando.

La construcción requiere de materiales abundantes y baratos que soporten las sollicitaciones requeridas. Y esta es una forma de empezar a aportar al conocimiento de este pequeño campo en crecimiento elevado, por su potencial.

### **1.5. LIMITACIONES Y ALCANCES**

Dentro de las limitaciones de esta investigación, la más sobresaliente será la aplicabilidad de la mezcla en situaciones reales, ya que el investigador al desarrollar la investigación en un laboratorio, tiene el cuidado necesario y la consideración en la constitución de los testigos para tener una mezcla lo más homogénea posible, por lo cual la mano de obra en el desarrollo se tendrá que realizar con estricto control (Aliaga, 2018).

Una limitación importante en el desarrollo de esta investigación fue el factor económico, ya que en la búsqueda de un proceso experimental de calidad, tuvimos que ir Trujillo para que en colaboración con el laboratorio de cerámicos de la UNT podamos realizar el proceso de calcinación, el cual

era el más importante en términos de calidad de proceso; todo esto y, ya que esta tesis es experimental, represento una limitante económica para poder seguir investigando con otros parámetros.

La presente investigación tuvo como limitaciones:

- La construcción de un horno artesanal para el primer proceso de calcinación.
- Encontrar un horno mufla eléctrico con programación de temperatura y tiempo, y volumen necesario para el segundo proceso de calcinación de la cascara de arroz.
- El costo en flete que significaba llevar la cascara de arroz de Pucallpa hasta los laboratorios en Trujillo.
- La falta de normatividad sobre ensayos y pruebas de mortero con fines estructurales.
- La principal limitación fue la económica, ya que se trató de una investigación experimental pura, donde la obtención de ceniza de cascara de arroz se realizó en la UNT de la ciudad de Trujillo.

## 1.6. HIPÓTESIS

### 1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL

La resistencia a la compresión y consistencia de un mortero adicionado con diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz mejora con respecto a la resistencia a la compresión y consistencia de un mortero patrón de calidad  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>.

### 1.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

a) La resistencia a la compresión que alcanza el mortero adicionado con ceniza de cáscara de arroz al 2.5%, 5% y

7.5% será mayor en todos los casos con respecto a la resistencia alcanzada por el mortero patrón.

- b) La adición de la ceniza de cáscara de arroz al 2.5; 5 y 7.5% en el mortero incrementará la consistencia del mortero patrón.
- c) El porcentaje óptimo de ceniza de cáscara de arroz que se añadirá al mortero, para obtener la mayor resistencia a la compresión, es del 7.5%.

## 1.7. SISTEMA DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES

### 1.7.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- Porcentaje de ceniza de cáscara de arroz.
  - Descripción: Es la calcinación de la cáscara de arroz, que al ser sometido a altas temperaturas, se convierte en ceniza.
  - Dimensión: Físicas.
  - Indicador: Porcentaje con respecto al peso del cemento en kilogramos.
- Agregado fino del Rio Ucayali.
  - Descripción: Es la mezcla aglomerada de agua, cemento pórtland tipo I y arena de la cantera del Rio Ucayali.
  - Dimensión: Físicas.
  - Indicador: Volumen en M3.

## 1.7.2. VARIABLES DEPENDIENTES

- Resistencia a la compresión de un mortero adicionado con ceniza de cáscara de arroz.
  - Descripción: Es un mortero tradicional (patrón) adicionado con ceniza de cáscara de arroz.
  - Dimensión: Mecánicas.
  - Indicador: Carga de Rotura (kN o kg/cm<sup>2</sup>), Área bruta (cm<sup>2</sup>).
  
- Consistencia (grado de plasticidad del mortero fresco para fluir).
  - Descripción: Es el grado de plasticidad del mortero para fluir.
  - Dimensión: física.
  - Indicador: Relación Agua/Cemento, Slump (").

## 1.8. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES

Tabla 1: DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES.

HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DIMENSIONES	ESCALA DE MEDION O UND. DE MEDIDA
<b>HIPOTESIS GENERAL:</b> La resistencia a la compresión y consistencia de un mortero adicionado con diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz mejora con respecto a la resistencia a la compresión y consistencia de un mortero patrón de calidad $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> .	<b>VI.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de ceniza de cáscara de arroz.</li> <li>• Mortero <math>f'c=175</math> kg/cm<sup>2</sup> fabricado con agregado del Rio Ucayali.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje con respecto al Peso en kilogramos del cemento.</li> <li>• Volumen en M3.</li> <li>• Resistencia a la compresión en Kg/cm<sup>2</sup> o KN.</li> <li>• Área bruta (cm<sup>2</sup>).</li> <li>• Revenimiento (Slump).</li> <li>• Relación a/c.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad de la cáscara de arroz, volumen.</li> <li>• Agregado del Rio Ucayali.</li> <li>• Calidad del diseño de mezcla.</li> <li>• Calidad de los materiales.</li> <li>• Ceniza de cáscara de arroz.</li> </ul>	✓ Kg (%) ✓ M3
	<b>VD.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia a la compresión de un mortero adicionado con ceniza de cáscara de arroz.</li> <li>• Consistencia.</li> </ul>			✓ Kg/cm <sup>2</sup> o KN ✓ Cm <sup>2</sup> ✓ Slump ("") ✓ a/c
<b>HIPOTESIS 1:</b> La resistencia a la compresión que alcanza el mortero adicionado con ceniza de cáscara de arroz al 2.5%, 5% y 7.5% será	<b>VI.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceniza de cáscara de arroz.</li> <li>• Agregado del Rio Ucayali.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso en Kg.</li> <li>• Volumen en M3.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del diseño de mezcla.</li> <li>• Verificación de la trabajabilidad de la mezcla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kg (%)</li> <li>• M3</li> <li>• Granulometría</li> </ul>

mayor en todos los casos con respecto a la resistencia alcanzada por el mortero patrón.	<b>VD.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia a la compresión del mortero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia a la compresión en Kg/cm<sup>2</sup> O KN.</li> <li>Área bruta (cm<sup>2</sup>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad de los materiales.</li> <li>Disposición del material</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kg/cm<sup>2</sup> o KN</li> <li>Cm<sup>2</sup></li> </ul>
<b>HIPOTESIS 2:</b> La adición de la ceniza de cáscara de arroz al 2.5; 5 y 7.5% en el mortero incrementará la consistencia del mortero patrón.	<b>VI.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ceniza de cáscara de arroz</li> <li>Agregado del Rio Ucayali.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peso en Kg.</li> <li>Volumen en M<sup>3</sup>.</li> <li>Revenimiento.</li> <li>Revenimiento (Slump).</li> <li>Relación a/c.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad del diseño de mezcla.</li> <li>Disposición del material</li> <li>Verificación de la trabajabilidad de la mezcla.</li> <li>Calidad de los materiales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kg (%)</li> <li>M<sup>3</sup></li> <li>Granulometría</li> </ul>
	<b>VD.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Consistencia.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Slump (")</li> <li>a/c</li> </ul>
<b>HIPOTESIS 3:</b> El porcentaje óptimo de ceniza de cáscara de arroz que se añadirá al mortero, para obtener la mayor resistencia a la compresión, es del 7.5%.	<b>VI.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ceniza de cáscara de arroz.</li> <li>Agregado del Rio Ucayali.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peso en Kg</li> <li>Volumen en M<sup>3</sup>.</li> <li>Porcentaje con respecto al Peso en kilogramos del cemento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disponibilidad de la cáscara de arroz y agregado del Rio Ucayali.</li> <li>Calidad del diseño de mezcla.</li> <li>Calidad de los materiales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kg (%)</li> <li>M<sup>3</sup></li> <li>Granulometría</li> </ul>
	<b>VD.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje óptimo de ceniza de cáscara de arroz.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Kg/cm<sup>2</sup></li> <li>Kg (%)</li> </ul>

Fuente: Propia.



## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION**

#### **2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL**

##### **2.1.1.1. ANTECEDENTE INTERNACIONAL – “LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y SU EFECTO EN ADHESIVOS TIPO MORTERO”.**

En la investigación realizada por la Ing. Martha Alix Novoa Galeano, la estudiante Luisa Daniela Becerra León y la estudiante María Paula Vásquez Piñeros, de la Universidad Libre, Bogotá – Colombia (2016), denominado “La ceniza de cascarilla de arroz y su efecto en adhesivos tipo mortero”.

En este estudio se presenta una caracterización de la ceniza de cascarilla de arroz a un tamaño de partícula adecuado para su desempeño como agregado fino en adhesivos tipo mortero para colocación de baldosas cerámicas, debido al alto porcentaje de sílice en su composición química. Se analizan las propiedades físicas y químicas de los agregados y el comportamiento mecánico de fluidez y resistencia a la tracción de los morteros obtenidos con reemplazo parcial de arena en porcentajes desde 5% hasta 25%, proponiendo así el empleo de los residuos de ceniza de cascarilla de arroz y presentando una alternativa de disminución a la explotación de arena, la cual genera impactos graves al medio ambiente. Los resultados muestran que un porcentaje de reemplazo de la arena por ceniza de cascarilla de arroz de 20% produce fuerzas de tracción comparables con las obtenidas para adhesivos comerciales. (Novoa, Becerra y Vásquez, 2016, p.01)

##### **2.1.1.2. ANTECEDENTE INTERNACIONAL – “ESTUDIO DE MORTEROS DE CEMENTO PÓRTLAND CON CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ: POSIBILIDAD DE USO EN CONSTRUCCIÓN RURALES”.**

En la investigación realizada por el Bach Alejandro Escalera Cruz, de la Universidad Politécnica de Valencia, España (2008), denominado “Estudio de Morteros de Cemento Pórtland con Ceniza de Rastrojo de Maíz: Posibilidad de uso en construcción rurales”, se realiza una calcinación al rastrojo de maíz entre 400 a 1000 °C de temperatura, resultando una mejor composición mineralógica a los 700 °C, con composición de Caolinita y Sanidina, que en mayor porcentaje contienen Cal y Silicio; se realizó ensayos de resistencia a los 28, 56 y 90 días; donde los resultados mostraron que dicha ceniza tiene una composición de puzolana, teniendo una resistencia a la compresión similar a las de los morteros de control que se tuvieron en la investigación.

## 2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

### 2.1.2.1. ANTECEDENTE NACIONAL – “EL CONCRETO DE ARENA”.

En la investigación realizada por la Ing. Ana Biondi S. del Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG) (2000), nombrado “El Concreto de Arena”, se estudia el concreto de arena en la ciudad de Iquitos, producido con arena fina, aditivo plastificante, cemento Tipo I y Tipo IP, de la siguiente manera:

- ✓ Cemento Tipo I sin aditivo y con aditivo.
- ✓ Cemento Tipo IP sin aditivo y con aditivo.
- ✓ Relación agua/cemento de 0.57, 0.67 y 0.77.
- ✓ A las edades de 3, 7, 28 y 60 días.
- ✓ Para cada mezcla y cada edad se vaciaron 6 especímenes, tomando luego el promedio de los valores válidos.

Donde se tuvo los siguientes resultados de resistencia a la compresión:

Tabla 2: RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDOS - BIONDI.

CEMENTO TIPO IP				CEMENTO TIPO I			
Sin Aditivo		Con Aditivo		Sin Aditivo		Con Aditivo	
Edad días	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>	Edad días	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>	Edad días	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>	Edad días	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>
Relación a/c=0.57				Relación a/c=0.57			
3	141	3	182	3	179	3	174
7	190	7	216	7	188	7	189
28	247	28	259	28	276	28	245
60	334	60	338	60	300	60	295
Relación a/c=0.67				Relación a/c=0.67			
3	83	3	127	3	112	3	110
7	121	7	160	7	161	7	120
28	196	28	222	28	206	28	177
60	259	60	269	60	188	60	230
Relación a/c=0.77				Relación a/c=0.77			
3	70	3	70	3	72	3	58
7	91	7	100	7	102	7	88
28	140	28	158	28	132	28	125
60	186	60	205	60	160	60	168

Fuente: Ana Biondi, El Concreto de Arena, 2000.

### Conclusiones:

- En relación a los ensayos de resistencia a la compresión las mezclas patrón alcanzaron las resistencias previstas a los 28 días; y como era de esperarse mayores las resistencias del Tipo I, asunto que revirtió a los 60 días, en que el cemento IP tuvo resistencias mayores.
- Las mezclas con aditivo preparadas con una bolsa menos de cemento por m<sup>3</sup> de concreto dieron buenos resultados, en este caso mejores con el cemento IP que con el cemento I.
- El problema de la falta o escasez de agregado grueso no es un problema de la selva baja del Perú, sino que es compartido por muchos países.

- En cuanto a los agregados de Iquitos:
  - ✓ Se trata de una arena limpia, libre de sustancias dañinas.
  - ✓ Muy fina, con módulo de fineza 1.1 lo que redundará en altos contenidos de cemento.
- La relación óptima agua/cemento es 0.57.

2.1.2.2. ANTECEDENTE NACIONAL – “LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ, ADICIÓN PUZOLÁNICA EN CEMENTO Y CONCRETO”.

En la investigación realizada por la Dra. Vásquez, R. de Cementos Pacasmayo S.A.A. y la Bach. Vigil, P. de la Universidad de Piura (2000), nombrado “Las cenizas de cáscara de arroz, adición puzolánica en cemento y concreto”, se estudia la ceniza de cáscara de arroz como aditivo puzolana artificial en un 10%, 15%, 20% y 30% del peso del cemento en el tiempo de 3, 7 y 28 días. “Los resultados demuestran la factibilidad técnica de la elaboración de los cementos Pórtland con incorporación de ceniza de cáscara de arroz, con porcentajes de adición de hasta el 30%” (Vásquez y Vigil, 2000, p.01).

Resistencia a la compresión del cemento Pórtland adicionado:

Tabla 3: RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDOS – VASQUEZ Y VIGIL.

ADICIÓN DE CENIZA (%)	RESISTENCIA A LOS 3 DÍAS (KG/CM <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS (KG/CM <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS (KG/CM <sup>2</sup> )
0	257	297	350
10	277	364	416
15	257	362	408
20	260	363	405
30	279	347	381

Fuente: Vásquez y Vigil, 2000.

La resistencia de los cementos Pórtland adicionados a 3 días es hasta 8,6% mayor que la del OPC (Cemento Pórtland ordinario), a 7 días es hasta 22,6% mayor que la del OPC y a 28 días es hasta 18,9% mayor que la del OPC. Esto demuestra que la contribución de la ceniza de cáscara de arroz a las resistencias no sólo es a los 3 y 7 días, sino también contribuye con la resistencia del cemento a los 28 días. (Vásquez y Vigil, 2000, p.20)

*2.1.2.3. ANTECEDENTE NACIONAL – “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO ADICIONADO CON CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CUNYAC Y VICHO CON RESPECTO A UN CONCRETO PATRÓN DE CALIDAD  $f'c=210$  KG/CM<sup>2</sup>”.*

En la tesis realizada por la Br. Galicia Pérez Mónica Alexandra y el Br. Velásquez Curo Marco Antonio, de la Universidad Andina del Cusco (2016), denominado “Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a un concreto patrón de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>”, se estudia la aplicación de ceniza de rastrojo de maíz como aditivo en proporciones de 2.5%, 5% y 7.5% con respecto al peso del cemento, para tiempos de 7, 14 y 28 días, para determinar si este produce un incremento en la resistencia a la compresión y flexión.

De esta forma se evaluó la resistencia a la compresión y a la flexión, así como también la consistencia, para luego compararlas con un concreto patrón de calidad  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

Resistencia a la compresión del concreto adicionado:

Tabla 4: RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDOS – GALICIA Y VELÁSQUEZ.

ADICIÓN DE CENIZA (%)	RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS (KG/CM <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LOS 14 DÍAS (KG/CM <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS (KG/CM <sup>2</sup> )
0 (patrón)	120.33	158.73	197.28
2.5	181.68	212.92	257.86
5	187.27	222.59	267.59
7.5	253.11	288.03	290.95

*Fuente: Galicia y Velásquez, 2016.*

**2.1.2.4. ANTECEDENTE NACIONAL – “EVALUACIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y TIPOS DE AGREGADOS FINOS SOBRE LA COMPRESIÓN, SORPTIVIDAD Y DENSIDAD DE MORTEROS DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO I, TRUJILLO 2017”.**

En la tesis realizada por el Br. Agustín Junior Aliaga, de la Universidad Privada del Norte (2018), denominado “Evaluación de ceniza de cascarilla de arroz y tipos de agregados finos sobre la compresión, sorptividad y densidad de morteros de cemento pórtland tipo I, Trujillo 2017”, se estudió y evaluó el reemplazo de la ceniza de cáscara de arroz por tipos de arenas fina y gruesa en la elaboración de morteros de dosificación volumétrica de cemento: arena de 1:4 sobre su resistencia a compresión, sorptividad y densidad. Se reemplazo la ceniza de cáscara de arroz por la arena fina y gruesa en porcentajes de 0%, 1%, 2%, 3% y 4% para ambos casos, utilizando una constante de agua/cemento igual a 0.8 y cemento Pórtland Tipo I.

Donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 5: RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDOS – ALIAGA.

ADICIÓN DE CENIZA (%)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (KG/CM <sup>2</sup> )	
	ARENA FINA	ARENA GRUESA
0	71.8	211.3
1	83.0	226.8
2	91.8	196.9
3	89.3	175.5
4	63.9	142.7

Fuente: Aliaga, 2018.

## 2.2. BASES TEORICAS – CIENTIFICAS

La presente tesis se ha basado en describir el mortero como base de la investigación, destacando sus propiedades, tipos y sus componentes. Asimismo, en el desarrollo complementamos conceptos relacionados a la ceniza de cáscara de arroz.

### 2.2.1. MORTEROS

#### 2.2.1.1. DEFINICIÓN DEL MORTERO

Es toda mezcla de [cemento+arena+agua] que puede tener función estructural, o no tenerla. Los pañetes (morteros para revestimiento), por ejemplo, no poseen función estructural; los morteros usados en mampostería (pega o relleno), o los usados para fundir elementos estructurales, sí poseen tal función. (Salamanca, 2001, p.42)

Y en el caso de Gutiérrez de López (2003) lo define como: “El mortero es una mezcla homogénea de un material cementante (cemento), un material de relleno (agregado fino o arena), agua y en algunas ocasiones aditivos, prácticamente es hormigón (concreto) sin agregado grueso” (p.115)

Ambas definiciones describen al mortero como una mezcla y dependiendo del tipo y cantidad de materiales que lo conforman, puede presentar distintas propiedades; que le otorgaran funciones estructurales o de relleno.

En el entorno de la construcción local, el término mortero es más utilizado para referirse a la mezcla de cemento, agua y arena. Además, se le da una función común de pega entre unidades de albañilería o revestimiento de paredes de este mismo sistema constructivo. Esta situación amerita explicar más sobre los diferentes tipos de morteros que existen y así tener una idea más clara y certera sobre los morteros utilizados en la presente investigación. (Calle, 2018, p.04)



*Figura 1: MEZCLA DE MORTERO.*

*Fuente: Propia.*

#### **2.2.1.2. FUNCIONES ESTRUCTURALES DE LOS MORTEROS**

García (2000) refiere que los morteros cumplen importantes funciones estructurales, al constituir el material:

- **De base**, para la construcción de muros, paredes, cubiertas, etc, armado en estructuras de ramas, palmas, maderas, etc.
- **De unión**, y asentamiento de bloques de piedra, de ladrillos y de las piezas labradas (sillares, tambores, capiteles, tejas, etc.) que forman



los elementos constructivos (paramentos, columnas, cornisas, techumbres, etc.).

### 2.2.1.3. TIPOS DE MORTEROS

Atendiendo a su endurecimiento se pueden distinguir dos tipos de morteros: Los aéreos que son aquellos que endurecen al aire al perder agua por secado y fraguan lentamente por un proceso de carbonatación, y los hidráulicos o acuáticos que endurecen bajo el agua, debido a que su composición les permite desarrollar resistencias iniciales relativamente altas. (Gutiérrez de López, 2003, p.115)

Teniendo en cuenta los materiales que los constituyen, pueden ser:

#### 2.2.1.3.1. MORTEROS CALCÁREOS

Tienen como conglomerante a la cal, no llegan a poseer elevadas resistencias y poseen un tiempo de fragua moderado.

Las cales aéreas más conocidas son la cal blanca y la cal gris (dolomítica); en los morteros aéreos la arena tiene como objetivo principal evitar el agrietamiento por las contracciones del mortero al ir perdiendo el agua de amasado. Se recomienda que la arena sea de partículas angulares y que esté libre de materia orgánica. La proporción de cal-arena más usada para revoque es de 1:2 y para mampostería simple de 1:3 o de 1:4. Si la proporción aumenta el mortero pierde ductilidad y trabajabilidad. (Gutiérrez de López, 2003, p.115)

#### 2.2.1.3.2. MORTEROS DE CAL Y CEMENTO

Son aconsejables cuando se busca gran trabajabilidad, buena retención de agua y alta resistencia (superior a la de los morteros de cal; en estos morteros se sustituye parte del cemento por cal, razón por la cual se les conoce también como Morteros de Cemento Rebajado. (Gutiérrez de López, 2003, p.116)

Las relaciones de mezcla más usadas varían entre 1:2:6 y 1:2:10 de cemento, cal y arena; el agua necesaria varía de acuerdo con la

composición del mortero y la consistencia deseada. Si el contenido de cemento es alto, el mortero será de alta resistencia y de poco tiempo entre amasado y colocación, será más o menos trabajable y tiene una contracción del 3% si el mortero es seco. En cambio, si el contenido de cal es alto tendrá menos resistencia, será mayor el tiempo entre amasado y colocación, será más plástico y permeable, pero tendrá mayor retracción. Si el contenido de arena es alto, la resistencia disminuirá y será poco trabajable, pero tendrá poca retracción. Por lo cual debe buscarse una combinación adecuada a las condiciones de obra. (Gutiérrez de López, 2003, p.116)

#### 2.2.1.3.3. MORTEROS DE CEMENTO Y ARENA

Es el que posee mayor demanda de uso en el entorno de la construcción y dependiendo de contenido de cemento que posean, tendrán altas resistencias (estructural) y sus condiciones de trabajabilidad son variables dependiendo de la proporción de cemento y arena usados. Es hidráulico y se acostumbra prepararlo en obra, revolviendo primero el cemento y la arena y después adicionando agua. (Calle, 2018, p.05)

Son los más empleados en la construcción, se componen de arena y cemento Pórtland. Este mortero tiene altas resistencias y sus condiciones de trabajabilidad son variables de acuerdo a la proporción de cemento y arena usados. Es hidráulico y debe prepararse teniendo en cuenta que haya el menor tiempo posible entre el amasado y la colocación; se acostumbra mezclarlo en obra, revolviendo primero el cemento y la arena y después adicionando el agua. (Gutiérrez de López, 2003, p.117).

En el mortero de cemento al igual que en el hormigón, las características de la arena, tales como la granulometría, módulo de finura, forma y textura de las partículas, así como el contenido de materia orgánica, juegan un papel decisivo en su calidad. En algunos casos se emplean arenas con ligeros contenidos de limo o arcilla, para darle mayor

trabajabilidad al mortero, sin embargo, los morteros fabricados con este tipo de arena no son muy resistentes. (Gutiérrez de López, 2003, p.117).

Si el mortero tiene muy poco cemento la mezcla se hace áspera y poco trabajable ya que las partículas de arena se rozan entre sí, pues no existe suficiente pasta de cemento que actúe como lubricante. Por otro lado, si el mortero es muy rico, es decir, con alto contenido de cemento, es muy resistente, pero con alta retracción en el secado, o sea muy susceptible de agrietarse; estos morteros muy ricos sólo se usan en obras de ingeniería que exijan altas resistencias, tales como muros de contención o cimientos. (Gutiérrez de López, 2003, p.118).

#### *2.2.1.4. COMPOSICIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO ARENA*

##### *2.2.1.4.1. CEMENTO*

###### *2.2.1.4.1.1. DEFINICIÓN*

La palabra cemento describe a un material aglomerante que tiene propiedades de adherencia y cohesión, las cuales le permiten unir fragmentos minerales entre sí, para formar un conglomerado con resistencia y durabilidad adecuadas. Esta definición no sólo abarca los cementos propiamente dichos, sino una gran variedad de materiales aglomerantes como las cales, los asfaltos y los alquitranes y resinas sintéticas. (Arriola, 2009, p.03)

El cemento hidráulico se fabrica generalmente a partir de materiales minerales calcáreos, tales como caliza, y por alumina y sílice, que se encuentran como arcilla en la naturaleza. Debido a la diversa gama de cementos disponibles en nuestro medio, es importante distinguir los de uso general y los de uso especial. La diferencia está en función de la resistencia mecánica desarrollada y la durabilidad que presenta cada uno con respecto al tiempo y los diferentes agentes agresivos. (Arriola, 2009, p.04)

Desde el punto de vista económico siempre es recomendable optar por un cemento de uso general, a menos que se determine alguno de uso especial, debido a los requerimientos del cálculo estructural o por un proceso constructivo más específico en el manejo del concreto. (Arriola, 2009, p.04)

#### 2.2.1.4.1.2. CEMENTO PÓRTLAND

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 (yeso), como un añadido en la etapa de molienda. (YURA, 2014, p.02)

Es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes. (Pasquel, 1998, p.17)

El nombre proviene de la similitud en apariencia y el efecto publicitario que pretendió darle en el año 1824 Joseph Apsdín un constructor inglés, al patentar un proceso de calcinación de caliza arcillosa que producía un cemento que al hidratarse adquiriría según él, la misma resistencia que la piedra de la isla de Pórtland cerca del puerto de Dorset. (Pasquel, 1998, p.17)

Es en 1845 cuando se desarrolla el procedimiento industrial del cemento Pórtland moderno que con algunas variantes persiste hasta nuestros días y que consiste en moler rocas calcáreas con rocas arcillosas en cierta composición y someter este polvo a temperaturas sobre los 1300 °C produciéndose lo que se denomina el clinker, constituido por bolas endurecidas de diferentes diámetros, que finalmente se muelen añadiéndoseles yeso para tener como producto definitivo un polvo sumamente fino. (Pasquel, 1998, p.17)

#### 2.2.1.4.1.2.1. *Composición del Cemento Pórtland*

Luego del proceso de formación del clinker y molienda final, se obtienen los siguientes compuestos establecidos por primera vez por Le Chatelier en 1852, y que son los que definen el comportamiento del cemento hidratado y que detallaremos con su fórmula química, abreviatura y nombre corriente. (Pasquel, 1998, p.22)

Pasquel Carbajal, en su libro "Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú", segunda edición noviembre 1998, p.22-25; describe la composición del cemento Pórtland de la siguiente forma:

a) Silicato Tricálcico ( $3\text{CaO}, \text{SiO}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{S} \rightarrow \text{Alita}$ ).

Define la resistencia inicial (en la primera semana) y tiene mucha importancia en el calor de hidratación.

b) Silicato Dicálcico o Bicálcico ( $2\text{CaO}, \text{SiO}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{S} \rightarrow \text{Belita}$ ).

Define la resistencia a largo plazo y tiene incidencia menor en el calor de hidratación.

c) Aluminato Tricálcico ( $3\text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_3\text{A}$ ).

Aisladamente no tiene trascendencia en la resistencia, pero con los silicatos condiciona el fraguado violento actuando como catalizador, por lo que es necesario añadir yeso en el proceso (3% - 6%) para controlarlo.

Es responsable de la resistencia del cemento a los sulfatos ya que al reaccionar con estos produce Sulfoaluminatos con propiedades expansivas, por lo que hay que limitar su contenido.

d) Alumino-Ferrito Tetracálcico ( $4\text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_4\text{AF} \rightarrow \text{Celita}$ ).

Tiene trascendencia en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.

e) Oxido de Magnesio ( $\text{MgO}$ ).

Pese a ser un componente menor, tiene importancia pues para contenidos mayores del 5% trae problemas de expansión en la pasta hidratada y endurecida.

f) Oxidos de Potasio y Sodio ( $K_2O$ ,  $Na_2O$  →Alcalis).

Tienen importancia para casos especiales de reacciones químicas con ciertos agregados, y los solubles en agua contribuyen a producir eflorescencias con agregados calcáreos.

g) Oxidos de Manganeso y Titanio ( $Mn_2O_3$ ,  $TiO_2$ ).

El primero no tiene significación especial en las propiedades del cemento, salvo en su coloración, que tiende a ser marrón si se tienen contenidos mayores del 3%. Se ha observado que en casos donde los contenidos superan el 5% se obtiene disminución de resistencia a largo plazo.

El segundo influye en la resistencia, reduciéndola para contenidos superiores a 5%. Para contenidos menores, no tiene mayor trascendencia.

Normalmente el Clinker contiene entre 70 y 75% de los primeros, entre 7 y 15% del Aluminato tricálcico y el resto lo conforma el ferro-aluminato tricálcico y los compuestos secundarios como el  $MgO$ . La proporción en que estos compuestos se presentan en el Clinker, depende de la cantidad en que estén presentes en la materia prima, los elementos minerales que los conforman, es decir: CALCIO, SILICIO, ALUMINIO y FIERRO. (YURA, 2014, p.03)

#### 2.2.1.4.1.3. FABRICACIÓN DEL CEMENTO PÓRTLAND

Las materias primas, finamente molidas e íntimamente mezcladas, se calientan hasta el principio de la fusión ( $1400-1450^{\circ}C$ ), usualmente en grandes hornos giratorios, que pueden llegar a medir más de 200 m de longitud y 5.50 metros de diámetro.

Al material parcialmente fundido que sale del horno se le denomina "Clinker" (pequeñas esferas de color gris negruzco, duras y de diferentes tamaños). El Clinker enfriado y molido a polvo muy fino, es lo que constituye el cemento pórtland comercial. Durante la molienda se agrega una pequeña cantidad de yeso (3 o 4%), para regular la fragua del cemento. (Abanto, 2009, p.15)



Figura 2: CLINKER.

Fuente: <http://cemco.es/trading/clinker/>

#### 2.2.1.4.1.4. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL CEMENTO PÓRTLAND TIPO I

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Premium	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5.08	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.01	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	361	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.15	No específica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	274	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	340	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	440	Mínimo 285*
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	116	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	285	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	1.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.68	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	1.49	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.69	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	15.53	No específica
C <sub>3</sub> S	%	57.35	No específica
C <sub>3</sub> A	%	7.50	No específica
C <sub>4</sub> AF	%	10.61	No específica
<b>Álcalis Equivalentes</b>			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.47	Requisito opcional, máximo 0.60
<b>Resistencia a los Sulfatos</b>			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.083	0.10 % máx. a 180 días

Figura 3: PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL CEMENTO.

Fuente: FICHA TECNICA – CEMENTO ANDINO PREMIUM.

El cemento Pórtland es un polvo color gris, más o menos verdoso. Se vende en bolsas que tienen un peso neto de 42.5 kg, y un pie cubico de capacidad. En aquellos casos en que no se conozca el valor real se considerara para el cemento un peso específico de 3.15. (Abanto, 2009, p.16)

#### 2.2.1.4.1.5. TIPOS DE CEMENTO

“Los cementos Pórtland, se fabrican en cinco tipos cuyas propiedades se han normalizado sobre la base de la especificación ASTM de normas para el cemento Pórtland (C 150)” (Abanto, 2009, p.17).

- **Tipo I:** Es el cemento destinado a obras de concreto en general, cuando en la misma no se especifica la utilización de los otros 4 tipos de cemento.
- **Tipo II:** Es el cemento destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación.
- **Tipo III:** Es el cemento de alta resistencia inicial. El concreto hecho con el cemento tipo III desarrolla una resistencia en tres días igual a la desarrollada en 28 días por concretos hechos con cemento tipo I o tipo II.
- **Tipo IV:** Es el cemento del cual se requiere bajo calor de hidratación.
- **Tipo V:** Es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas a agua de mar.

“Cuando a los tres primeros tipos de cemento se les adiciona el sufijo A (Tipo IA), significa que son cementos a los que se les ha añadido incorporadores de aire en su composición, manteniendo las propiedades originales” (Pasquel, 1998, p.40).



Es interesante destacar los cementos denominados "mezclados o adicionados" dado que algunos de ellos se usan en nuestro medio:

- **Tipo IS:** Cemento al que se ha añadido entre un 25% a 70% de escoria de altos hornos referido al peso total.
- **Tipo ISM:** Cemento al que se ha añadido menos de 25% de escoria de altos hornos referido al peso total.
- **Tipo IP:** Cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje que oscila entre el 15% y 40% del peso total.
- **Tipo IPM:** Cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje hasta del 15% del peso total.

“Todos estos cementos tienen variantes en que se les añade aire incorporado (sufijo A), se induce resistencia moderada a los sulfatos (sufijo M), o se modera el calor de hidratación (sufijo H)” (Pasquel, 1998, p.40).

Las puzolanas (P) son materiales inertes silíceos y/o aluminosos, que individualmente tienen propiedades aglomerantes casi nulas, pero que finamente molidas y al reaccionar químicamente con hidróxidos de Calcio y agua adquieren propiedades cementantes. Las puzolanas se obtienen por lo general de arcillas calcinadas, tierras diatomáceas, tufos y cenizas volcánicas, y de residuos industriales como cenizas volátiles, ladrillo pulverizado, etc. (Pasquel, 1998, p.40)

La particularidad del reemplazar parte del cemento por estos materiales, estriba en cambiar algunas de sus propiedades, como son el aumentar los tiempos de duración de los estados mencionados anteriormente, retrasar y/o disminuir el desarrollo de resistencia en el tiempo, reducir la permeabilidad, mayor capacidad para retener agua, mayor cohesividad, incremento de los requerimientos de agua para formar la pasta, menor calor de hidratación y mejor comportamiento frente a la agresividad química. Hay que tener muy presente que la variación de estas

propiedades no siempre será conveniente dependiendo del caso particular, por lo que no se puede tomar a los cementos puzolánicos ó la inclusión de puzolana como una panacea, ya que son muy sensibles a las variaciones de temperatura los procesos constructivos y las condiciones de curado. (Pasquel, 1998, p.41)

#### 2.2.1.4.1.6. MECANISMO DE HIDRATACIÓN DEL CEMENTO

Se denomina hidratación al conjunto de reacciones químicas entre el agua y los componentes del cemento, que llevan consigo el cambio del estado plástico al endurecido, con las propiedades inherentes a los nuevos productos formados. Los componentes ya mencionados anteriormente, al reaccionar con el agua forman hidróxidos e hidratos de Calcio complejos. La velocidad con que se desarrolla la hidratación es directamente proporcional a la finura del cemento e inversamente proporcional al tiempo, por lo que inicialmente es muy rápida y va disminuyendo paulatinamente con el transcurso de los días, aunque nunca se llega a detener. (Pasquel, 1998, p.27)

Contrariamente a lo que se creía hace años, la reacción con el agua no une las partículas de cemento, sino que cada partícula se dispersa en millones de partículas de productos de hidratación desapareciendo los constituyentes iniciales. El proceso es exotérmico generando un flujo de calor hacia el exterior denominado calor de hidratación. (Pasquel, 1998, p.27)

Dependiendo de la temperatura, el tiempo, y la relación entre la cantidad de agua y cemento que reaccionan, se pueden definir los siguientes estados que se han establecido de manera arbitraria para distinguir las etapas del proceso de hidratación. (Pasquel, 1998, p.27)

##### 2.2.1.4.1.6.1. *Estado Plástico*

Unión del agua y el polvo de cemento formando una pasta moldeable. Cuanto menor es la relación Agua/Cemento, mayor es la concentración de partículas de cemento en la pasta compactada y por ende la

estructura de los productos de hidratación es mucho más resistente. (Pasquel, 1998, p.27)

#### *2.2.1.4.1.6.2. Fraguado Inicial*

Condición de la pasta de cemento en que se aceleran las reacciones químicas, empieza el endurecimiento y la pérdida de la plasticidad, midiéndose en términos de la resistencia a deformarse. Es la etapa en que se evidencia el proceso exotérmico donde se genera el ya mencionado calor de hidratación, que es consecuencia de las reacciones químicas descritas. (Pasquel, 1998, p.28)

#### *2.2.1.4.1.6.3. Fraguado Final*

“Se obtiene al término de la etapa de fraguado inicial, caracterizándose por endurecimiento significativo y deformaciones permanentes. La estructura del gel está constituida por el ensamble definitivo de sus partículas endurecidas” (Pasquel, 1998, p.28).

#### *2.2.1.4.1.6.4. Endurecimiento*

Se produce a partir del fraguado final y es el estado en que se mantienen e incrementan con el tiempo las características resistentes. La reacción predominante es la hidratación permanente de los silicatos de calcio, y en teoría continúa de manera indefinida. (Pasquel, 1998, p.28)

“Es el estado final de la pasta, en que se evidencian totalmente las influencias de la composición del cemento. Los sólidos de hidratación manifiestan su muy baja solubilidad por lo que el endurecimiento es factible aún bajo agua” (Pasquel, 1998, p.29).

En la siguiente tabla se muestra la evolución de la resistencia a la compresión simple del concreto en diferentes edades, el cual usaremos como referencia de comparación para la evolución de resistencia en el tiempo del mortero estructural realizado en la presente tesis.

Tabla 6: CUADRO DE EVOLUCION DEL CONCRETO SIMPLE.

EDAD	COEFICIENTE A LA RESISTENCIA
1	17%
2	34%
3	44%
7	68%
10	77%
14	86%
21	93%
28	100%

Fuente: ACI.

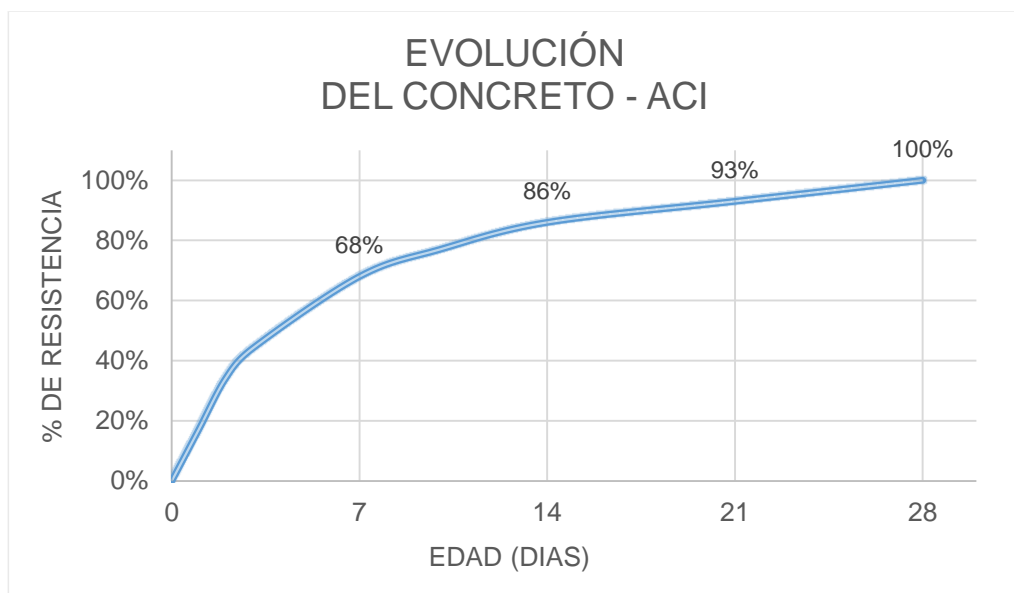


Figura 4: CURVA DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO TIPO I.

Fuente: ACI.

#### 2.2.1.4.2. AGREGADO FINO

##### 2.2.1.4.2.1. DEFINICION

Los agregados también llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el

cemento Pórtland en presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto, ...todos aquellos materiales que teniendo una resistencia propia suficiente (resistencia de la partícula), no perturben ni afecten desfavorablemente las propiedades y características de las mezclas y garanticen una adherencia suficiente con la pasta endurecida del cemento Pórtland. (Rivera, 2013, p.41)

“Se define como un agregado artificial de rocas o piedras proveniente de la disgregación natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8”) y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037” (NTP 400.011, 2008, p.04).



*Figura 5: AGREGADO FINO.*

*Fuente: Propia.*

#### 2.2.1.4.2.2. REQUISITOS

El agregado podrá consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duras, compactas y resistentes, libres de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas para el concreto o mortero. (Rivva, 2000, p.179)

Es recomendable que las sustancias dañinas presentes, no sean mayores a los porcentajes máximos siguientes: 3% de partículas

deleznable y 5% de materia más fino que la malla N°200 (Galicia y Velásquez, 2016).

#### 2.2.1.4.2.3. CLASIFICACION DE LOS AGREGADOS

De acuerdo con el origen de los agregados, según su procedencia ya sea de fuentes naturales o a partir de productos industriales, Rivera (2013) los clasifica de la siguiente manera:

##### 2.2.1.4.2.3.1. *Agregados Naturales*

Son aquellos procedentes de la explotación de fuentes naturales tales como: depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) o glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales. Pueden usarse tal como se hallen o variando la distribución de tamaños de sus partículas, si ello se requiere. Todas las partículas que provienen de los agregados tienen su origen en una masa mayor la que se ha fragmentado por procesos naturales como intemperismo y abrasión, o mediante trituración mecánica realizada por el hombre, por lo que gran parte de sus características vienen dadas por la roca madre que le dio su origen. (Rivera, 2013, p.42)

##### 2.2.1.4.2.3.2. *Agregados Artificiales*

Por lo general, los agregados artificiales se obtienen a partir de productos y procesos industriales tales como: arcillas expandidas, escorias de alto horno, clinker, limaduras de hierro y otros, comúnmente estos son de mayor o menor densidad que los agregados corrientes. (Rivera, 2013, p.45)

Actualmente se están utilizando concretos ligeros o ultraligeros, formados con algunos tipos de áridos los cuales deben presentar ciertas propiedades como son: forma de los granos compacta, redondeada con la superficie bien cerrada, ninguna reacción perjudicial con la pasta de cemento ni con el refuerzo, invariabilidad de volumen, suficiente resistencia a los fenómenos climatológicos; además deben de tener una

densidad lo menor posible, con una rigidez y una resistencia propia suficientemente elevada y ser de calidad permanente y uniforme. (Rivera, 2013, p.45)

#### 2.2.1.4.2.4. CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

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. Asociadas a estas características se encuentran una serie de ensayos o pruebas estándar que miden estas propiedades para compararlas con valores de referencia establecidos o para emplearlas en el diseño de mezclas. (Pasquel, 1998, p.72)

Pasquel (1998) afirma: “Es importante para evaluar estos requerimientos el tener claros los conceptos relativos de las siguientes características físicas de los agregados y sus expresiones numéricas:” (p.72).

##### 2.2.1.4.2.4.1. *Granulometría*

Como sería sumamente difícil medir el volumen de los diferentes tamaños de partículas, se usa una manera indirecta, cual es tamizarlas por una serie de mallas de aberturas conocidas y pesar los materiales retenidos refiriéndolos en % con respecto al peso total. (Pasquel, 1998, p.90)

“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” (Pasquel, 1998, p.90).

Los valores hallados se representan gráficamente en un sistema coordinado semi-logarítmico que permite apreciar la distribución acumulada. Cuando se representa la distribución granulométrica de la mezcla de agregados de pesos específicos que no difieren mucho, la granulometría es prácticamente igual sea la mezcla en peso o en volumen absoluto, pero cuando se trata de agregados de pesos

específicos muy diferentes, hay que hacer las conversiones a volumen absoluto para que se represente realmente la distribución volumétrica que es la que interesa para la elaboración del concreto. (Pasquel, 1998, p.90)

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, 1998, p.90)

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 de mezclas. (Pasquel, 1998, p.92)



*Figura 6: TAMICES ASTM.*

*Fuente: Propia.*

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. (Abanto, 2009, p.25).



Tabla 7: TAMICES STANDAR ASTM.

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: Rivva López Enrique, Diseño de Mezclas, 2014.

#### 2.2.1.4.2.4.1.1. Granulometría Del Agregado Fino

Se le denomina agregado fino a aquel agregado que pasa el tamiz NTP 9.5 mm (3/8") y el N°4 y es retenido casi completamente en la malla N°200, el agregado no deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera, y debe cumplir con los límites establecidos en la norma NTP 400.037 (Galicia y Velásquez, 2016).

Tabla 8: REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO FINO SEGÚN NTP 400.037.

MALLA	% QUE PASA
9,5 mm (3/8")	100
4,75 mm (No. 4)	95-100
2,36 mm (No. 8)	80-100
1,18 mm (No. 16)	50-85
600 µm (No. 30)	25- 60
300 µm (No. 50)	05-30
150 µm (No. 100)	0-10

Fuente: Rivva López Enrique, Diseño de mezclas, 2014.

#### 2.2.1.4.2.4.2. Módulo 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. (Abanto, 2009, p.29)

Según la norma NTP 400.037 el agregado fino debe tener un módulo de fineza no menor de 2.3 ni mayor que 3.1

El módulo de fineza o finura se puede calcular a cualquier material, sin embargo, se recomienda determinar el módulo de finura al agregado fino y según su valor, este agregado se puede clasificar tal como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 9: CLASIFICACIÓN DEL AGREGADO FINO DE ACUERDO CON EL VALOR DEL MÓDULO DE FINURA.

MÓDULO DE FINURA	AGREGADO FINO
Menor que 2.00	Muy fino o extra fino
2.00 – 2.30	Fino
2.30 – 2.60	Ligeramente fino
2.60 – 2.90	Mediano
2.90 – 3.20	Ligeramente grueso
3.20 – 3.50	Grueso
Mayor que 3.50	Muy grueso o extra grueso

Fuente: Gerardo Rivera, Concreto Simple, 2013.

#### *2.2.1.4.2.4.3. 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. (Pasquel, 1998, p.74)

Pasquel (1998) afirma: "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" (p.74).

#### *2.2.1.4.2.4.4. 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. (Pasquel, 1998, p.74)

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. (Pasquel, 1998, p.74)

En este último caso hay que tener en cuenta que estas conversiones asumen que el material en estado natural tiene el peso unitario obtenido en la prueba estándar, lo cual no es cierto por las características de compactación indicadas. Algunas personas aplican el mismo ensayo, pero sin compactar el agregado para determinar el "pero unitario suelto", sin embargo, este valor tampoco es necesariamente el del material en

cancha, por lo que se introducen también errores al hacer conversiones de diseños en peso a volumen. (Pasquel, 1998, p.74)

#### 2.2.1.4.2.4.5. *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. La misma norma NTP 400.017 (ASTM C-29) indicada anteriormente establece la fórmula para calcularlo, empleando los valores de peso específico y peso unitario estándar. (Pasquel, 1998, p.76)

$$\% \text{ de Vacíos} = 100 \left[ \frac{(S \times W) - M}{S \times W} \right]$$

Donde:

S = Peso específico de masa

W = Densidad del agua

M = Peso unitario compactado seco

#### 2.2.1.4.2.4.6. *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. (NTP 400.021, 2002, p.03)

Es el aumento de la masa del agregado debido al agua que penetra en los poros de las partículas, durante un período de tiempo prescrito, pero sin incluir el agua que se adhiere a la superficie exterior de las partículas, expresado como porcentaje de la masa seca. (NTP 400.022, 2013, p.05)

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 o mortero 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. (Pasquel, 1998, p.76)

Las normas NTP 400.021 (ASTM C-127) y NTP 400.022 (ASTM C-128), ya mencionadas, establecen la metodología para su determinación expresada en la siguiente formula (Pasquel, 1998):

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{Peso S.S.S} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

Donde:

Peso S.S.S = Peso saturado superficialmente

#### 2.2.1.4.2.4.7. *Peso Específico De Masa (Pem)*

Es la relación, a una temperatura estable, 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. (NTP 400.021, 2002, p.03)

“Es la relación de la densidad (OD) del agregado a la densidad del agua a una temperatura indicada” (NTP 400.022, 2013, p.06).

El peso específico de masa (Pem) se determina por medio de la siguiente fórmula:

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

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>

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

#### 2.2.1.4.2.4.8. *Peso Específico De Masa Saturado Superficialmente Seco (PeSss)*

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. (NTP 400.021, 2002, p.03)

El peso específico de masa saturada superficialmente seco (SSS) se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$PeSSS = \frac{500}{V - V_a} \times 100$$

Dónde:

PeSSS = Peso específico de masa saturada

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.

#### 2.2.1.4.2.4.9. *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. (NTP 400.021, 2002, p.03)

El peso específico aparente (Pea) se determina por medio de la siguiente fórmula:

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

Dónde:

Pea = Peso específico aparente

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.

#### *2.2.1.4.2.4.10. 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, sin embargo, existen varias formas de determinación por lo general complejas y cuya validez es relativa. Una manera indirecta de estimarla es mediante la determinación de la absorción, que da un orden de magnitud de la porosidad normalmente un 10% menor que la real. (Pasquel, 1998, p.77)

#### *2.2.1.4.2.4.11. Contenido De Humedad*

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado. 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. (Pasquel, 1998, p.77)

La humedad se expresa de la siguiente manera según la norma NTP 339.185 (ASTM C-566):

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso original de la muestra} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

#### 2.2.1.4.3. AGUA

Arriola (2009) afirma: “Se puede definir como aquel componente del mortero, en virtud del cual, el cemento experimenta reacciones químicas que le dan la propiedad de fraguar y endurecer para formar un sólido único con los agregados” (p.09).

El agua es el líquido que está presente de manera importante en la elaboración de concretos y/o morteros, mezclas, en el lavado de agregados, curado y riego de concreto; por consiguiente, debe ser un insumo limpio, libre de aceite, ácidos, álcalis, sales y, en general de cualquier material que pueda ser perjudicial, según el caso para el que se utilice. (Arriola, 2009, p.09)

Se clasifica en agua de mezclado y agua de curado.

##### 2.2.1.4.3.1. AGUA DE MEZCLADO

Está definida como la cantidad de agua por volumen unitario de mortero que requiere el cemento, contenido en ese volumen unitario, para producir una pasta eficientemente hidratada, con una fluidez tal, que permita una lubricación adecuada de los agregados cuando la mezcla se encuentra en estado plástico. De ahí, que deba hacerse un estricto control sobre el agua de mezclado en el momento de dosificarla. (Arriola, 2009, p.09)

##### 2.2.1.4.3.2. AGUA DE CURADO

El curado puede definirse como el conjunto de acciones y condiciones necesarias, para que la hidratación de la pasta evolucione sin interrupción hasta que todo el cemento se hidrate y el mortero o concreto alcance sus propiedades potenciales de diseño. Estas condiciones se refieren básicamente a la humedad y la temperatura. Por lo tanto, el agua de curado constituye el suministro para hidratar eficientemente el cemento. (Arriola, 2009)





*Figura 7: CURADO DE TESTIGOS.*

*Fuente: Propia.*

#### 2.2.1.4.3.3. REQUISITOS DE CALIDAD

Como requisito de carácter general y sin que ello implique la realización de ensayos que permitan verificar su calidad. Se podrá emplear como agua de mezclado aquellas que se consideren potables, o las que por experiencia se conozca que pueden ser utilizados en la preparación del concreto. (Rivva, 2000, p.254)

El agua que ha de ser empleada en la preparación del concreto o en nuestro caso mortero de uso estructural deberá cumplir con los requisitos de la norma NTP 339.088 y ser, de preferencia, potable. No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse. A continuación, se presenta, en partes por millón, los valores aceptados como máximos para el agua utilizado en concreto o en nuestro caso mortero de uso estructural. (Rivva, 2000)

Cloruros .....	300 ppm
Sulfatos .....	300 ppm
Sales de magnesio .....	150 ppm
Sales solubles totales .....	500 ppm

pH .....	mayor de 7
Sólidos en suspensión .....	1500 ppm
Materia orgánica .....	10 ppm

#### 2.2.1.5. PROPIEDADES DE LOS MORTEROS

El ingeniero Civil Libia Gutiérrez de López (2003), establece las siguientes propiedades de los morteros, tanto en estado plástico como en estado endurecido:

##### 2.2.1.5.1. PROPIEDADES EN ESTADO PLÁSTICO

###### 2.2.1.5.1.1. MANEJABILIDAD

Es una medida de la facilidad de manipulación de la mezcla, es decir, de la facilidad para dejarse manejar. La manejabilidad está relacionada con la consistencia de la mezcla en cuanto a blanda o seca, tal que como se encuentra en estado plástico; depende de la proporción de arena y cemento y de la forma, textura y módulo de finura de la arena. (Gutiérrez de López, 2003, p.119)

###### 2.2.1.5.1.2. RETENCIÓN DE AGUA

Se refiere a la capacidad del mortero de mantener su plasticidad cuando queda en contacto con la superficie sobre la que va a ser colocado, por ejemplo, un ladrillo. Para mejorar la retención de agua se puede agregar cal, o aumentar el contenido de finos en la arena, o emplear aditivos plastificantes o incorporadores de aire. La retención de agua influye en la velocidad de endurecimiento y en la resistencia final, pues un mortero que no retenga el agua no permite la hidratación del cemento. (Gutiérrez de López, 2003, p.119)

###### 2.2.1.5.1.3. VELOCIDAD DE ENDURECIMIENTO

Los tiempos de fraguado final e inicial de un mortero están entre 2 y 24 horas; dependen de la composición de la mezcla y de las condiciones

ambientales como el clima y humedad. (Gutiérrez de López, 2003, p.120)

#### 2.2.1.5.2. PROPIEDADES EN ESTADO ENDURECIDO

##### 2.2.1.5.2.1. RESISTENCIA

Si el mortero es utilizado como pega, debe proporcionar una unión resistente. Si el mortero va a ser utilizado para soportar cargas altas y sucesos, tal es el caso de la mampostería estructural, debe poseer una alta resistencia a la compresión. (Gutiérrez de López, 2003, p.121)

Para diseñar morteros de alta resistencia se debe tener en cuenta que para un mismo cemento y un mismo tipo de agregado fino, el mortero más resistente y más impermeable será aquel que contenga mayor contenido de cemento para un volumen dado de mortero; y que para un mismo contenido de cemento en un volumen determinado de mortero el más resistente y probablemente el más impermeable será aquel mortero que presente mayor densidad, o sea aquel que en la unidad de volumen contenga el mayor porcentaje de materiales sólidos. (Gutiérrez de López, 2003, p.121)

El tamaño de los granos de la arena juega un papel importante en la resistencia del mortero; un mortero hecho con arena fina será menos denso que un mortero hecho con arena gruesa para un mismo contenido de cemento. (Gutiérrez de López, 2003, p.121)

Por último, el contenido de agua del mortero tiene influencia sobre su resistencia; los morteros secos dan mayor resistencia que los morteros húmedos, porque pueden ser más densamente compactados. (Gutiérrez de López, 2003, p.121)

##### 2.2.1.5.2.2. RETRACCION

se debe principalmente a la retracción de la pasta de cemento y se ve aumentada cuando el mortero tiene altos contenidos de cemento. Para mejorar esta retracción y evitar agrietamientos es conveniente utilizar

arenas con granos de textura rugosa, y tener en cuenta además que en clima caliente y de muchos vientos, el agua tiende a evaporarse más rápidamente produciendo tensiones internas en el mortero, que se traducen en grietas visibles. (Gutiérrez de López, 2003, p.120)

#### 2.2.1.5.2.3. DENSIDAD

La densidad del mortero dependerá fundamentalmente de la que tengan sus componentes: arenas, adiciones, etc. También es determinante la granulometría y volumen que éstos ocupen en su dosificación. Además, incide en la densidad la relación agua/cemento del mortero. A medida que aumenta dicha relación más poroso es el mortero. (Rodríguez, 2003, p.41).

#### 2.2.1.5.2.4. DURABILIDAD

Al igual que en el concreto, la durabilidad se define como la resistencia que presenta el mortero ante agentes externos como: Baja temperatura, penetración de agua, desgaste por abrasión y agentes corrosivos. En general, se puede decir que morteros de alta resistencia a la compresión tienen buena durabilidad. (Gutiérrez de López, 2003, p.121)

#### 2.2.1.5.2.5. APARIENCIA

La apariencia del mortero después de fraguado juega un importante papel en las mamposterías de ladrillo a la vista; para lograr una buena apariencia es necesario aplicar morteros de buena plasticidad. (Gutiérrez de López, 2003, p.121)

### 2.2.2. CÁSCARA DE ARROZ

#### 2.2.2.1. DEFINICIÓN

El arroz, el trigo y el maíz son los cereales de mayor producción a escala mundial. Los tallos, hojas y cáscaras de estos cereales son considerados como residuos y debido a sus grandes volúmenes representan un problema para su almacenamiento y manipulación. Este hecho ha

impulsado la investigación y desarrollo de métodos para producir energía y productos industriales a partir de estos residuos. (Vásquez y Vigil, 2000, p.02)

“La cáscara de arroz, también denominada "pajilla", se obtiene del proceso de pilado, en el cual la cáscara se separa haciendo pasar el arroz en cáscara entre rodillos de jebe, luego de una operación previa de limpieza” (Vásquez y Vigil, 2000, p.02).

“La cáscara de arroz posee una superficie áspera y abrasiva, es muy resistente a la degradación natural y debido a su bajo contenido de proteínas no es apropiada para forraje de animales, hechos que dificultan su aprovechamiento económico” (Vásquez y Vigil, 2000, p.03).



*Figura 8: CÁSCARA DE ARROZ.*

*Fuente: Propia.*

#### **2.2.2.2. COMPOSICIÓN DE LA CÁSCARA O CASCARILLA DE ARROZ**

La cascarilla de arroz es el principal residuo que se obtiene de la producción de arroz. Debido a la baja degradabilidad natural que se origina por la alta presencia de sílice en su estructura, este residuo puede acumularse en el ambiente dando origen a graves problemas medioambientales. (Santillán, 2014, p.01).

Tabla 10: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CÁSCARA DE ARROZ.

COMPONENTE	FÓRMULA	COMPOSICIÓN
Celulosa: polímero de glucosa	$C_5H_{10}O_5$	50%
Lignina: polímero de fenol	$C_7H_{10}O_3$	30%
Sílice: componente primario de ceniza	$SiO_2$	20%

Fuente: Vásquez y Vigil, 2000.

### 2.2.2.3. CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ

Es el residuo de la calcinación de la cáscara de arroz; para hacerla altamente puzolánica es necesario tener control en la quema de la misma. La temperatura no debe pasar de 700 grados centígrados, si no la sílice se cristaliza y pierde su grado de reactividad. (Juárez, 2012, p.30)

“Sin embargo, sólo la sílice amorfa (no cristalino) posee estas propiedades, es por esta razón que la temperatura y duración de la combustión son importantes en la producción de la ceniza de cáscara de arroz (RHA)” (Juárez, 2012, p.30).

Vásquez y Vigil (2000), también nos muestra la ceniza (% en peso) que producen los desechos de los diferentes cereales en Perú.

Tabla 11: CANTIDAD DE CENIZA PRODUCIDA POR DISTINTOS CEREALES.

COSECHA	PARTE DE LA PLANTA	CENIZA (% EN PESO)
Maíz	Hoja	12
Arroz	Cáscara	20
Arroz	Paja	14
Sorgo	Hoja	12
Caña de azúcar	Bagazo	15
Trigo	Hoja	10

Fuente: Vásquez y Vigil, 2000.



*Figura 9: CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.*

*Fuente: Propia.*

#### **2.2.2.4. ACTIVIDAD PUZOLÁNICA DE LA CENIZA**

Juárez (2012) afirma: “Consiste en la capacidad de la adición para combinarse con el hidróxido de calcio producido durante la hidratación del clinker de cemento Pórtland, formando compuestos que son también cementantes” (p.30).

Aquí radica una de sus principales características: una adición (o puzolana) necesita de la presencia del hidróxido de calcio (es decir de Clinker de cemento hidratado), para desarrollar sus propiedades cementantes; por sí sola no puede desarrollar esa actividad puzolánica o lo hará a unas velocidades irrelevantes desde el punto de vista práctico. (Juárez, 2012, p.30)

#### **2.2.2.5. COMPOSICIÓN DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ E ÍNDICE DE ACTIVIDAD DE LA SÍLICE.**

El índice de actividad de la sílice (SAI) de las cenizas de cáscara de arroz se determina como una medida del grado amorfo de la sílice en la ceniza obtenida. Cuanto más amorfa sea la sílice más reactiva será la ceniza obtenida. (Vásquez y Vigil, 2000, p.14)

El máximo porcentaje de sílice reactiva obtenida (43,05%) corresponde a la ceniza obtenida a 400°C y el valor mínimo (1,63%) corresponde a la ceniza obtenida a 900°C. El grado de sílice reactiva depende del tipo de estructura que posee la sílice contenida en la ceniza de cáscara de arroz y ésta a su vez depende de la temperatura de calcinación. (Vásquez y Vigil, 2000, p.14)

En razón de los resultados obtenidos se puede afirmar que la ceniza más reactiva y amorfa es aquella obtenida a 400°C. Por lo tanto, podemos considerar la temperatura de 400°C como la temperatura óptima de calcinación. (Vásquez y Vigil, 2000, p.14)

A la ceniza óptima (calcinada a 400°C) se le determinó su composición química, obteniéndose un contenido de sílice del 92.92%; el segundo componente, en orden de importancia, es el potasio ( $K_2O = 3.08\%$  aproximadamente). El contenido de óxido de potasio varía dependiendo del tipo y la cantidad de fertilizantes empleados en el cultivo del arroz (Vásquez y Vigil, 2000).

Tabla 12: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ.

COMPOSICION (%)		CENIZA CALCINADA A:		
		350°C	400°C	900°C
Óxido de Aluminio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.08	0.07	0.20
Óxido de Calcio	CaO	0.20	0.23	0.26
Óxido Férrico	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.09	0.08	0.08
Óxido de Magnesio	MgO	0.28	0.28	0.32
Óxido de Potasio	K <sub>2</sub> O	3.09	3.08	2.80
Óxido de Sodio	Na <sub>2</sub> O	0.29	0.29	0.39
Sílice	SiO <sub>2</sub>	91.78	92.92	93.80

Fuente: Vásquez y Vigil, 2000.



### 2.2.3. PUZOLANAS

#### 2.2.3.1. DEFINICIÓN

La norma ASTM C 618 define las puzolanas como: “materiales silicios o silicios y aluminosos, los cuales por sí solos tienen muy poco o ningún valor cementante, sin embargo, finamente divididas y ante la presencia de humedad, reaccionan químicamente con el hidróxido de calcio a la temperatura ambiente para formar compuestos que poseen propiedades cementantes”. (Aliaga, 2018, p.36)

#### 2.2.3.2. CLASIFICACIÓN

“Existen diferentes clasificaciones de las puzolanas, pero específicamente se pueden clasificar en naturales y artificiales, las cuales se describen en el siguiente diagrama” (Aliaga, 2018, p.36).

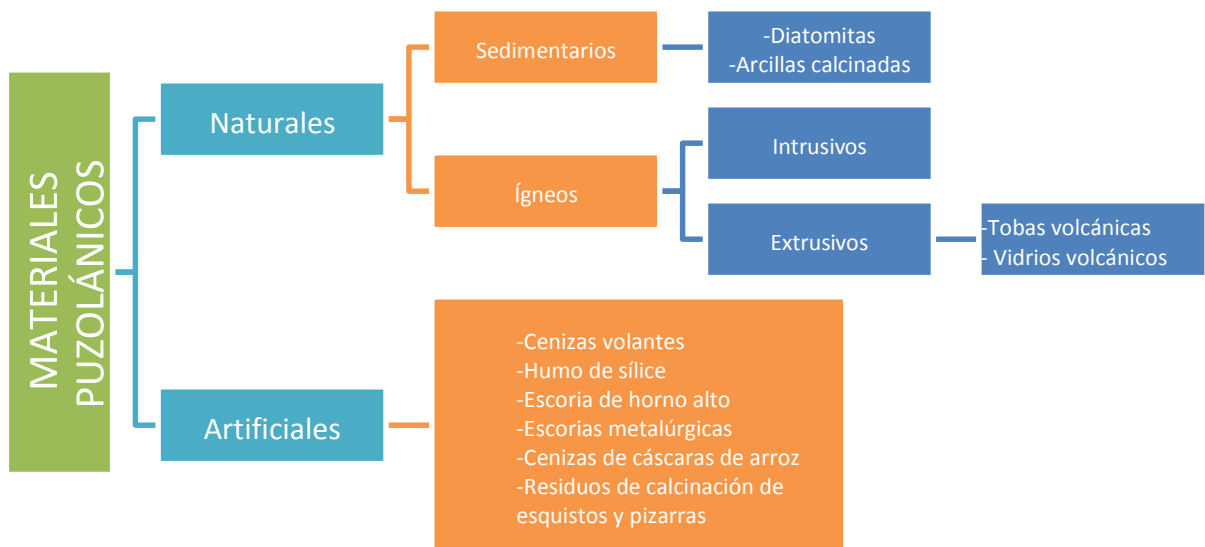


Figura 10: CLASIFICACIÓN DE MATERIALES PUZOLÁNICOS.

Fuente: Aliaga, 2018.

#### 2.2.3.2.1. NATURALES

Las puzolanas naturales son principalmente rocas o tierras y abarcan dos grandes grupos: rocas volcánicas, donde la formación de vidrio amorfo se produce por fusión. Incluye principalmente a las cenizas volcánicas y piedra pómez, aunque también se encuentran en este grupo

la obsidiana, los tufos volcánicos, las andesitas; rocas o tierras que contienen ópalos, entre las que se encuentran la roca de sílice, las diatomitas, las pizarras y algunas arcillas. Dentro de este grupo aquellas de origen volcánico se encuentran entre las más reactivas, debido a su alto contenido en zeolitas. Su composición básica consiste en aluminio, silicio, hidrógeno y oxígeno (Gómez, 2009).

#### 2.2.3.2.2. ARTIFICIALES

Las puzolanas artificiales se obtienen como subproducto de distintos procesos industriales y agrícolas. Existe una gran variedad dentro de este grupo, y evidentemente se encuentra en pleno proceso de expansión debido a su amplísimo campo de investigación. Como ejemplo podemos citar las cenizas de combustible pulverizado (conocidas como cenizas volantes), la escoria de alto horno, la arcilla cocida, la ceniza de cáscara de arroz, la ceniza de hoja de maíz, la ceniza de bagazo de caña de azúcar (Gómez, 2009).

#### 2.2.3.3. *CLASIFICACIÓN SEGÚN LA NORMA*

La norma americana ASTM C 618 clasifica las puzolanas en tres grupos generales, clase F, clase C y clase N. La norma peruana NTP 334.104 acoge fielmente la misma clasificación (Aliaga, 2018).

3. Clase F: Cenizas volantes producida por la calcinación de carbón antracítico o bituminoso. cenizas que poseen propiedades puzolánicas.
4. Clase C: Cenizas volante producida por la calcinación de carbón sub-bituminoso o lignito. Esta clase de ceniza, además de tener propiedades puzolánicas, también tiene propiedades cementicias.
5. Clase N: Puzolanas naturales crudas o calcinadas, tal como las diatomitas; tufos y cenizas volcánicas, calcinadas o sin calcinar; y materiales que requieren de calcinación para inducir propiedades satisfactorias.

Tabla 13: CARACTERÍSTICAS FISIOQUÍMICAS (ASTM C-618).

<b>Químicas</b>		<b>F</b>	<b>C</b>	<b>N</b>
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	min %	70	50	70
SO <sub>2</sub>	max %	5	5	4
Contenido de humedad	max %	3	3	3
Pérdida por abrasión	max %	6	6	10
<b>Químicas Opcionales</b>				
Álcalis disponibles	max %	1.5	1.5	1.5
<b>Físicas</b>				
Finura + Malla 325	max %	34	34	34
Fuerza	min %	75	75	75
Requisitos del agua	max %	105	105	115
Expansión	max %	0.8	0.8	0.8
<i>Requisitos de uniformidad</i>				
Max. Var.Densidad	max %	5	5	5
Var. De valores de finura	max %	5	5	5
<b>Físicas Opcionales</b>				
Factor múltiple		225	-	-
Ing. Reducción por secado	max. %	0.03	0.03	0.03
<i>Requisitos de uniformidad</i>				
A.E. Demanda de Mezcla	max %	20	20	20
<i>Control de ASR</i>				
Expansión, % bajo de cemento	max %	100	100	100
<i>Resistencia a Sulfatos</i>				
Moderada exposición, 6 meses	max %	0.10	0.10	0.10
Alta exposición, 6 meses	max %	0.05	0.05	0.05

Fuente: Aliaga, 2018.

#### 2.2.4. 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<sup>2</sup>), 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 30 cm 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. (Galicia y Velásquez, 2016, p.40).

Los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión se utilizan fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto utilizada cumpla con los requerimientos de la resistencia específica en el proyecto. (Galicia y Velásquez, 2016).



*Figura 11: MUESTRAS CILÍNDRICAS DE MORTERO PARA ENSAYOS DE COMPRESIÓN ESTÁNDAR.*

*Fuente: Propia.*

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

El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta. (NTP 339.034, 2008, p.03)

La resistencia a la compresión de la probeta se calcula con la siguiente fórmula:

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

Dónde:

$R_c$  : 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.

#### **2.2.5. DISEÑO DE MEZCLAS DEL MORTERO**

##### **2.2.5.1. DEFINICIÓN**

El diseño de mezclas, 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, 1998, p.171)

#### *2.2.5.2. OBJETIVO DEL DISEÑO DE MEZCLAS*

EL objetivo del diseño de mezclas es 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. (Galicia y Velásquez, 2016, p.44).

Es un proceso que consiste en calcular las proporciones de los elementos que forman la mezcla, con el fin de obtener los mejores resultados. El método explica de forma independiente la proporción entre elementos (agregado fino, agregado grueso, cemento, agua), también la granulometría del agregado.

Existe una variedad de métodos en el diseño de mezclas. Sin embargo, el método de diseño más utilizado es el propuesto por la ACI (American Concrete Institute); es así como utilizaremos el método ACI para la realización de diseño de mezclas en esta investigación.

#### *2.2.5.3. 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” (Galicia y Velásquez, 2016, p.44).

Se fundamenta en el principio básico de la relación agua/cemento desarrollado por Abrams. Consiste en seguir en forma ordenada una secuencia de pasos y determinar la cantidad de cada material en peso y en volumen, para 1 m<sup>3</sup> de concreto.

#### *2.2.5.4. SECUENCIA DEL DISEÑO*

Independientemente de 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 cúbico de concreto pueden ser determinadas cuando se emplea

el Método del comité 211 del ACI, siguiendo la secuencia que a continuación se indica: (Rivva, 2014, p.90)

Sea cual fuere el método de diseño empleado, así como el mayor o menor grado de refinamiento que se aplique en el mismo, el concreto resultante debe siempre considerarse como un material de ensayo cuyas proporciones definitivas se establecen en función de los resultados de las experiencias de laboratorio y las condiciones de trabajo en obra. (Rivva, 2014, p.41)

Luego de conocer las características y propiedades de los materiales como el peso específico seco, peso unitario seco, granulometría, contenido de humedad, absorción, etc. Se aplican los siguientes pasos:

#### 2.2.5.4.1. SELECCION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO A PARTIR DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN ESPECIFICADA Y LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA COMPAÑIA CONSTRUCTORA

Las mezclas de concreto deben diseñarse para una resistencia de diseño promedio cuyo valor es siempre superior al de la resistencia de diseño especificada por el ingeniero proyectista. La diferencia entre ambas resistencias está dada y se determina en función del grado de control de la uniformidad y de la calidad del concreto realizado por el contratista y supervisado por la supervisión o inspección. (Rivva, 2014, p.42)

Si la compañía constructora tiene un registro de sus resultados de ensayos de obras realizadas durante los últimos doce meses, el cual está basado en por lo menos 30 resultados de ensayos consecutivos de resistencia en compresión, o en dos grupos de resultados de ensayos que totalizan por lo menos 30 y se han efectuado en dicho período. deberá calcularse la desviación estándar de estos resultados. (Rivva, 2014, p.43)

Paras tales condiciones la desviación estándar se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$S_s = \sqrt{\frac{(X_1 - X)^2 + (X_2 - X)^2 + \dots (X_n - X)^2}{n - 1}}$$

$S_s$  = Desviación Estándar

$n$  = Numero de ensayos de la serie

$X_1, X_2, \dots, X_n$  = Resultados de resistencias de muestras individuales

$X$  = Promedio de todos los ensayos individuales de la serie

Si se utilizan dos grupos de registros de resultados de muestras de ensayo para totalizar por lo menos 30, la desviación estándar a ser empleada en el cálculo de la resistencia promedio deberá ser el promedio estadístico de los valores calculados para cada grupo de ensayos. Para determinarla se utilizará la siguiente ecuación: (Rivva, 2014, p.44)

$$S = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)(S_1)^2 + (n_2 - 1)(S_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Este procedimiento da un valor más conservador para la resistencia promedio. El valor de la Tabla 14 se basa en la distribución muestral de la desviación estándar y proporciona protección contra la posibilidad de que el menor número de muestras de una desviación estándar que se aparte significativamente del valor que deberla ser empleado. (Rivva, 2014, p.45)



Tabla 14: FACTOR DE CORRECCION.

ENSAYOS	FACTOR DE CORRECCIÓN
Menos de 15	Usar ecuación 2
15	1.16
20	1.08
25	2.03
30	1.00

Fuente: Rivva López Enrique, Diseño de Mezclas, 2014.

Si tenemos desviación estándar, podemos hallar la resistencia a la compresión promedio requerida con las siguientes ecuaciones:

$$f'_{cr} = f'c + 1.34s \dots \dots \dots (1)$$

$$f'_{cr} = f'c + 2.33s - 35 \dots \dots \dots (2)$$

La resistencia a la compresión promedio requerida, la cual ha de emplearse como base para la selección de las proporciones de la mezcla de concreto, deberá ser el mayor de los valores obtenidos a partir de la solución de las ecuaciones (1) o (2). (Rivva, 2014, p.45)

Cuando no se cuente con un registro de resultados de ensayos que posibilite el cálculo de la desviación estándar, se utilizara la siguiente tabla:

Tabla 15: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO.

F'c	F'cr
Menos de 210	f'c+70
210 a 350	f'c+84
Mas de 350	f'c+98

Fuente: Rivva López Enrique, Diseño de Mezclas, 2014.

#### 2.2.5.4.2. SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO

“La Norma NTP 400.037 define al Tamaño Máximo: Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso” (Rivva, 2014, p.53).

#### 2.2.5.4.3. SELECCIÓN 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 (Rivva, 2014, p.55):

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). (Rivva, 2014, p.55)

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 bajo condiciones de obra. (Rivva, 2014, p.55)

Tabla 16: ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA DIVERSOS TIPOS DE OBRAS.

ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA DIVERSOS TIPOS DE OBRAS		
TIPO DE ESTRUCTURA	SLUMP MÁXIMO	SLUMP MÍNIMO
Zapatas y muros de Cimentación reforzados	3"	1"
Cimentación Simples y Calzadas	3"	1"
Vigas de muros Armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"
El Slump puede incrementarse cuando se usa aditivos siempre que no se modifique la relación A/C ni exista segregación o exudación		

*Fuente: Pasquel Carbajal Enrique, Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú, 1998.*

#### 2.2.5.4.4. SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA DE DISEÑO

La selección del volumen unitario de agua se refiere a la determinación de la cantidad de agua que se debe incorporar a la mezcladora, por unidad cúbica de concreto, para obtener una consistencia determinada cuando el agregado está en estado seco. (Rivva, 2014, p.57)

La Tabla 17 ha sido preparada en base a las recomendaciones del Comité 211 del ACI. Ella permite seleccionar el volumen 'Unitario de agua, para agregados al estado seco, en concretos preparados con y sin aire incorporado; teniendo como factores a ser considerados la consistencia que se desea para la mezcla y el tamaño máximo nominal del agregado grueso seleccionado. (Rivva, 2014, p.57)

*Tabla 17: CANTIDADES APROXIMADAS DE AGUA DE AMASADO PARA DIFERENTE SLUMP, TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO Y CONTENIDO DE AIRE.*

CANTIDADES APROXIMADAS DE AGUA DE AMASADO PARA DIFERENTE SLUMP, TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO Y CONTENIDO DE AIRE								
Slump	Tamaño Máximo Nominal							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto 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	---
% aire	3	25	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con Aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---
% Aire atrapado Recomendado en función al agregado de exposición								
Normal	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Moderada	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Extrema	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Fuente: Pasquel Carbajal Enrique, Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú, 1998.

#### 2.2.5.4.5. SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN PESO

En función a la resistencia a la compresión proyectada o a los requisitos de durabilidad ver la siguiente tabla.

Tabla 18: RELACIÓN AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA.

F'cr (28 días)	RELACIÓN AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
450	0.38	---

Fuente: Rivva López Enrique, Diseño de Mezclas, 2014.

#### 2.2.5.4.6. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO EN PESO

En función de la Relación Agua/Cemento y la cantidad de agua:

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

#### 2.2.5.4.7. CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES ABSOLUTOS DE AGUA Y EL CEMENTO

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

$$\text{Vol. Abs. agua (m3)} = \frac{\text{Peso del Agua (kg)}}{\text{Peso Especifico del Agua (kg/m3)}}$$

#### 2.2.5.4.8. ESTIMACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE

El volumen absoluto de aire que el concreto atrapa en función de las características granulométricas. (ver tabla 17)

#### 2.2.5.4.9. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO.

Tabla 19: PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO.

TAMAÑO MAX. NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO, POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO, PARA DIVERSOS MÓDULOS DE FINURA DEL FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.49	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"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.79	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Rivva López Enrique, Diseño de Mezclas, 2014.

#### 2.2.5.4.10. OBTENCIÓN DEL VOLUMEN DEL AGREGADO FINO

Determinado de restarle los volúmenes de cemento, agua, agregado grueso y aire a 1m<sup>3</sup>.

$$\text{Vol. Abs. Agre. Fino} = 1\text{m}^3 - \text{Vol. Abs. Cemento(m}^3) - \text{Vol. Abs. Agua(m}^3) - \text{Vol. Aire(m}^3) - \text{Vol. Abs. Del Ag. Grueso}$$

#### 2.2.5.4.11. CÁLCULO DE LOS PESOS QUE CORRESPONDEN A LOS VOLÚMENES DE AGREGADOS OBTENIDOS

$$\text{Peso Piedra} = \text{Vol. Abs. Piedra(m}^3) \times \text{Peso. Espec. Piedra} \left( \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\text{Peso Arena} = \text{Vol. Abs. Arena(m}^3) \times \text{Peso. Espec. Arena} \left( \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)$$

#### 2.2.5.4.12. CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DEL DISEÑO

$\text{Peso Humedo Piedra(Kg)} = \text{Peso Piedra(Kg)} \times (1 + \text{Humedad Piedra})$

$\text{Peso Humedo Arena(Kg)} = \text{Peso Arena(Kg)} \times (1 + \text{Humedad Arena})$

$\text{Balance Agua en la Piedra(\%)} = \text{Humedad Piedra} - \text{Absorción Piedra}$

$\text{Balance Agua en la Arena(\%)} = \text{Humedad Arena} - \text{Absorción Arena}$

$\text{Contrib. Agua Piedra(Kg)} = \text{Balanc. Piedra(\%)} \times \text{Peso Hum. Piedra(Kg)}$

$\text{Contrib. Agua Arena(Kg)} = \text{Balanc. Arena(\%)} \times \text{Peso Hum. Arena(Kg)}$

$\text{Agua Final} = \text{Agua(Kg)} - \text{Cont. Agua Piedra(Kg)} - \text{Cont. Agua Arena(Kg)}$

#### 2.2.5.4.13. DISEÑO FINAL

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

### 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

#### 2.3.1. CEMENTO

El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. Hasta este punto la molienda entre las rocas es llamada Clinker, esta se convierte en cemento cuando se le agrega yeso, este le da la propiedad a esta mezcla para que pueda fraguar y endurecerse. Se puede establecer dos tipos básicos de cementos. De origen arcilloso: obtenidos a partir de arcilla y piedra caliza en proporción 1 a 4 aproximadamente. De origen puzolánico: la puzolana del cemento puede ser de origen orgánico o volcánico. (Wikipedia, 2019)

### 2.3.2. MORTERO

El mortero es un compuesto de conglomerantes inorgánicos, agregados finos y agua, y posibles aditivos que sirven para aparejar elementos de construcción tales como ladrillos, piedras, bloques de hormigón, etc. Además, se usa para rellenar los espacios que quedan entre los bloques y para el revestimiento de paredes. (Wikipedia, 2019)

### 2.3.3. AGREGADOS

Los agregados conforman el esqueleto granular del concreto y son el elemento mayoritario ya que representan el 80-90% del peso total del concreto; razón por la cual las propiedades de los agregados resultan tan importantes para la calidad final de la mezcla. Cada elemento tiene su rol dentro de la masa de concreto y su proporción en la mezcla es clave para lograr las propiedades entre las cuales destacan: la trabajabilidad, resistencia, durabilidad y economía. La calidad de los agregados depende, de manera muy importante, de los procedimientos de extracción y de los tratamientos a que hayan sido sometidos. En la práctica no hay agregado que se pueda usar con éxito tal como se extrae del yacimiento, sin tratamiento alguno. (Monografias.com, 2008)

### 2.3.4. ADITIVO

Se denomina aditivo a las sustancias añadidas a los componentes fundamentales del concreto o mortero con el propósito de modificar alguna de sus propiedades y hacerlo mejorar para el fin a que se destine. (Civilgeeks.com, s.f.)

### 2.3.5. PROBETA O TESTIGO

En ciencia de materiales, una probeta o testigo es una pieza (generalmente de dimensiones normalizadas), constituida por un determinado material cuyas características se desean estudiar. (Wikipedia, 2017)

### 2.3.6. CANTERA

Una cantera es una explotación minera, generalmente a cielo abierto, en la que se obtienen rocas industriales, ornamentales o áridos. Donde se extrae piedra u otras materias primas de construcción. (Wikipedia, 2019)

### 2.3.7. CENIZA

La ceniza es el producto de la combustión de algún material, compuesto por sustancias inorgánicas no combustibles, como sales minerales. Parte queda como residuo en forma de polvo depositado en el lugar donde se ha quemado el combustible y parte puede ser expulsada al aire como parte del humo. (Wikipedia, 2019)

### 2.3.8. CÁSCARA O CASCARILLA DE ARROZ

Es un subproducto de la industria molinera, que se genera del procedimiento en el molino arrocero.



## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION

#### 3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Por el tipo de investigación la presente tesis es cuantitativa, ya que se plantea un problema de estudio delimitado y concreto, utilizando recolección de datos para probar la hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

#### 3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Este tipo de investigación reunió las condiciones para ser una investigación de nivel experimental.

Hernández et al. (2014) describen los siguientes niveles:

- ❖ **Descriptiva:** Comprende el proceso de descripción y caracterización de las diferentes proporciones de cemento – ceniza de cáscara de arroz, y sus posibles usos en la construcción de acuerdo al incremento en su resistencia a la compresión.
- ❖ **Exploratorio:** El tema u objeto de investigación es poco estudiado, del cual se tiene muchas dudas o no se ha abordado antes.
- ❖ **Experimental:** Se realizará ensayos de laboratorio a testigos de mortero, para determinar su resistencia a la compresión.

### 3.2. DISEÑO Y ESQUEMA DE LA INVESTIGACION

#### 3.2.1. DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño del presente trabajo de investigación es de tipo experimental puro ya que el objetivo será conocer las causas y los fenómenos que se produce al adicionar diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de

arroz al mortero patrón y analizar los cambios que se produce de acuerdo.

Hernández et al. (2014) describe los diseños de investigación de tipo experimentales puros como investigaciones que reúnen las siguientes condiciones:

- ❖ Manipulación intencional de variables (independientes).
- ❖ Medición de variables (dependientes).
- ❖ Control y validez.
- ❖ Grupos de comparación.

### 3.2.2. ESQUEMA DE LA INVESTIGACION

1. Investigación Bibliográfica sobre el arroz, la cáscara de arroz y la ceniza de cáscara de arroz como aditivo para el mortero, visita de laboratorios y de los diferentes sitios de acopio de agregados en la ciudad.
2. Procesamiento, análisis de información, y creación de instrumentos de investigación (fichas de laboratorios).
3. Cotizaciones y análisis del costo total del proyecto para garantizar la terminación satisfactoria del mismo.
4. Modelo matemático de Diseño de la Investigación (post-test):

**GC:** O ----- -X1 ----- M2: Para el grupo de control

**GE:** O ----- X1 ----- M1: Para el grupo experimental

**O** : Objeto de estudio o unidad de análisis.

**X1** : Estimulo a la variable independiente (mortero con adición de ceniza de cáscara de arroz).

**-X1:** Ausencia de estímulo (mortero patrón).

**M1** : Medición de la variable dependiente.

5. Compra de todos los materiales y agregados, y realización de ensayos.
6. Análisis de muestras ensayadas.
7. Conclusiones y recomendaciones.
8. Elaboración de informe final.

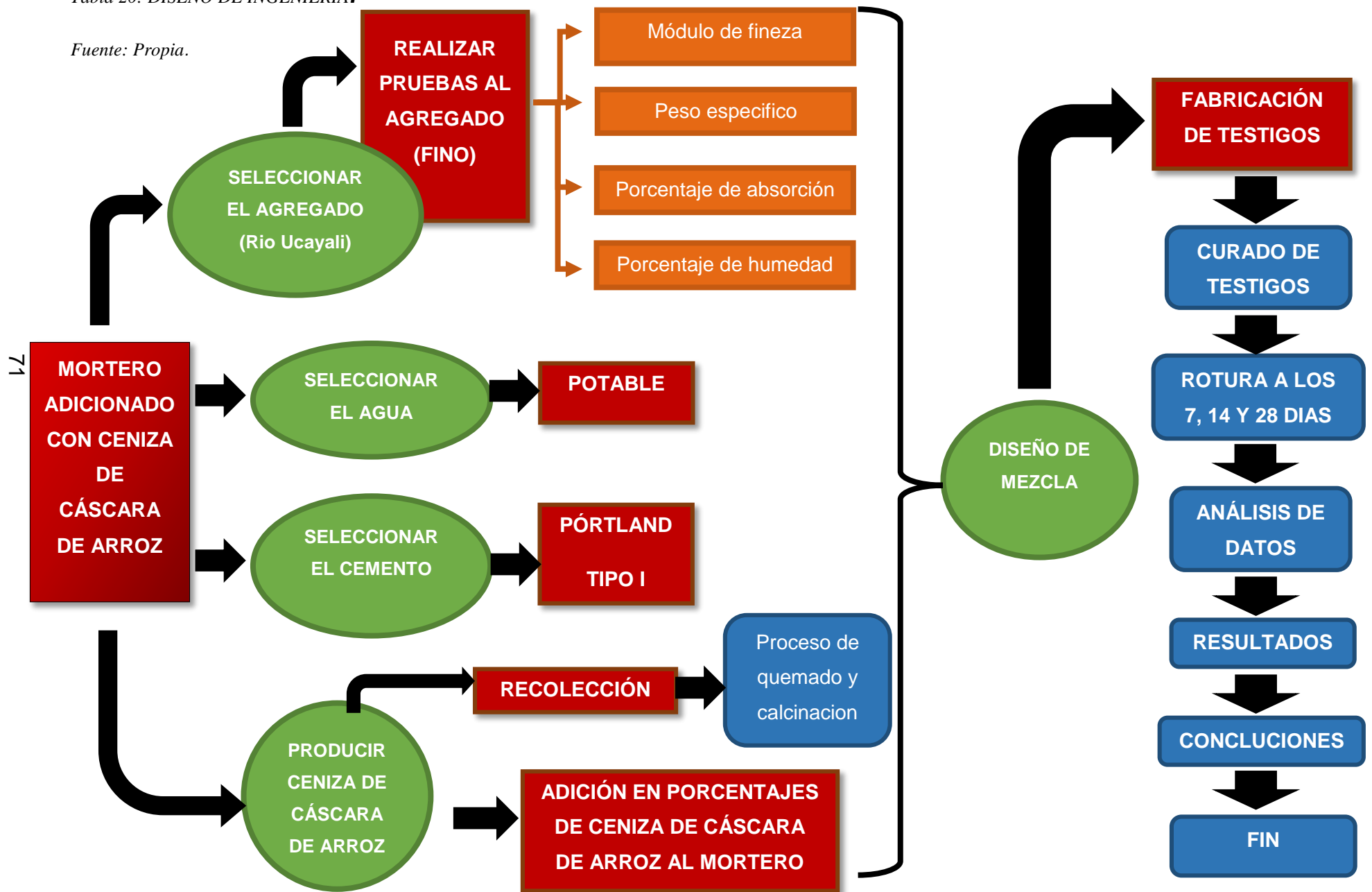
Para la elaboración del presente tema de Tesis, se seguirá paso a paso los 8 ítems descritos anteriormente. Los tiempos de ejecución de cada uno están descritos en el cronograma de acciones.

### 3.2.3. DISEÑO DE INGENIERÍA

- ❖ Esta investigación buscará en su primera etapa la recopilación, procesamiento y presentación de conceptos teóricos de los materiales y procedimientos de ensayo.
- ❖ En su segunda etapa se realizará ensayos experimentales a testigos de mortero, para determinar su resistencia a la compresión, dividiendo en dos tipos; el testigo patrón de calidad  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>, y otro que estará conformado por diferentes testigos a los cuales se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz, 2.5%, 5% y 7.5%, a los 7, 14 y 28 días de edad.
- ❖ Se analizará los resultados obtenidos, de acuerdo a la variación de los mismos.

Tabla 20: DISEÑO DE INGENIERÍA.

Fuente: Propia.



### 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.3.1. POBLACION

La población es el conjunto de elementos con características comunes que son objetos de análisis y para los cuales serán válidas las conclusiones de la investigación (Hernández et al., 2014).

La presente investigación contó con un universo/población finita y objeto, como son los testigos conformados por mortero patrón y por morteros de cemento con adición de ceniza de cáscara de arroz.

#### 3.3.2. MUESTRA

##### 3.3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra, para la presente investigación, estuvo conformada por el mortero realizado con agregado del Rio Ucayali, adicionado con ceniza de cáscara de arroz, la muestra fue de tipo censal ya que fue coincidente con la población.

##### 3.3.2.2. CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

La muestra será unitaria coincidente con la población, un total de 96 testigos, el cual fue determinado a criterio del investigador.

##### 3.3.2.3. MÉTODO DE MUESTREO

El método de muestreo será no probabilística o dirigida (intencional), y consistirá en la elección por métodos no aleatorios, ya que la muestra es igual a la población; es decir, tienen características similares a las de la población. En este tipo de muestra la “representatividad” la determina el investigador de modo subjetivo.

##### 3.3.2.4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA MUESTRA

Para evaluar esta muestra se aplicarán criterios muestrales. Esta muestra será evaluada mediante elementos (testigos) fabricados de

mortero y morteros adicionados con ceniza de cáscara de arroz, para someterlos a ensayos de compresión, por lo antes dicho los elementos muestrales estarán definidos y cuantificados de la siguiente forma:

- ❖ El número de testigos circulares para el ensayo de resistencia a la compresión será de un número de 8 por dosificación, que en total hacen una muestra de 96 testigos.

Tabla 21: DISTRIBUCIÓN DE TESTIGOS DE LA MUESTRA A ENSAYAR.

<b>DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA A ENSAYAR</b>													
<b>PRUEBA</b>	<b>MORTERO PATRÓN</b>			<b>MORTERO + 2.5 % CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>			<b>MORTERO + 5 % CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>			<b>MORTERO + 7.5 % CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>			
	<b>DÍAS</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>28</b>
<b>TESTIGOS</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
<b>TOTAL TESTIGOS</b>	<b>96</b>												

*Fuente: Propia*

#### 3.3.2.4.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y REVENIMIENTO

Se utilizo moldes cilíndricos de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura; para cada edad se ensayaron 8 testigos y se trabajó con el valor promedio; para evaluar la consistencia de la muestra se midió el asentamiento mediante el método de apisonado, que presentó un asentamiento o revenimiento de 2” – 3.5” aprox.

El método de apisonado se realizó en tres capas, cada una de ellas recibió una compactación de 25 golpes, con una varilla de 5/8 pulg. de diámetro y 60 cm de largo.

Los testigos se almacenaron bajo techo, protegidos de la exposición directa al sol para un mejor control de su temperatura, también se cuidó que el ambiente de almacenamiento esté libre de humedad.

### 3.3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

#### 3.3.3.1. *PARA AGREGADO FINOS*

Cumplió con la norma NTP 400.013 Agregado Fino.

#### 3.3.3.2. *PARA EL AGUA*

El agua que se utilizó en nuestro diseño de mezcla es agua potable y a temperatura ambiente, el cual cumple con la NTP 339.088, el cual especifica los requisitos del agua para la producción de concretos con cemento Pórtland.

#### 3.3.3.3. *PARA CEMENTO PÓRTLAND TIPO I*

Cumplió con la norma NTP 334.009 Requisitos de Cemento Pórtland.

#### 3.3.3.4. *PARA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ*

Para la obtención de ceniza se utilizó cáscara de arroz de la ciudad del Trujillo, este material se sometió a un primer proceso de calcinación en un horno artesanal sin control de temperatura (entre 800 a 900 °C), y luego, a un segundo proceso de calcinación en un horno mufla eléctrico a 400°C por un tiempo de 2 horas, para ello se utilizó la Norma Nacional NTP 334.104:2011 (CEMENTOS. Ceniza volante y puzolana natural cruda o calcinada para uso en concreto. Especificaciones) y el ASTM C618-08a, como base para la utilización de este nuevo material.

## 3.4. INSTRUMENTOS

### 3.4.1. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS

### 3.4.1.1. HOJA DE CÁLCULO PARA GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

### FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**UCAYALI**

#### GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO

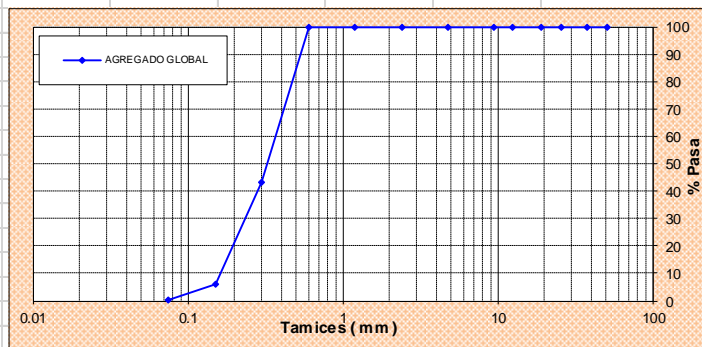
LAB. : **GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L - Ensayos de Materiales**  
 TESIS : **Edwin Alejandro Perez Zumaeta Y Jose Abel Ochoa Ramirez**  
 TESIS : **"Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un mortero adicionado con cenizas de cascara de arroz con respecto a un mortero patron de calidad  $f'c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ "**  
  
 FECHA : :-  
 ASUNTO : **Diseños de mezcla de mortero 175 Kg/Cm<sup>2</sup>**

Agregado procedente de la cantera rio Ucayali

#### A) ANALISIS GRANULOMETRICO

TAMIZ		PESO RET.	%	% RET. ACUM.	%
( Pulg )	( mm )				
2 1/2"	63.5				
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.19	0.05	0.01	0.01	100.00
Nº30	0.60	0.36	0.04	0.04	99.96
Nº50	0.30	569.75	56.98	57.02	42.98
Nº100	0.15	371.80	37.18	94.20	5.80
FONDO	0.075	58.00	5.80	100.00	0.00

#### B) CURVA DE GRANULOMETRIA





#### C) PROPIEDADES FISICAS



Tamaño Nominal Máximo	-
Peso Unitario Suelto ( Kg/m <sup>3</sup> )	<b>1,387.31</b>
Peso Unitario Compactado ( Kg/m <sup>3</sup> )	<b>1,570.70</b>
Peso Específico	<b>1.933</b>
Contenido de Humedad ( % )	<b>1.936</b>
Porcentaje de Absorción ( % )	<b>1.163</b>
Módulo de Fineza	<b>1.51</b>



3.4.1.2. HOJA DE CÁLCULO PARA PORCENTAJE DE HUMEDAD,  
PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>HUMEDAD, PESO ESPECIFICO Y ABSORCION</b> 		
<b>LAB. : GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L - Ensayos de Materiales</b> <b>TESISTAS : Edwin Alejandro Perez Zumaeta Y Jose Abel Ochoa Ramirez</b> <b>TESIS : "Análisis comparativo de la resistencia a la compresion de un mortero adicionado con cenizas de cascara de arroz con respecto a un mortero patron de calidad f'c = 175 Kg/Cm2"</b> <b>FECHA : -</b> <b>ASUNTO : Diseños de mezcla de mortero 175 Kg/Cm2</b>		
Agregado procedente de la cantera río Ucayali		
NTP 400.010 Y NTP 339.185		
MUESTRA	M-01	M-02
Peso de Hormigón Húmedo + Tara (gr)	1575	1551
Peso de Hormigón seco + Tara (gr)	1553	1529
Peso de la Tara (gr)	405	404
Peso del hormigón seco (gr)	1148	1125
Peso de contenido de agua (gr)	22	22
Humedad %	1.916	1.956
<b>Humedad del agregado</b>	<b>=</b>	<b>1.936 %</b>
NORMA ASTM C 88 - 76 (NTP 400.022)		
MUESTRA	M-1	M-2
Peso de Matraz + Arena seco (gr)	631.9	598.7
Peso de Matraz + Arena + Agua (gr)	888.9	873.6
Peso de Matraz (gr)	161	164.7
Volumen de Matraz (Cm3)	500	500
Peso Especifico del agua (gr)	1.0	1.0
Peso de la Arena (gr)	470.9	434
Peso del Agua (gr)	257	274.9
Volumen del agua (Cm3)	257	274.9
Volumen de la Arena (Cm3)	243	225.1
Peso especifico de la Arena (gr/cm3)	1.938	1.928
<b>Peso especifico del agregado</b>	<b>=</b>	<b>1.933 gr./cm3,</b>
NORMA ASTM D 2154 (NTP 400.022)		
MUESTRA	M-1	M-2
Peso de Arena Saturado + tara	500.0	500.0
Peso de Arena seco + tara	495.0	494.9
Peso de la tara	60.7	60.7
Peso de Arena seco	434.3	434.2
Peso de contenido de agua	5.0	5.1
Absorcion %	1.151	1.175
<b>Absorción del agregado</b>	<b>=</b>	<b>1.163 %</b>

### 3.4.1.3. HOJA DE CÁLCULO PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS

	<h1 style="margin: 0;">UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI</h1> <h2 style="margin: 0;">FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL</h2> <h3 style="margin: 0;">ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</h3>																
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS - NORMA ASTM C-39/ AASHTO T22</b>																	
TESIS:	"Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un mortero adicionado con cenizas de cascara de arroz con respecto a un mortero patron de calidad f'c = 175 Kg/Cm2"																
TESISTAS:	Edwin Alejandro Perez Zumaeta y Jose Abel Ochoa Ramirez																
FECHA:	-																
<b>ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS</b>																	
N° CODIGO DE PROBETA	DESCRIPCION	SLUMP	FECHA DE MUESTREO	EDAD DIAS	FECHA DE ROTURA	Diámetro (cm)	Área de Probeta (cm2)	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm2)	Resistencia del Concreto (Kg/cm2)	tipo de falla	%					
1	DISEÑO DE MORTERO	3/2	26/10/2019	7	02/11/2019	15.0	176.7	25500	175	144.3	1	82.5					
2	DISEÑO DE MORTERO	3/2	26/10/2019	7	02/11/2019	15.0	176.7	23620	175	133.7	2	76.4					
3	DISEÑO DE MORTERO	3/2	26/10/2019	7	02/11/2019	15.0	176.7	22980	175	130.0	3	74.3					
4	DISEÑO DE MORTERO	3/2	26/10/2019	7	02/11/2019	15.0	176.7	23270	175	131.7	2	75.2					
5	DISEÑO DE MORTERO	3/2	26/10/2019	7	02/11/2019	15.0	176.7	24320	175	137.6	3	78.6					
6	DISEÑO DE MORTERO	3/2	26/10/2019	7	02/11/2019	15.0	176.7	22900	175	129.6	4	74.0					
7	DISEÑO DE MORTERO	3/2	26/10/2019	7	02/11/2019	15.0	176.7	25820	175	146.1	5	83.5					
8	DISEÑO DE MORTERO	3/2	26/10/2019	7	02/11/2019	15.0	176.7	21820	175	123.5	4	70.6					
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE</b>																	
EDAD	COEFICIENTE A LA RESISTENCIA	RESISTENCIA NOMINAL															
		F'c = 140 (Kg)	F'c = 140	F'c = 175 (Kg)	F'c = 175	F'c = 180 (Kg)	F'c = 180	F'c = 210 (Kg)	F'c = 210	F'c = 245 (Kg)	F'c = 245	F'c = 280 (Kg)	F'c = 280	F'c = 350 (Kg)	F'c = 350	F'c = 450 (Kg)	F'c = 450
1	17%	4262.00	23.80	5338.00	29.80	5480.00	30.60	6394.00	35.70	7459.00	41.65	8525.00	47.60	10675.00	59.60	13700.00	76.49
2	34%	8525.00	47.60	10656.00	59.50	10780.00	61.20	12788.00	71.40	14920.00	83.31	17050.00	95.20	21313.00	119.00	27405.00	153.02
3	44%	11032.00	61.60	13790.00	77.00	14185.00	79.20	16548.00	92.40	19343.00	108.00	22065.00	123.20	27600.00	154.10	35460.00	197.99
7	68%	17051.00	95.20	21313.00	119.00	21922.00	122.40	25575.00	142.80	29874.00	166.80	34100.00	190.40	42625.00	238.00	54805.00	306.00
10	77%	19307.00	107.80	24142.00	134.80	24823.00	138.60	28960.00	161.70	33814.00	188.80	38614.00	215.60	48285.00	269.60	62060.00	346.51
14	86%	21564.00	120.40	26954.00	150.50	27725.00	154.80	32345.00	180.60	37336.00	210.70	43127.00	240.80	53909.00	301.00	69310.00	386.99
21	93%	23318.00	130.20	29086.00	162.40	29982.00	167.40	34978.00	195.30	40835.00	228.00	46638.00	260.40	58297.00	325.50	74950.00	418.48
28	100%	25074.00	140.00	31343.00	175.00	32238.00	180.00	37611.00	210.00	43880.00	245.00	50148.00	280.00	62685.00	350.00	80595.00	450.00
NOTA:		TABLA ELABORADA POR ACI															

### 3.4.2. INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA

#### 3.4.2.1. GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO

- Balanza : con aproximación de 0,1 g y sensibilidad a 0,1% del peso de la muestra
- Estufa : de tamaño adecuado y capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C.
- Recipiente metálico.
- Brocha
- Tamices: 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 Y N°200

#### 3.4.2.2. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO

- Balanza : con capacidad mínima de 1000 g o más y sensibilidad de 0,1 g.
- Estufa : de tamaño adecuado y capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C.
- Picnómetro o Matraz : frasco volumétrico de 500 cm<sup>3</sup> de capacidad.
- Molde cónico metálico: de  $40 \pm 3$  mm de diámetro interior en su base menor,  $90 \pm 3$  mm de diámetro interior en una base mayor y  $75 \pm 3$  mm de altura.
- Varilla para apisonado metálica, recta, con un peso de  $340 \pm 15$  g y terminada en un extremo en una superficie circular plana para el apisonado, de  $25 \pm 3$  mm de diámetro:

### 3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.5.1. PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ

Gran parte de este proceso se realizó en el taller del concreto y en el laboratorio de materiales cerámicos de la escuela de ingeniería de materiales de la Universidad Nacional de Trujillo, debido a que allí pudimos encontrar los equipos y herramientas necesarios para la óptima realización de esta tesis.



Figura 12: TRASLADO DE LA CÁSCARA DE ARROZ A LOS LABORATORIOS DE LA UNT.

Fuente: Propia.

- ❖ Como primer paso realizamos la recolección de la cáscara de arroz de la ciudad de Trujillo, esto debido a que allí realizamos los procesos de calcinación.



Figura 13: RECOLECCIÓN DE LA CÁSCARA DE ARROZ.

Fuente: Propia.

- ❖ Luego, como segundo paso procedimos a realizar el primer proceso de calcinación de la cáscara de arroz en un horno artesanal sin control de temperatura (aprox. 800 a 900 C°), con incorporador de aire, esto con la finalidad de reducir el volumen y prepararlo para el segundo proceso de calcinación controlada.



*Figura 14: PRIMER PROCESO DE CALCINACION DE LA CÁSCARA DE ARROZ.*

*Fuente: Propia.*

- ❖ Como tercer paso, procedemos a la extracción de la ceniza de cáscara de arroz producto del primer proceso de calcinación.



*Figura 15: EXTRACCION DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, PRODUCTO DEL PRIMER PROCESO DE CALCINACION.*

*Fuente: Propia.*

- ❖ Se procede a tamizar el material obtenido por la malla N°50.



*Figura 16: TAMIZADO DE LA CENIZA OBTENIDA POR LA MALLA N°50.*

*Fuente: Propia.*

- ❖ Ahora, procedemos a realizar el segundo proceso de calcinación de la ceniza obtenida anteriormente; este segundo proceso de calcinación se realiza en un horno mufla eléctrica con control de temperatura que alcanza una temperatura máx. de 1000 C°; se realizó a 400 C° por un periodo de tiempo de 2 horas.



*Figura 17: SEGUNDO PROCESO DE CALCINACION DE LA CÁSCARA DE ARROZ.*

*Fuente: Propia.*



*Figura 18: CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, PRODUCTO DEL SEGUNDO PROCESO DE CALCINACION.*

*Fuente: Propia*

### 3.5.2. MUESTREO DEL AGREGADO (FINO)

#### 3.5.2.1. EQUIPOS Y MATERIALES

- Agregado fino
- Balanza
- Espátula de metal
- Pala

- Brocha
- Regla metálica
- Escoba
- Bolsa para muestreo

### 3.5.2.2. *PROCEDIMIENTO*

- a) Se recolecta una muestra de 25 Kg aprox. de agregado, 10 kg como mínimo según NTP 400.010 (AGREGADOS. Extracción y muestreo) y MTC E 201.
- b) Se mezcla completamente la muestra con la pala, removiendo la mezcla un mínimo de 10 veces, dejando la muestra en forma de cono.
- c) Luego, aplanamos la punta del cono de muestra para realizar la división (cuarteo).
- d) Con la regla metálica o de madera dividimos la muestra con 2 diagonales, dejando 4 partes proporcionalmente semejantes.
- e) Luego, escogemos 2 de estas partes semejantes, las partes deben ser opuestas.
- f) Las 2 partes que no se escogieron se eliminan del muestreo.
- g) Luego, con las partes escogidas se realiza todo el procedimiento anterior por 4 veces.
- h) Para terminar, la muestra resultante se pesa y almacena en una bolsa de forma hermética.

### 3.5.3. GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO (FINO)

#### 3.5.3.1. *EQUIPOS Y MATERIALES*

- Muestra del agregado



- Balanza : con aproximación de 0,1 g y sensibilidad a 0,1% del peso de la muestra
- Estufa : de tamaño adecuado y capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C.
- Recipiente metálico.
- Brocha
- Tamices: 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 Y N°200

### 3.5.3.2. *PROCEDIMIENTO*

- a) Se recoge una muestra de 3 kg aprox. del proceso de cuarteo anterior.
- b) Luego, Secar la muestra a temperatura de  $110 \pm 5$ °C, hasta obtener peso constante. En agregado fino, la cantidad de muestra después de secado, debe ser de 300 g mínimo, según NTP 400.012 (Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global).
- c) Seleccionar la serie de tamices de tamaños adecuados, de acuerdo a la norma ASTM. Encajar los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura.
- d) Colocar la muestra sobre el tamiz superior.
- e) Efectuar el tamizado de forma manual o por medio de un tamizador mecánico, durante un período adecuado de tiempo, en forma circular.
- f) Luego, Se pesa el agregado retenido en los diferentes tamices ASTM, y con esos datos de pesos retenidos se desarrollan los cálculos.

- g) Finalmente, una vez realizado los cálculos, se obtiene el gráfico de la curva granulométrica.



Figura 19: TAMIZADO DEL AGREGADO PARA ANÁLISIS GRANULOMETRICO.

Fuente: Propia

### 3.5.3.3. TOMA DE DATOS

Tabla 22: PESO RETENIDO DE AGREGADO DEL RIO UCAYALI.

TAMIZ		PESO
( Pulg )	( mm )	RET. (gr)
2 1/2"	63.5	
2"	50.8	0.00
1 1/2"	37.5	0.00
1"	25.4	0.00
3/4"	19	0.00
1/2"	12.5	0.00
3/8"	9.5	0.00
N°4	4.75	0.00
N°8	2.38	0.00
N°16	1.19	0.05
N°30	0.6	0.36
N°50	0.3	569.75
N°100	0.15	371.80
FONDO	0.075	58.00

Fuente: Propia

### 3.5.4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO (FINO)

#### 3.5.4.1. EQUIPOS Y MATERIALES

- Muestra del agregado
- Balanza : con capacidad mínima de 1000 g o más y sensibilidad de 0,1 g.
- Estufa : de tamaño adecuado y capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C.
- Picnómetro o Matraz : frasco volumétrico de 500 cm<sup>3</sup> de capacidad.
- Molde cónico metálico: de  $40 \pm 3$  mm de diámetro interior en su base menor,  $90 \pm 3$  mm de diámetro interior en una base mayor y  $75 \pm 3$  mm de altura.
- Fuente metálica
- Varilla para apisonado metálica, recta, con un peso de  $340 \pm 15$  g y terminada en un extremo en una superficie circular plana para el apisonado, de  $25 \pm 3$  mm de diámetro:

#### 3.5.4.2. PROCEDIMIENTO

- a) Se mezcla el material de agregado uniformemente y se reduce por cuarteo hasta obtener un espécimen de ensayo de 1 kg.
- b) Como es agregado fino, se pone a secar en estufa a  $110 \pm 5$  °C hasta obtener un peso constante, se enfría a temperatura ambiente de 2 a 4 horas, se coloca en un recipiente y se cubre con agua, dejando reposar por 24 horas para lograr su saturación.
- c) Luego, se decanta el agua evitando la pérdida de finos y se extiende el agregado sobre una superficie plana expuesta a una corriente de aire tibio, para luego remover constantemente

para el secado uniforme, hasta que las partículas del agregado no se adhieran significativamente entre sí.

- d) Agregar en el molde cónico la muestra secada superficialmente y golpear la superficie suavemente 25 veces con la varilla para apisonado, luego levantar suavemente el molde.
- e) De existir humedad libre, el cono de agregado fino mantendrá su forma. Entonces, seguir secando, revolver constantemente y probar hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde, lo que indicara que el agregado fino alcanzó una condición de superficie seca.
- f) Introducir en el matraz una muestra de 500 g de material preparado, llenar parcialmente con agua a una temperatura de  $23 \pm 2$  °C hasta alcanzar la marca de 500 cm<sup>3</sup>. Agitar el frasco para eliminar burbujas de aire de manera manual o mecánicamente.
- g) Luego de eliminar las burbujas de aire, llenar el frasco hasta la capacidad calibrada. Determinar el peso total del frasco, espécimen y agua.



*Figura 20: ENSAYO DE PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO.*

*Fuente: Propia*

### 3.5.4.3. TOMA DE DATOS

Tabla 23: DATOS OBTENIDOS PARA EL PESO ESPECIFICO.

<b>NORMA ASTM C 88 - 76 (NTP 400.022)</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>
Peso de Matraz + Arena seco (gr)	631.9	598.7
Peso de Matraz + Arena + Agua (gr)	888.9	873.6
Peso de Matraz (gr)	161.0	164.7
Volumen de Matraz (Cm3)	500.0	500.0
Peso Específico del agua (gr)	1.0	1.0
Peso de la Arena (gr)	470.9	434.0
Peso del Agua (gr)	257.0	274.9
Volumen del agua (Cm3)	257.0	274.9
Volumen de la Arena (Cm3)	243.0	225.1

*Fuente: Propia*

Tabla 24: DATOS OBTENIDOS PARA LA ABSORCION.

<b>NORMA ASTM D 2154 (NTP 400.022)</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>
Peso de Arena Saturado + tara (gr)	500.0	500.0
Peso de Arena seco + tara (gr)	495.0	494.9
Peso de la tara (gr)	60.7	60.7
Peso de Arena seco (gr)	434.3	434.2
Peso de contenido de agua (gr)	5.0	5.1

*Fuente: Propia*

### 3.5.5. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO (FINO)

#### 3.5.5.1. EQUIPOS Y MATERIALES

- Muestra del agregado
- Balanza : sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra
- Estufa : de tamaño adecuado y capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C.

- Recipiente metálico.

### 3.5.5.2. PROCEDIMIENTO

- a) Como primer paso, se procede a recoger una cantidad adecuada de agregado muestra, según NTP 339.185 (Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado).
- b) Luego, se pesa el material en una balanza sensible a 0.1 % de peso de la muestra.
- c) Como ultimo procedimiento, se coloca la muestra de agregado en un recipiente y lo secamos en horno a temperatura de 110 °C  $\pm$ 5°C durante 24hrs, o en una cocina hasta mantener un peso constante.

### 3.5.5.3. TOMA DE DATOS

4. *Tabla 25: DATOS OBTENIDOS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD.*

<b>NTP 400.010 Y NTP 339.185</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>M-01</b>	<b>M-02</b>
Peso de Arena Húmeda + Tara (gr)	1575	1551
Peso de Arena seca + Tara (gr)	1553	1529
Peso de la Tara (gr)	405	404
Peso del Arena seco (gr)	1148	1125
Peso de contenido de agua (gr)	22	22

*Fuente: Propia*

### 4.5.1. CONSISTENCIA DEL MORTERO (SEGÚN NTP. 339.045)

#### 4.5.1.1. PROCEDIMIENTO

Para conocer la consistencia del mortero realizamos el ensayo de asentamiento (slump) o revenimiento, para determinar dicho asentamiento en pulgadas, o en centímetros si se quiere ser más preciso. Para tal fin se realizó el siguiente procedimiento:

- a) Se humedeció el cono de Abrahams y se colocó sobre una superficie horizontal, húmeda, plana y rígida. Se sujeta firmemente el cono con los pies y se procede a llenar con la muestra en 3 capas, cada capa aproximadamente de un tercio del volumen del cono. Cada capa debe apisonarse con 25 golpes de la varilla, distribuidos y manteniendo un sentido horario o antihorario, desde el perímetro hacia el centro.
- b) Para la primera capa es necesario inclinar la varilla para dar aproximadamente la mitad de los golpes en el perímetro y la otra mitad al centro, acercándose con un movimiento espiral en un solo sentido. La primera capa o capa de fondo debe compactarse en todo su espesor, mientras que las siguientes capas superiores deben compactarse de tal modo, que la varilla penetre ligeramente las capas inferiores, aproximadamente 1 pulg.
- c) Tras terminar la tercera capa o capa superior, se debe apilar concreto sobre el molde antes de compactarse y luego enrasar.
- d) Luego se extrae el cono, levantándolo cuidadosamente en dirección vertical.
- e) Y para finalizar el ensayo, se mide la diferencia entre la altura del cono de Abrahams y la altura de la mezcla mortero, determinando así el asentamiento o revenimiento en una medida de longitud (pulg. o cm).
- f) Para esta tesis se ha determinado 3 mediciones por cada mezcla y vaciado que se ha realizado.



Figura 21: .

Fuente: Propia

#### 4.5.1.2. TOMA DE DATOS

##### ❖ SLUMP DEL MORTERO PARA BRIQUETAS A LOS 7 DÍAS

Tabla 26: MEDICION DE SLUMP A LOS 7 DIAS.

DATOS DE SLUMP			
A LOS 7 DÍAS			
SERIE	MEDICIÓN (cm)		
	1ERA	2DA	3ERA
PATRÓN	8.9	9	8.4
2.5% ADICIÓN	7.6	7.9	7.2
5.0% ADICIÓN	6.3	6.9	6
7.5% ADICIÓN	5	4.7	5.5

Fuente: Propia

##### ❖ SLUMP DEL MORTERO PARA BRIQUETAS A LOS 14 DÍAS

Tabla 27: MEDICION DE SLUMP A LOS 14 DIAS.

DATOS DE SLUMP			
A LOS 14 DÍAS			
SERIE	MEDICIÓN (cm)		
	1ERA	2DA	3ERA
PATRÓN	9	8.2	9.4
2.5% ADICIÓN	7.1	7.5	8
5.0% ADICIÓN	6.3	6	7.1
7.5% ADICIÓN	5	5.4	5.1

Fuente: Propia



❖ **SLUMP DEL MORTERO PARA BRIQUETAS A LOS 28 DÍAS**

*Tabla 28: MEDICION DE SLUMP A LOS 28 DIAS.*

<b>DATOS DE SLUMP</b>			
<b>A LOS 28 DÍAS</b>			
<b>SERIE</b>	<b>MEDICIÓN (cm)</b>		
	<b>1ERA</b>	<b>2DA</b>	<b>3ERA</b>
<b>PATRÓN</b>	8.8	8.9	9.2
<b>2.5% ADICIÓN</b>	7.2	7.7	8.3
<b>5.0% ADICIÓN</b>	7.2	6.4	5.8
<b>7.5% ADICIÓN</b>	5.4	5	5.2

*Fuente: Propia*

**4.5.2. ELABORACIÓN DE TESTIGOS DE MORTERO**

**4.5.2.1. ELABORACIÓN DE TESTIGOS DE MORTERO PATRÓN**

**4.5.2.1.1. PROCEDIMIENTO**

- a) Primero se humedeció todo el perímetro interno de los moldes con petróleo, a modo de engrase, y se verificó el buen estado de los mismos.
- b) Luego, se estableció los moldes en una superficie horizontal limpia, rígida y plana, donde se quedaron hasta el proceso de desmolde.
- c) Antes del llenado de probetas, se midió el asentamiento del mortero; luego, se llenó cada probeta en 3 capas de volumen semejante. Luego de llenar cada capa, se procede a compactar con una varilla de 5/8 pulg., dando 25 golpes en cada capa.
- d) Inmediatamente después de que cada capa es varillada, se procede a golpear las paredes del molde con un martillo de goma, de 10 a 15 veces en cada capa, esto con la finalidad de acomodar las partículas dentro de la mezcla y eliminar el aire atrapado.

- e) Al finalizar la última capa, se enrasa con la varilla compactadora y se alisa la superficie con el badilejo.
- f) Una vez terminado el proceso de moldeo, las probetas con mortero se almacenan en un lugar techado y seco, por un tiempo de 24 horas. Luego de ese periodo de tiempo se procede a desmoldar las probetas de mortero



*Figura 22: ELABORACION DE LA MEZCLA DE MORTERO.*

*Fuente: Propia*



*Figura 23: MEDICION DEL SLUMP DEL MORTERO PATRÓN.*

*Fuente: Propia*



*Figura 24: COLOCACION DE LA MEZCLA DE MORTERO EN LAS PROBETAS.*

*Fuente: Propia*



*Figura 25: PROBETAS DE MORTERO PATRÓN.*

*Fuente: Propia*



*Figura 26: DESMOLDE Y CODIFICACION DE LOS TESTIGOS DE MORTERO PATRÓN.*

*Fuente: Propia*



*Figura 27: CURADO DE TESTIGOS DE MORTERO PATRÓN.*

*Fuente: Propia*

**4.5.2.2. ELABORACIÓN DE TESTIGOS DE MORTERO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN PORCENTAJES DE 2.5%, 5% Y 7.5% CON RESPECTO AL PESO DEL CEMENTO.**

**4.5.2.2.1. PROCEDIMIENTO**

- a) Primero se humedeció todo el perímetro interno de los moldes con petróleo, a modo de engrase, y se verificó el buen estado de los mismos.
- b) Luego, se estableció los moldes en una superficie horizontal limpia, rígida y plana, donde se quedaron hasta el proceso de desmolde.
- c) Se procede a pesar la ceniza de cáscara de arroz para los distintos porcentajes con respecto al peso del cemento.
- d) Se agregó la ceniza de cáscara de arroz a la mezcla de mortero, para los porcentajes de 2.5%, 5% y 7.5%, con respecto al peso del cemento, para las edades de 7, 14 y 28 días.

- e) Antes del llenado de probetas, se midió el asentamiento del mortero; luego, se llenó cada probeta en 3 capas de volumen semejante. Luego de llenar cada capa, se procede a compactar con una varilla de 5/8 pulg., dando 25 golpes en cada capa.
- f) Inmediatamente después de que cada capa es varillada, se procede a golpear las paredes del molde con un martillo de goma, de 10 a 15 veces en cada capa, esto con la finalidad de acomodar las partículas dentro de la mezcla y eliminar el aire atrapado.
- g) Al finalizar la última capa, se enrasa con la varilla compactadora y se alisa la superficie con el badilejo.
- h) Una vez terminado el proceso de moldeo, las probetas con mortero se almacenan en un lugar techado y seco, por un tiempo de 24 horas. Luego de ese periodo de tiempo se procede a desmoldar las probetas de mortero



*Figura 28: TAMIZADO FINAL POR LA MALLA N°50.*

*Fuente: Propia*



Figura 29: CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ FINAL.

Fuente: Propia



Figura 30: INCORPORACION DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LA MEZCLA.

Fuente: Propia



Figura 31: TESTIGOS CON ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

Fuente: Propia



*Figura 32: CURADO DE TESTIGOS DE MORTERO CON ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.*

*Fuente: Propia.*

#### **4.5.2.3. ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL**

##### **4.5.2.3.1. PROCEDIMIENTO**

- a) Se utilizó de testigos para el desarrollo de este ensayo, a las probetas cilíndricas de mortero elaboradas con una resistencia de diseño de  $175 \text{ kg/cm}^2$ , dichos testigos tuvieron dimensiones de  $15 \times 30 \text{ cm}$ .
- b) Se realizó la medición del diámetro para calcular el área de contacta.
- c) Se colocó los cabezales de neopreno en cada extremo del testigo, para uniformizar y distribuir la carga en la superficie en contacto, esto debido a que puede existir irregularidades de relieve en la superficie que podrían ocasionar falsas roturas.
- d) Luego, se monta los testigos a la prensa de compresión para comenzar el ensayo, que consiste en aplicar una carga vertical al testigo, hasta que este falle y se produzca una rotura por compresión.

- e) Para terminar se anota la máxima carga aplicada y se observa el tipo de falla de rotura.



Figura 33: ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL.

Fuente: Propia.

#### 4.5.2.3.2. TOMA DE DATOS

##### ❖ MORTERO PATRÓN A LOS 7 DÍAS.

Tabla 29: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL MORTERO PATRÓN.

7 DÍAS PATRÓN		
NÚMERO DE PROBETA	DIAMETRO (cm)	CARGA G (kg)
1	15	25500
2	15	23620
3	15	22980
4	15	23270
5	15	24320
6	15	22900
7	15	25820
8	15	21820

Fuente: Propia



- ❖ MORTERO A LOS 7 DIAS ADICIONADO CON 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

*Tabla 30: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL MORTERO ADICIONADO CON 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.*

<b>7 DÍAS - 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>		
<b>NÚMERO DE PROBETA</b>	<b>DIAMETRO (cm)</b>	<b>CARGA G (kg)</b>
1	15	27420
2	15	26840
3	15	25470
4	15	25980
5	15	26770
6	15	25480
7	15	27100
8	15	25120

Fuente: Propia

- ❖ MORTERO A LOS 7 DIAS ADICIONADO CON 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

*Tabla 31: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL MORTERO ADICIONADO CON 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.*

<b>7 DÍAS - 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>		
<b>NÚMERO DE PROBETA</b>	<b>DIAMETRO (cm)</b>	<b>CARGA G (kg)</b>
1	15	27980
2	15	26340
3	15	26870
4	15	27580
5	15	28020
6	15	27980
7	15	28150
8	15	26740

Fuente: Propia

- ❖ MORTERO A LOS 7 DIAS ADICIONADO CON 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

*Tabla 32: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL MORTERO ADICIONADO CON 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.*

<b>7 DÍAS - 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>		
<b>NÚMERO DE PROBETA</b>	<b>DIAMETRO (cm)</b>	<b>CARGA G (kg)</b>
1	15	30670
2	15	29720
3	15	28760
4	15	28410
5	15	29010
6	15	28650
7	15	30480
8	15	28190

*Fuente: Propia*

- ❖ MORTERO PATRÓN A LOS 14 DÍAS.

*Tabla 33: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DEL MORTERO PATRÓN.*

<b>14 DÍAS PATRÓN</b>		
<b>NÚMERO DE PROBETA</b>	<b>DIAMETRO (cm)</b>	<b>CARGA G (kg)</b>
1	15	25000
2	15	25540
3	15	27520
4	15	26440
5	15	27410
6	15	25390
7	15	23360
8	15	27410

*Fuente: Propia*

- ❖ MORTERO A LOS 14 DIAS ADICIONADO CON 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

*Tabla 34: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DEL MORTERO ADICIONADO CON 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.*

<b>14 DÍAS - 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>		
<b>NÚMERO DE PROBETA</b>	<b>DIAMETRO (cm)</b>	<b>CARGA G (kg)</b>
1	15	26930
2	15	27410
3	15	28300
4	15	27240
5	15	27960
6	15	26820
7	15	28060
8	15	28190

*Fuente: Propia*

- ❖ MORTERO A LOS 14 DIAS ADICIONADO CON 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

*Tabla 35: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DEL MORTERO ADICIONADO CON 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.*

<b>14 DÍAS - 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>		
<b>NÚMERO DE PROBETA</b>	<b>DIAMETRO (cm)</b>	<b>CARGA G (kg)</b>
1	15	29640
2	15	28260
3	15	29870
4	15	28100
5	15	29010
6	15	28930
7	15	27710
8	15	29890

*Fuente: Propia*

- ❖ MORTERO A LOS 14 DIAS ADICIONADO CON 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

*Tabla 36: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DEL MORTERO ADICIONADO CON 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.*

<b>14 DÍAS - 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>		
<b>NÚMERO DE PROBETA</b>	<b>DIAMETRO (cm)</b>	<b>CARGA G (kg)</b>
1	15	29720
2	15	30890
3	15	29020
4	15	30460
5	15	31820
6	15	30840
7	15	29160
8	15	31210

*Fuente: Propia*

- ❖ MORTERO PATRÓN A LOS 28 DÍAS.

*Tabla 37: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL MORTERO PATRÓN.*

<b>28 DÍAS PATRÓN</b>		
<b>NÚMERO DE PROBETA</b>	<b>DIAMETRO (cm)</b>	<b>CARGA G (kg)</b>
1	15	31550
2	15	33170
3	15	32560
4	15	31860
5	15	30980
6	15	30820
7	15	33810
8	15	32210

*Fuente: Propia*

- ❖ MORTERO A LOS 28 DIAS ADICIONADO CON 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

*Tabla 38: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL MORTERO ADICIONADO CON 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.*

<b>28 DÍAS - 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>		
<b>NÚMERO DE PROBETA</b>	<b>DIAMETRO (cm)</b>	<b>CARGA G (kg)</b>
1	15	33830
2	15	34000
3	15	33620
4	15	34860
5	15	32070
6	15	33440
7	15	34790
8	15	32990

*Fuente: Propia*

- ❖ MORTERO A LOS 28 DIAS ADICIONADO CON 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

*Tabla 39: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL MORTERO ADICIONADO CON 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.*

<b>28 DÍAS - 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>		
<b>NÚMERO DE PROBETA</b>	<b>DIAMETRO (cm)</b>	<b>CARGA G (kg)</b>
1	15	35260
2	15	34950
3	15	33010
4	15	34340
5	15	33670
6	15	34090
7	15	35680
8	15	34740

*Fuente: Propia*

- ❖ MORTERO A LOS 28 DÍAS ADICIONADO CON 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

*Tabla 40: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL MORTERO ADICIONADO CON 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.*

<b>28 DÍAS - 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>		
<b>NÚMERO DE PROBETA</b>	<b>DIAMETRO (cm)</b>	<b>CARGA G (kg)</b>
1	15	36120
2	15	36050
3	15	34980
4	15	36250
5	15	35020
6	15	35540
7	15	36430
8	15	38010

*Fuente: Propia*

### 3.6. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS

#### 3.6.1. GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO

##### 3.6.1.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA

Para realizar el análisis granulométrico se debe de procesar los datos obtenidos, para dicho propósito utilizaremos las siguientes formulas.

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

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

##### 3.6.1.2. DIAGRAMAS Y TABLAS

A continuación se presenta la tabla de análisis granulométrico del agregado y la curva granulométrica.

Tabla 41: ANÁLISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO.

TAMIZ		PESO RET.	% RET.	% RET. ACUM.	% PASA
( Pulg )	( mm )				
2 1/2"	63.5				
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
N°8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00
N°16	1.19	0.05	0.01	0.01	100.00
N°30	0.6	0.36	0.04	0.04	99.96
N°50	0.3	569.75	56.98	57.02	42.98
N°100	0.15	371.80	37.18	94.20	5.80
FONDO	0.075	58.00	5.80	100.00	0.00

Fuente: Propia

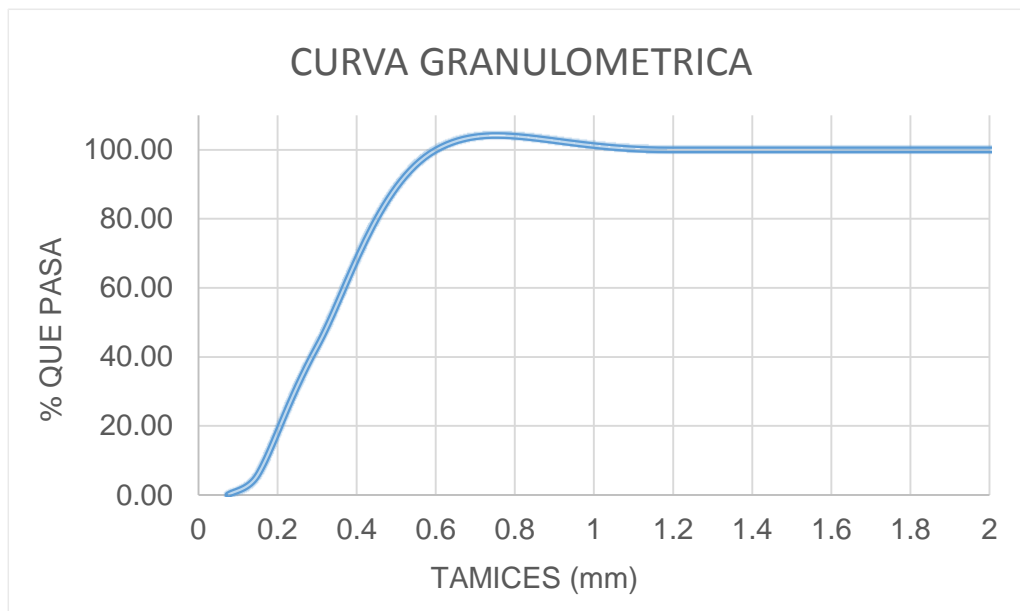


Figura 34: CURVA GRANULOMETRICA.

Fuente: Propia.

### 3.6.2. MODULO DE FINURA DEL AGREGADO

#### 3.6.2.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA

Para determinar el módulo de finura o fineza del agregado, se calcula la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados, y se divide entre 100.

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

#### 3.6.2.2. DIAGRAMAS Y TABLAS

Tabla 42: PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO DEL AGREGADO.

TAMIZ		% RET. ACUM.
( Pulg )	( mm )	
2 1/2"	63.5	
2"	50.8	0.00
1 1/2"	37.5	0.00
1"	25.4	0.00
3/4"	19	0.00
1/2"	12.5	0.00
3/8"	9.5	0.00
N°4	4.75	0.00
N°8	2.38	0.00
N°16	1.19	0.01
N°30	0.6	0.04
N°50	0.3	57.02
N°100	0.15	94.20
FONDO	0.075	100.00

$$MF = 1.51$$

*Fuente: Propia*



### 3.6.3. PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL AGREGADO

#### 3.6.3.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA

Para poder determinar el porcentaje de humedad del agregado (fino), se utilizará los datos obtenidos en los procesos anteriores y las siguientes formulas.

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

#### 3.6.3.2. DIAGRAMAS Y TABLAS

Tabla 43: CALCULO DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL AGREGADO.

<b>NTP 400.010 Y NTP 339.185</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>M-01</b>	<b>M-02</b>
Peso de Hormigón Húmedo + Tara (gr)	1575	1551
Peso de Hormigón seco + Tara (gr)	1553	1529
Peso de la Tara (gr)	405	404
Peso del hormigón seco (gr)	1148	1125
Peso de contenido de agua (gr)	22	22
<b>Humedad %</b>	<b>1.916</b>	<b>1.956</b>
<b>Humedad del agregado</b>	<b>1.936</b>	

Fuente: Propia

### 3.6.4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO

#### 3.6.4.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA

Para poder determinar el peso específico y el porcentaje de absorción del agregado (fino), se utilizará los datos obtenidos en los procesos anteriores y las siguientes formulas.

$$P_{em} = \frac{W_o}{V - V_A} * 100$$

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{Peso S. S. S} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} * 100$$

### 3.6.4.2. DIAGRAMAS Y TABLAS

Tabla 44: CÁLCULO DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO.

<b>NORMA ASTM C 88 - 76 (NTP 400.022)</b>			
<b>MUESTRA</b>		<b>M-1</b>	<b>M-2</b>
Peso de Matraz + Arena seco	(gr)	631.9	598.7
Peso de Matraz + Arena + Agua	(gr)	888.9	873.6
Peso de Matraz	(gr)	161.0	164.7
Volumen de Matraz	(Cm3)	500.0	500.0
Peso Específico del agua	(gr)	1.0	1.0
Peso de la Arena	(gr)	470.9	434.0
Peso del Agua	(gr)	257.0	274.9
Volumen del agua	(Cm3)	257.0	274.9
Volumen de la Arena	(Cm3)	243.0	225.1
<b>Peso específico del agregado</b>	<b>(gr/cm3)</b>	<b>1.938</b>	<b>1.928</b>
<b>Peso específico del agregado</b>		<b>1.933</b>	

Fuente: Propia

Tabla 45: CALCULO DE LA ABSORCION DEL AGREGADO.

<b>NORMA ASTM D 2154 (NTP 400.022)</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>
Peso de Arena Saturado + tara (gr)	500.0	500.0
Peso de Arena seco + tara (gr)	495.0	494.9
Peso de la tara (gr)	60.7	60.7
Peso de Arena seco (gr)	434.3	434.2
Peso de contenido de agua (gr)	5.0	5.1
Absorción %	1.151	1.175
<b>Absorción del agregado %</b>	<b>1.163</b>	

Fuente: Propia

### 3.6.5. PESO UNITARIO DEL AGREGADO

#### 3.6.5.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA

Para determinar el peso unitario suelto y compactado del agregado (fino), se utilizará los siguientes datos y la siguiente fórmula.

$$Pu = \frac{\text{Peso de la muestra}}{\text{Volumen del molde}}$$

Tabla 46: PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO.

PESO UNITARIO SUELTO - NTP 400.017		
MUESTRA	M-1	M-2
Peso seco de la Arena + Molde (gr.)	11240.0	11250.0
Peso del Molde (gr.)	3945.0	3945.0
Peso neto de la Arena (gr)	7295.0	7305.0
Volumen del Molde (Cm3)	5262.0	5262
Peso unitario suelto (gr/cm3)	1.38635	1.38825
<b>Peso Unitario suelto del agregado (PUS)</b>	<b>1387.31</b>	<b>kg/m3</b>

Fuente: Propia

Tabla 47: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO.

PESO UNITARIO SECO VARILLADO - NTP 400.017		
MUESTRA	M-1	M-2
Peso seco de la Arena + Molde (gr.)	12200.0	12220.0
Peso del Molde (gr.)	3945.0	3945.0
Peso neto de la Arena (gr)	8255.0	8275.0
Volumen del Molde (Cm3)	5262.0	5262
Peso unitario compactado (gr)	1.56879	1.57259
<b>Peso Unitario compactado del agregado (PUC)</b>	<b>1570.70</b>	<b>kg/m3</b>

Fuente: Propia

### 3.6.6. DISEÑO DE MEZCLAS DEL MORTERO

Para realizar este diseño de mezclas del mortero de resistencia f'c 175 kg/cm2, se utilizó el método ACI. Esperando y asumiendo que la

elaboración del mortero va a tener un grado de control de proceso constructivo bueno.

Este mortero no tendrá aire incorporado ni aditivos, se tendrá el cuidado necesario de protección contra agentes degradantes.

### 3.6.6.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS COMPONENTES DEL MORTERO

Tras la realización de los ensayos realizados y descritos anteriormente a los componentes del mortero, se obtuvo los siguientes valores, los cuales son necesarios para el diseño de mezclas.

#### a) CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

Tabla 48: CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO.

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO		
PROPIEDADES	UND	AGREGADO (FINO)
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	pulg	-
PESO ESPECIFICO	gr/cm <sup>3</sup>	1.933
ABSORCIÓN	%	1.163
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.936
MODULO DE FINEZA	-	1.51
PESO UNITARIO SUELTO	kg/m <sup>3</sup>	1387.31
PESO UNITARIO COMPACTADO	kg/m <sup>3</sup>	1570.70

Fuente: Propia

#### b) CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO

Tabla 49: CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO.

CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO		
TIPO DE CEMENTO	PÓRTLAND TIPO I	
PESO ESPECIFICO	3150	kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Propia

c) CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

Tabla 50: CARACTERÍSTICAS DEL AGUA.

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	
AGUA POTABLE	NTP 339.088

Fuente: Propia

d) RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tabla 51: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
$f'c$	175 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Propia

3.6.6.2. PASOS DEL DISEÑO DE MEZCLAS

**1. CALCULO DE LA RESISTENCIA PROMEDIO A PARTIR DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN ESPECIFICADA**

Debido a que no se puede garantizar el óptimo control en la calidad y uniformidad del mortero en obra, tanto en materiales como en mano de obra, es necesario realizar el diseño de mezclas para valores superiores que el  $f'c$  especificado.

Para ello se debe tener en cuenta las siguientes resistencias promedios:

Tabla 52: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO  $f'cr$ .

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
sobre 350	$f'c + 98$

Fuente: Propia

$$f'_{cr} = f'_c + 70$$

$$f'_{cr} = 175 + 70$$

$$f'_{cr} = 245 \text{ kg/cm}^2$$

## **2. SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO**

No se precisa en el presente diseño, ya que solo trabajaremos con agregado fino.

## **3. SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones de colocación requieren una mezcla de consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" (pulg.), tomando en consideración la tabla N° 16.

## **4. SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

El volumen unitario de agua o agua de diseño, necesario para una mezcla de mortero cuyo asentamiento es de 3" a 4", en una mezcla sin aire incorporado, teniendo en cuenta que el agregado es arena y no existe un procedimiento definido para diseño de mezclas de mortero para uso estructural, y a través de procesos de prueba e investigaciones antecedentes, será de 220 lt.

$$\text{Volumen unitario de agua de diseño} = 220 \text{ lt} = 0.220 \text{ m}^3$$

## **5. SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN PESO**

Para una resistencia promedio correspondiente a 245 Kg/cm<sup>2</sup>, en un mortero sin aire incorporado y por medio de prueba se encuentra una relación agua-cemento de 0.55

$$a/c = 0.55$$

## 6. CÁLCULO DE CANTIDAD DE CEMENTO EN PESO

$$\text{Cemento (kg)} = \frac{\text{Peso del agua de mezcla (kg)}}{\text{Relacion a/c}}$$

$$\text{Cemento (kg)} = \frac{220}{0.55} = 400 \text{ kg}$$

## 7. CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES ABSOLUTOS DE AGUA Y CEMENTO:

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

$$\text{Vol. Abs. cemento (m3)} = \frac{400}{3150} = 0.127$$

$$\text{Vol. Abs. agua (m3)} = \frac{\text{Peso del Agua (kg)}}{\text{Peso Especifico del Agua (kg/m3)}}$$

$$\text{Vol. Abs. agua (m3)} = \frac{220}{1000} = 0.22$$

## 8. ESTIMACIÓN DEL PORCENTAJE DE AIRE

Se asumió un porcentaje de aire atrapado del 3%.

## 9. VOLÚMENES ABSOLUTOS DE LA PASTA

Tabla 53: VOLUMENES ABSOLUTOS DE LA PASTA.

VOLUMENES	
Vol. Agua (M3)	0.220
Vol. Cemento (M3)	0.127
Vol. Aire atrapado (M3)	0.030
<b>TOTAL</b>	<b>0.377</b>

Fuente: Propia

## 10. OBTENCIÓN DEL VOLUMEN DEL AGREGADO FINO

Determinado de restarle los volúmenes de cemento, agua, agregado grueso y aire a 1m<sup>3</sup>, en nuestro caso no existe agregado grueso.

$$\text{Vol. Abs. Agre. Fino} = 1\text{m}^3 - \text{Vol. Abs. Cemento}(\text{m}^3) - \\ \text{Vol. Abs. Agua}(\text{m}^3) - \text{Vol. Aire}(\text{m}^3)$$

$$\text{Vol. Abs. Agre. Fino} = 1\text{m}^3 - 0.127 - 0.220 - 0.03 = 0.623 \text{ m}^3$$

## 11. CÁLCULO DEL PESO QUE CORRESPONDE AL VOLUMEN DEL AGREGADO

$$\text{Peso Arena} = \text{Vol. Abs. Arena}(\text{m}^3) \times \text{Peso. Espec. Arena} \left( \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\text{Peso Arena} = 0.623 \times 1933 = 1204.26 \text{ kg}$$

## 12. CALCULO DE PESO DE CEMENTO, AGUA Y AGREGADO

Tabla 54: PESOS ABSOLUTOS DE CEMENTO, AGUA Y AGREGADO.

MATERIAL	Volumen Absoluto (m <sup>3</sup> )	Peso Específico (kg/m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Cemento	0.127	3150.00	400.00
Agua	0.220	1000.00	220.00
Agregado Fino	0.623	1933.00	1204.26
Aire	0.030	-	0.000
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>		<b>1824.26</b>

Fuente: Propia

## 13. CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DEL DISEÑO

$$\text{Peso Humedo Arena}(\text{Kg}) = \text{Peso Arena}(\text{Kg}) \times (1 + \text{Humedad Arena})$$

$$\text{Balance Agua en la Arena}(\%) = \text{Humedad Arena} - \text{Absorción Arena}$$

$$\text{Contrib. Agua Arena}(\text{Kg}) = \text{Balanc. Arena}(\%) \times \text{Peso Hum. Arena}(\text{Kg})$$



$$\text{Agua Final} = \text{Agua(Kg)} - \text{Cont. Agua Arena(Kg)}$$

$$\text{Peso Humedo Arena(Kg)} = 1204.26 \times (1 + 0.01936) = 1227.57 \text{ kg}$$

$$\text{Balance Agua en la Arena(\%)} = 1.936 - 1.163 = 0.773 \%$$

$$\text{Contrib. Agua Arena(Kg)} = 0.00773 \times 1204.26 = 9.309 \text{ kg}$$

$$\text{Agua Final} = 220 - 9.309 = 210.69 \text{ lts}$$

#### 14. PESOS DE LOS MATERIALES YA CORREGIDOS POR HUMEDAD Y ABSORCION.

Tabla 55: PESOS ABSOLUTOS DE CEMENTO, AGUA Y AGREGADO CORREGIDOS POR HUMEDAD Y ABSORCION.

<b>PESOS FINALES (kg)</b>	
Cemento	400.00
Agua efectiva	210.69
Arena húmeda	1227.57
<b>TOTAL</b>	<b>1838.26</b>

Fuente: Propia

#### 15. DOSIFICACIÓN FINAL POR 1M3 DE MORTERO

Tabla 56: DOSIFICACIÓN FINAL POR 1M3 DE MORTERO.

<b>MATERIAL</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>VOLUMEN (m3)</b>	<b>DOSIFICACIÓN EN PESO</b>
AGUA	210.69	0.211	0.53
CEMENTO	400.00	0.127	1.00
AGREGADO (FINO)	1227.57	0.653	3.07
<b>TOTAL</b>	<b>1838.26</b>	<b>0.99</b>	

Fuente: Propia

## 16. DOSIFICACIÓN PARA UNA PROBETA CIRCULAR DE MORTERO PATRÓN

Tabla 57: DOSIFICACIÓN FINAL POR PROBETA CIRCULAR.

MATERIAL	PESO (kg)		VOLUMEN (m3)	
	1 m3	0.005 m3	1 m3	0.005 m3
	kg		m3	
AGUA	210.69	1.05	0.211	0.001055
CEMENTO	400.00	2.00	0.127	0.000635
AGREGADO (FINO)	1227.57	6.14	0.653	0.003265
<b>TOTAL</b>	<b>1838.26</b>	<b>9.19</b>	<b>0.991</b>	<b>0.004955</b>

Fuente: Propia

## 17. DOSIFICACIÓN CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ

Las cantidades adecuadas de ceniza de cáscara de arroz para 2.5%, 5% y 7.5% del peso de cemento.

Tabla 58: DOSIFICACIÓN PARA 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL 2.5%		
MATERIAL	PESO PARA 1 m3	PESO PARA PROBETA CIRCULAR 0.005 m3
	kg	
AGUA	210.69	1.05
CEMENTO	400	2.00
AGREGADO (FINO)	1227.57	6.14
2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ	10.00	0.05
<b>TOTAL</b>	<b>1848.26</b>	<b>9.24</b>

Fuente: Propia

Tabla 59: DOSIFICACIÓN PARA 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

<b>CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL 5%</b>		
<b>MATERIAL</b>	<b>PESO PARA 1 m3</b>	<b>PESO PARA PROBETA CIRCULAR 0.005 m3</b>
	<b>kg</b>	
AGUA	210.69	1.05
CEMENTO	400	2.00
AGREGADO (FINO)	1227.57	6.14
5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ	20.00	0.10
<b>TOTAL</b>	<b>1858.26</b>	<b>9.29</b>

Fuente: Propia

Tabla 60: DOSIFICACIÓN PARA 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ.

<b>CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL 7.5%</b>		
<b>MATERIAL</b>	<b>PESO PARA 1 m3</b>	<b>PESO PARA PROBETA CIRCULAR 0.005 m3</b>
	<b>kg</b>	
AGUA	210.69	1.05
CEMENTO	400	2.00
AGREGADO (FINO)	1227.57	6.14
7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ	30.00	0.15
<b>TOTAL</b>	<b>1868.26</b>	<b>9.34</b>

Fuente: Propia

### 3.6.7. ANÁLISIS DEL REVENIMIENTO DEL MORTERO

Luego de determinar el asentamiento del mortero en todas sus dosificaciones, procedimos a encontrar un valor promedio.

Tabla 61: ASENTAMIENTO DEL MORTERO A LOS 7 DÍAS.

DATOS DE SLUMP				SLUMP CALCULADO (cm)	SLUMP (pulg)
A LOS 7 DÍAS					
SERIE	MEDICIÓN (cm)			PROM.	PROM.
	1ERA	2DA	3ERA		
<b>PATRÓN</b>	8.9	9	8.4	8.77	3.45
<b>2.5% ADICIÓN</b>	7.6	7.9	7.2	7.57	2.98
<b>5.0% ADICIÓN</b>	6.3	6.9	6	6.40	2.52
<b>7.5% ADICIÓN</b>	5	4.7	5.5	5.07	1.99

Fuente: Propia

Tabla 62: ASENTAMIENTO DEL MORTERO A LOS 14 DÍAS.

DATOS DE SLUMP				SLUMP CALCULADO (cm)	SLUMP (pulg)
A LOS 14 DÍAS					
SERIE	MEDICIÓN (cm)			PROM.	PROM.
	1ERA	2DA	3ERA		
<b>PATRÓN</b>	9	8.2	9.4	8.87	3.49
<b>2.5% ADICIÓN</b>	7.1	7.5	8	7.53	2.97
<b>5.0% ADICIÓN</b>	6.3	6	7.1	6.47	2.55
<b>7.5% ADICIÓN</b>	5	5.4	5.1	5.17	2.03

Fuente: Propia

Tabla 63: ASENTAMIENTO DEL MORTERO A LOS 28 DÍAS.

DATOS DE SLUMP				SLUMP CALCULADO (cm)	SLUMP (pulg)
A LOS 28 DÍAS					
SERIE	MEDICIÓN (cm)			PROM.	PROM.
	1ERA	2DA	3ERA		
<b>PATRÓN</b>	8.8	8.9	9.2	8.97	3.53
<b>2.5% ADICIÓN</b>	7.2	7.7	8.3	7.73	3.04
<b>5.0% ADICIÓN</b>	7.2	6.4	5.8	6.47	2.55
<b>7.5% ADICIÓN</b>	5.4	5	5.2	5.20	2.05

Fuente: Propia

### 3.6.8. ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO

Luego de determinar la resistencia a la compresión de los testigos de mortero patrón y los testigos de mortero con adición de 2.5%, 5% y 7.5% de ceniza de cáscara de arroz, procedimos a encontrar un valor promedio y una desviación estándar.

Tabla 64: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO PATRÓN A LOS 7 DÍAS.

7 DÍAS PATRÓN					
NÚMERO DE PROBETA	DIAMETRO (cm)	CARGA G (kg)	Rc (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rc PROM.	$\sigma$
1	15	25500	144.3	134.56	7.70
2	15	23620	133.7		
3	15	22980	130.0		
4	15	23270	131.7		
5	15	24320	137.6		
6	15	22900	129.6		
7	15	25820	146.1		
8	15	21820	123.5		

Fuente: Propia

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de  $f'c = 134.56 \pm 7.70 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días.

Tabla 65: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 7 DÍAS.

7 DÍAS - 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ					
NÚMERO DE PROBETA	DIAMETRO (cm)	CARGA G (kg)	Rc (Kg/cm2)	Rc PROM.	$\sigma$
1	15	27420	155.2	148.67	4.90
2	15	26840	151.9		
3	15	25470	144.1		
4	15	25980	147.0		
5	15	26770	151.5		
6	15	25480	144.2		
7	15	27100	153.4		
8	15	25120	142.2		

Fuente: Propia

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de  $f'c = 148.67 \pm 4.90 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días.

Tabla 66: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 7 DÍAS.

7 DÍAS - 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ					
NÚMERO DE PROBETA	DIAMETRO (cm)	CARGA G (kg)	Rc (Kg/cm2)	Rc PROM.	$\sigma$
1	15	27980	158.3	155.38	3.98
2	15	26340	149.1		
3	15	26870	152.1		
4	15	27580	156.1		
5	15	28020	158.6		
6	15	27980	158.3		
7	15	28150	159.3		
8	15	26740	151.3		

Fuente: Propia

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de  $f'c = 155.38 \pm 3.98 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días.

Tabla 67: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 7 DÍAS.

7 DÍAS - 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ					
NÚMERO DE PROBETA	DIAMETRO (cm)	CARGA G (kg)	Rc (Kg/cm2)	Rc PROM.	$\sigma$
1	15	30670	173.6	165.44	5.34
2	15	29720	168.2		
3	15	28760	162.7		
4	15	28410	160.8		
5	15	29010	164.2		
6	15	28650	162.1		
7	15	30480	172.5		
8	15	28190	159.5		

Fuente: Propia

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de  $f'c = 165.44 \pm 5.34 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días.

Tabla 68: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO PATRÓN A LOS 14 DÍAS.

14 DÍAS PATRÓN					
NÚMERO DE PROBETA	DIAMETRO (cm)	CARGA G (kg)	Rc (Kg/cm2)	Rc PROM.	$\sigma$
1	15	25000	141.5	147.18	8.29
2	15	25540	144.5		
3	15	27520	155.7		
4	15	26440	149.6		
5	15	27410	155.1		
6	15	25390	143.7		
7	15	23360	132.2		
8	15	27410	155.1		

Fuente: Propia

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de  $f'c = 147.18 \pm 8.29 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días.

Tabla 69: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 14 DÍAS.

14 DÍAS - 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ					
NÚMERO DE PROBETA	DIAMETRO (cm)	CARGA G (kg)	Rc (Kg/cm2)	Rc PROM.	$\sigma$
1	15	26930	152.4	156.26	3.31
2	15	27410	155.1		
3	15	28300	160.1		
4	15	27240	154.1		
5	15	27960	158.2		
6	15	26820	151.8		
7	15	28060	158.8		
8	15	28190	159.5		

Fuente: Propia

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de  $f'c = 156.26 \pm 3.31 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días.

Tabla 70: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 14 DÍAS.

14 DÍAS - 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ					
NÚMERO DE PROBETA	DIAMETRO (cm)	CARGA G (kg)	Rc (Kg/cm2)	Rc PROM.	$\sigma$
1	15	29640	167.7	163.69	4.75
2	15	28260	159.9		
3	15	29870	169.0		
4	15	28100	159.0		
5	15	29010	164.2		
6	15	28930	163.7		
7	15	27710	156.8		
8	15	29890	169.1		

Fuente: Propia



Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de  $f'c = 163.69 \pm 4.75 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días.

Tabla 71: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 14 DÍAS.

14 DÍAS - 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ					
NÚMERO DE PROBETA	DIAMETRO (cm)	CARGA G (kg)	Rc (Kg/cm2)	Rc PROM.	$\sigma$
1	15	29720	168.2	171.97	5.66
2	15	30890	174.8		
3	15	29020	164.2		
4	15	30460	172.4		
5	15	31820	180.1		
6	15	30840	174.5		
7	15	29160	165.0		
8	15	31210	176.6		

Fuente: Propia

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de  $f'c = 171.97 \pm 5.66 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días.

Tabla 72: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO PATRÓN A LOS 28 DÍAS.

28 DÍAS PATRÓN					
NÚMERO DE PROBETA	DIAMETRO (cm)	CARGA G (kg)	Rc (Kg/cm2)	Rc PROM.	$\sigma$
1	15	31550	178.5	181.76	5.87
2	15	33170	187.7		
3	15	32560	184.3		
4	15	31860	180.3		
5	15	30980	175.3		
6	15	30820	174.4		
7	15	33810	191.3		
8	15	32210	182.3		

Fuente: Propia

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de  $f'c = 181.76 \pm 5.87 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días.

Tabla 73: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 28 DÍAS.

28 DÍAS - 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ					
NÚMERO DE PROBETA	DIAMETRO (cm)	CARGA G (kg)	Rc (Kg/cm2)	Rc PROM.	$\sigma$
1	15	33830	191.4	190.70	5.18
2	15	34000	192.4		
3	15	33620	190.3		
4	15	34860	197.3		
5	15	32070	181.5		
6	15	33440	189.2		
7	15	34790	196.9		
8	15	32990	186.7		

Fuente: Propia

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de  $f'c = 190.70 \pm 5.18 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días.

Tabla 74: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 28 DÍAS.

28 DÍAS - 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ					
NÚMERO DE PROBETA	DIAMETRO (cm)	CARGA G (kg)	Rc (Kg/cm2)	Rc PROM.	$\sigma$
1	15	35260	199.5	195.05	4.94
2	15	34950	197.8		
3	15	33010	186.8		
4	15	34340	194.3		
5	15	33670	190.5		
6	15	34090	192.9		
7	15	35680	201.9		
8	15	34740	196.6		

Fuente: Propia

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de **f'c= 195.05 ± 4.94 kg/cm² a los 28 días.**

*Tabla 75: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 28 DÍAS.*

28 DÍAS - 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ					
NÚMERO DE PROBETA	DIAMETRO (cm)	CARGA G (kg)	Rc (Kg/cm2)	Rc PROM.	σ
1	15	36120	204.4	204.00	5.45
2	15	36050	204.0		
3	15	34980	197.9		
4	15	36250	205.1		
5	15	35020	198.2		
6	15	35540	201.1		
7	15	36430	206.2		
8	15	38010	215.1		

*Fuente: Propia*

Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de **f'c= 204.00 ± 5.45 kg/cm² a los 28 días.**

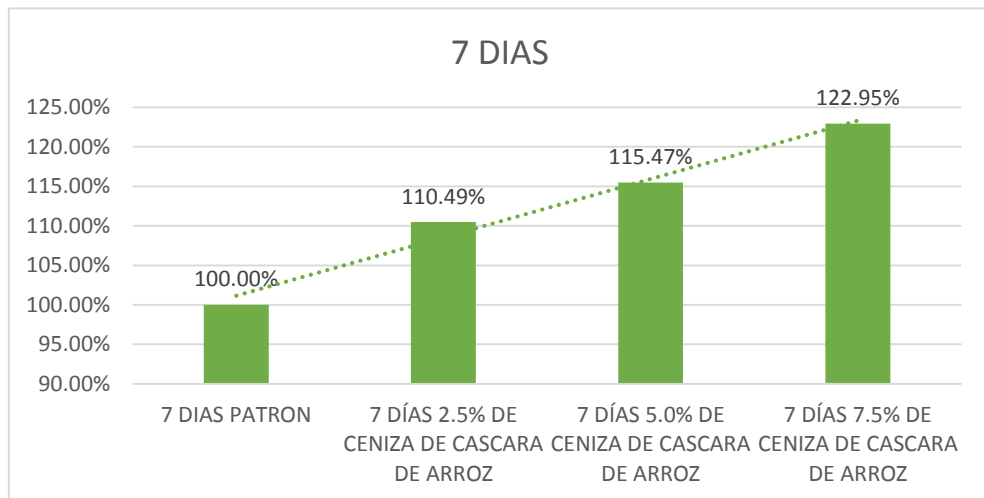
## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS DEL MORTERO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 7 DÍAS.

*Tabla 76: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA A LOS 7 DIAS DEL MORTERO CON ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ VS EL MORTERO PATRÓN*

COMPARACION A LOS 7 DIAS		
CLASE	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>	PORCENTAJE
<b>7 DIAS PATRÓN</b>	134.56	100.00%
<b>7 DÍAS 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>	148.67	110.49%
<b>7 DÍAS 5.0% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>	155.38	115.47%
<b>7 DÍAS 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>	165.44	122.95%

*Fuente: Propia*



*Figura 35: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA A LOS 7 DIAS DEL MORTERO CON ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ VS EL MORTERO PATRÓN.*

*Fuente: Propia*

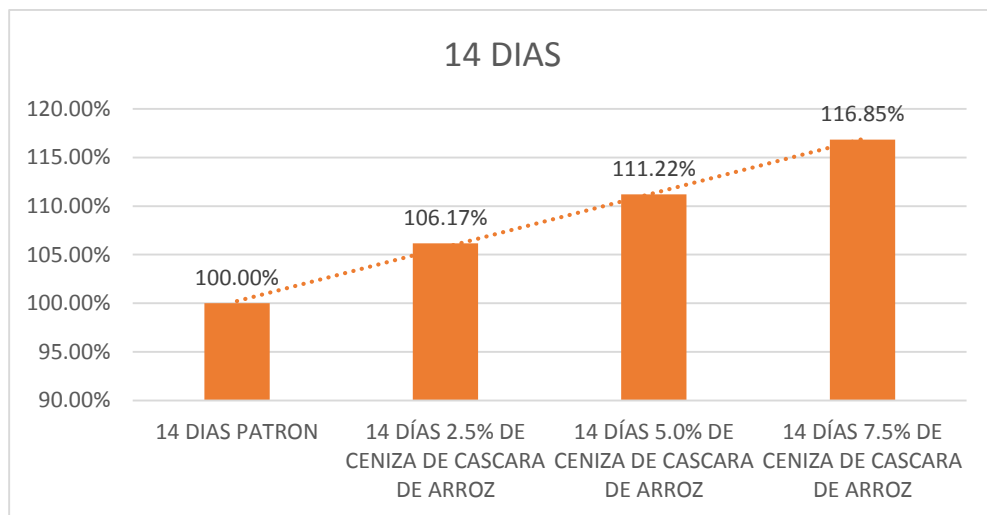
En el grafico apreciamos que la mayor resistencia a la compresión para la edad de 7 días, se obtiene en el mortero con adición de ceniza de cáscara de arroz al 7.5%, observando un aumento de 22.95% en la resistencia a la compresión con respecto al mortero patrón de 7 días de edad.

#### 4.2. COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS DEL MORTERO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 14 DÍAS.

*Tabla 77: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA A LOS 14 DIAS DEL MORTERO CON ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ VS EL MORTERO PATRÓN*

COMPARACION A LOS 14 DIAS		
CLASE	RESISTENCIA kg/cm2	PORCENTAJE
<b>14 DIAS PATRÓN</b>	147.18	100.00%
<b>14 DÍAS 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>	156.26	106.17%
<b>14 DÍAS 5.0% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>	163.69	111.22%
<b>14 DÍAS 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>	171.97	116.85%

*Fuente: Propia*



*Figura 36: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA A LOS 14 DIAS DEL MORTERO CON ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ VS EL MORTERO PATRÓN.*

*Fuente: Propia*

En el grafico apreciamos que la mayor resistencia a la compresión para la edad de 14 días, se obtiene en el mortero con adición de ceniza de cáscara de arroz al 7.5%, observando un aumento de 16.85% en la resistencia a la compresión con respecto al mortero patrón de 14 días de edad.

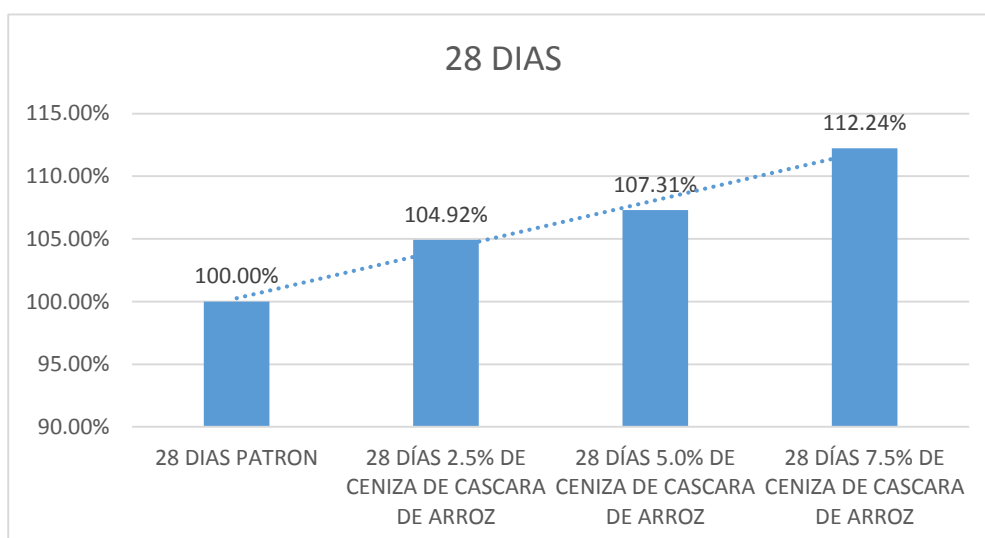
#### 4.3. COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS DEL MORTERO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LOS 28 DÍAS.

*Tabla 78: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA A LOS 28 DIAS DEL MORTERO CON ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ VS EL MORTERO PATRÓN*

COMPARACION A LOS 28 DIAS		
CLASE	RESISTENCIA kg/cm2	PORCENTAJE
28 DIAS PATRÓN	181.76	100.00%
28 DÍAS 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ	190.70	104.92%
28 DÍAS 5.0% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ	195.05	107.31%
28 DÍAS 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ	204.00	112.24%

*Fuente: Propia*

*Figura 37: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA A LOS 28 DIAS DEL MORTERO CON ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ VS EL MORTERO PATRÓN.*



*Fuente: Propia*

En el grafico apreciamos que la mayor resistencia a la compresión para la edad de 28 días, se obtiene en el mortero con adición de ceniza de cáscara de arroz al 7.5%, observando un aumento de 12.24% en la resistencia a la compresión con respecto al mortero patrón de 28 días de edad.

#### 4.4. COMPARACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL MORTERO PATRÓN Y EL MORTERO ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL 2.5%, 5% Y 7.5%.

*Tabla 79: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN OBTENIDA DEL MORTERO CON ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL 2.5%, 5% Y 7.5% VS EL MORTERO PATRÓN*

<b>COMPARACIÓN DE EVOLUCION DEL MORTERO</b>						
<b>CODIFICACIÓN</b>	<b>EDADES</b>					
	<b>7</b>		<b>14</b>		<b>28</b>	
	<b>kg/cm2</b>	<b>%</b>	<b>kg/cm2</b>	<b>%</b>	<b>kg/cm2</b>	<b>%</b>
<b>PATRÓN</b>	134.56	100.00%	147.18	100.00%	181.76	100.00%
<b>DÍAS 2.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>	148.67	110.49%	156.26	106.17%	190.70	104.92%
<b>DÍAS 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>	155.38	115.47%	163.69	111.22%	195.05	107.31%
<b>DÍAS 7.5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ</b>	165.44	122.95%	171.97	116.85%	204.00	112.24%

*Fuente: Propia*

Tanto en la tabla como en el gráfico comparativo de la evolución de resistencia a la compresión del mortero, se aprecia que la mayor resistencia a la compresión se obtiene en el mortero con adición de ceniza de cáscara de arroz al 7.5%, observando un aumento de 12.24% en la resistencia a la compresión a los 28 días de edad con respecto al mortero patrón y, llegando a 204 kg/cm<sup>2</sup>.



*Figura 38: COMPARACIÓN DE EVOLUCIÓN DEL MORTERO PATRÓN Y MORTERO ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL 2.5%, 5% Y 7.5% EN kg/cm<sup>2</sup>.*

Fuente: Propia

*Figura 39: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN*

Fuente: Propia



#### 4.5. COMPARACIÓN DEL SLUMP DEL MORTERO PATRÓN Y EL MORTERO ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL 2.5%, 5% Y 7.5%.

Tabla 80: COMPARACIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL MORTERO PATRÓN Y MORTERO ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL 2.5%, 5% Y 7.5% EN cm Y pulg

DATOS DE SLUMP				SLUMP CALCULADO (cm)	SLUMP (pulg)
PROMEDIO					
SERIE	MEDICIÓN (cm)			PROM.	PROM.
	1ERA	2DA	3ERA		
PATRÓN	8.9	8.7	9.0	8.87	3.49
2.5% ADICIÓN	7.3	7.7	7.8	7.61	3.00
5.0% ADICIÓN	6.6	6.4	6.3	6.44	2.54
7.5% ADICIÓN	5.1	5.0	5.3	5.14	2.03

*Fuente: Propia*

Como podemos apreciar en la tabla comparativa, la adición de ceniza de cáscara de arroz en la mezcla, hace que esta sea cada vez más seca a medida que aumentamos el porcentaje de adición de la ceniza de cáscara de arroz. Por lo tanto, presenta una relación inversamente proporcional, a medida que aumenta la adición de ceniza de cáscara de arroz, el asentamiento disminuye.

## **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **CONCLUSIONES**

#### **CONCLUSIÓN N° 01:**

Se consiguió demostrar la hipótesis general: “La resistencia a la compresión y consistencia de un mortero adicionado con diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz mejora con respecto a la resistencia a la compresión y consistencia de un mortero patrón de calidad  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>”, pues las resistencias a la compresión y consistencias obtenidas en los morteros adicionados con ceniza de cáscara de arroz fueron superiores a las del mortero patrón:

- ❖ Para una adición al mortero de 2.5% de ceniza de cáscara de arroz, hay un incremento, a los 7 días de 10.49%, a los 14 días de 6.17% y a los 28 días de 4.92%, con respecto al mortero patrón.
- ❖ Para una adición al mortero de 5% de ceniza de cáscara de arroz, hay un incremento, a los 7 días de 15.47%, a los 14 días de 11.22% y a los 28 días de 7.31%, con respecto al mortero patrón.
- ❖ Para una adición al mortero de 7.5% de ceniza de cáscara de arroz, hay un incremento, a los 7 días de 22.95%, a los 14 días de 16.85% y a los 28 días de 12.24%, con respecto al mortero patrón. (Ver tabla 79)
- ❖ El Slump disminuyó en los morteros con adición de ceniza de cáscara de arroz con respecto al mortero patrón, lo que mejoró su consistencia en todas las dosificaciones. (Ver tabla 80)

#### **CONCLUSIÓN N° 02:**

Se consiguió demostrar la sub-hipótesis a): “La resistencia a la compresión que alcanza el mortero adicionado con ceniza de cáscara de arroz al 2.5%, 5% y 7.5% será mayor en todos los casos con respecto a la resistencia alcanzada por el mortero patrón”, pues las resistencias a la compresión obtenidas en los

morteros adicionados con ceniza de cáscara de arroz, en todos los casos fueron superiores a las del mortero patrón. (Ver tabla 79 y figura 38)

### **CONCLUSIÓN N° 03:**

Se consiguió demostrar la sub-hipótesis b): “La adición de la ceniza de cáscara de arroz al 2.5; 5 y 7.5% en el mortero incrementará la consistencia del mortero patrón”, debido a que para todos los porcentajes de adición de ceniza de cáscara de arroz, se observó menores asentamientos con respecto a los del mortero patrón. (Ver tabla 80)

### **CONCLUSIÓN N° 04:**

Se consiguió demostrar la sub-hipótesis c): “El porcentaje óptimo de ceniza de cáscara de arroz que se añadirá al mortero, para obtener la mayor resistencia a la compresión, es del 7.5%”, debido a que el mayor incremento de resistencia a la compresión se obtuvo con la adición de 7.5% de ceniza de cáscara de arroz al mortero patrón. (Ver tabla 79)

## **RECOMENDACIONES**

### **RECOMENDACIÓN N° 01:**

Se recomienda tener cuidado en el primer proceso de calcinación de la cáscara de arroz, ya que el horno artesanal puede alcanzar temperaturas superiores a los 400°C en su superficie, lo que podría ocasionar accidentes si no se tienen los cuidados preventivos necesarios.

### **RECOMENDACIÓN N° 02:**

Se recomienda seguir investigando y analizando la adición de ceniza de cáscara de arroz en morteros, en porcentajes superiores a los que se trabajaron en esta tesis y con distintas granulometrías, esto con el fin de estudiar el comportamiento de la ceniza de cáscara de arroz ante distintos porcentajes y condiciones.

### **RECOMENDACIÓN N° 03:**

Se recomienda estudiar la influencia de la ceniza de cáscara de arroz como componente del cemento y, analizar las variaciones que produce en la resistencia a la compresión tanto de morteros como de concretos, ya que en la presente tesis se utilizó ceniza de cáscara de arroz como una adición directa a la mezcla patrón, con respecto al peso del cemento.

### **RECOMENDACIÓN N° 04:**

Se recomienda para futuras investigaciones realizar un análisis de costos del mortero adicionado con ceniza de cáscara de arroz al 2.5%, 5% y 7.5% con respecto al peso del cemento.

### **RECOMENDACIÓN N° 05:**

Debido a la ausencia de normatividad del mortero para fines estructurales, se recomienda seguir investigando sobre el uso estructural del mortero y sobre las propiedades físicas y mecánicas que este presenta, creando así, estudios de referencia para próximas investigaciones, hasta su adecuada reglamentación.

## REFERENCIAS

- Aditivos para el concreto (s.f.). En *Civilgeeks.com*. Recuperado de <https://civilgeeks.com/2011/12/07/aditivos-para-el-concreto-2/>
- Agregados. (s.f.). En *Monografías.com*. Recuperado el 20 de marzo de 2008 de <https://www.monografias.com/trabajos55/agregados/agregados.shtml>
- Aliaga, A. (2018). *Evaluación de ceniza de cascarilla de arroz y tipos de agregados finos sobre la compresión, sorptividad y densidad de morteros de cemento Pórtland tipo I, Trujillo 2017*. (Tesis de pregrado). Universidad Privada Del Norte, Trujillo, Perú.
- Arriola, D. (2009). *Diseño de Morteros con Cementos Hidráulicos para la Construcción de Muros con Elementos de Mampostería*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Biondi, A. (2000). *El Concreto de Arena*. (Investigación Científica). Instituto de la Construcción y Gerencia, Lima, Perú.
- Calle, M. (2018). *Influencia de la granulometría y el tipo de cemento en la contracción por secado de morteros estructurales*. (Tesis de pregrado). Universidad De Piura, Piura, Perú.
- Cantera. (s.f.). En *Wikipedia*. Recuperado el 04 de marzo de 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Cantera>
- Cemento. (s.f.). En *Wikipedia*. Recuperado el 25 de mayo de 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Cemento>
- Ceniza. (s.f.). En *Wikipedia*. Recuperado el 12 de febrero de 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Ceniza>
- E.060. (2019). N.T.E. E.60 CONCRETO ARMADO. Lima-Perú: Diario El Peruano.

- Galicia, M. & Velásquez, M. (2016). *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a un concreto patrón de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>*. (Tesis de pregrado). Universidad Andina Del Cusco, Cusco, Perú.
- García, A. (2000). *Morteros de Restauración y Ornamentación*. Universidad de Granada, Granada, España
- Gómez, A. (2009). *Caracterización y utilización de puzolanas como aditivos minerales activos en cementos. Aplicación en viviendas de bajo coste* (Proyecto de Fin de Carrera). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Gutiérrez, L. (2003). *El Concreto y otros materiales para la construcción*. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M (2014). *Metodología de la investigación*. México DF, México: MC Graw Hill Educación.
- INDECOPI. (2008). NTP. 334.009 "CEMENTOS. Cementos Pórtland Requisitos". Lima: El Peruano.
- INDECOPI. (2011). NTP. 334.104 "CEMENTOS. Ceniza volante y puzolana natural cruda o calcinada para uso en concreto. Especificaciones". Lima: El Peruano.
- INDECOPI. (2015). NTP. 339.034 "CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas". Lima: El Peruano.
- INDECOPI. (2006). NTP. 339.088 "HORMIGÓN (CONCRETO). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Pórtland. Requisitos". Lima: El Peruano.

INDECOPI. (2013). NTP. 339.185 “AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado”. Lima: El Peruano.

INDECOPI. (2001). NTP. 400.010 “AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras”. Lima: El Peruano.

INDECOPI. (2008). NTP. 400.011 “AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)”. Lima: El Peruano.

INDECOPI. (2011). NTP. 400.017 “AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados”. Lima: El Peruano.

INDECOPI. (2013). NTP. 400.022 “AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino”. Lima: El Peruano.

INDECOPI. (2014). NTP. 400.037 “AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto”. Lima: El Peruano.

*INEI: Producción de arroz cáscara creció 55,6% en abril del presente año.*  
Recuperado el 22 de junio de 2018, de <http://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-arroz-cascara-crecio-556-en-abril-del-presente-ano-10809/>

Juárez, Q. (2008). *La utilización de cáscara de arroz bajo el proceso de calcinación controlada como puzolana artificial en el diseño de morteros para acabados.* (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.

La Cascarilla de Arroz Es Un Subproducto de La Industria Molinera (s.f.). En *Scribd*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/156035520/La-Cascarilla-de-Arroz-Es-Un-Subproducto-de-La-Industria-Molinera>

Mortero (construcción). (s.f.). En *Wikipedia*. Recuperado el 02 de mayo de 2019 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Mortero\\_\(construcci3n\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Mortero_(construcci3n))

Novoa, M., Becerra, L. & V3squez, M. (2016). *La ceniza de cascarilla de arroz y su efecto en adhesivos tipo mortero*. (Investigaci3n Científica). Universidad Libre, Bogotá, Colombia.

ORDENANZA REGIONAL N° 016-2015-GR-LL/CR: Ordenanza Regional que declara al distrito de Guadalupe, provincia de Pacasmayo, como “Capital del Arroz” del departamento de La Libertad. Recuperado el 12 de mayo de 2016, de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ordenanza-regional-que-declara-al-distrito-de-guadalupe-pro-ordenanza-no-016-2015-gr-llcr-1388239-1/>

Probeta (mecánica). (s.f.). En *Wikipedia*. Recuperado el 01 de diciembre de 2017 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Probeta\\_\(mec3nica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Probeta_(mec3nica))

Puzolana (s.f.). En *Mineralis Lucentum*. Recuperado de <http://mineralislucentum.es/portfolio/puzolana/>

Rivva, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. Lima, Perú: Capítulo Peruano ACI.

Rivva, E. (2014). *Diseño de Mezclas*. Lima, Perú: Instituto de la Construcci3n y Gerencia.

Salamanca, R (2001). *La tecnología de los morteros*. En *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, pp. 41 – 48. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/911/91101107.pdf>

Santillán, V. y Chervas, F. (2014). *Actividad puzolánica de cenizas de cáscara de arroz. Estudio de factibilidad en el empleo como adici3n para el cemento*. (Investigaci3n Científica). CECOVI, Santa Fe, Argentina.

V3squez, R. y Vigil, P. (2000). *Las cenizas de cáscara de arroz, adici3n puzolánica en cemento y concreto*. (Investigaci3n Científica). Universidad de Piura, Piura, Perú.



## **ANEXO**

## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

### TÍTULO: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO ADICIONADO CON CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ CON RESPECTO A UN MORTERO PATRÓN DE CALIDAD $f'c=175$ KG/CM<sup>2</sup>.

139

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>1.- PROBLEMA GENERAL:</b></p> <p>¿De qué manera influirá la adición de ceniza de cáscara de arroz en la resistencia a la compresión y consistencia de un mortero, con respecto a un mortero patrón de calidad <math>f'c=175</math> kg/cm<sup>2</sup>?</p> <p><b>2.- PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál será la resistencia a la</li> </ul>	<p><b>1.- OBJETIVO GENERAL:</b></p> <p>Evaluar de qué manera influye la adición de ceniza de cáscara de arroz en la resistencia a la compresión y consistencia de un mortero, con respecto a un mortero patrón de calidad <math>f'c=175</math> kg/cm<sup>2</sup>.</p> <p><b>2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la resistencia a la compresión de un mortero adicionado con 2.5, 5 y 7.5% de ceniza</li> </ul>	<p><b>1.- HIPÓTESIS GENERAL:</b></p> <p>La resistencia a la compresión y consistencia de un mortero adicionado con diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz mejora con respecto a la resistencia a la compresión y consistencia de un mortero patrón de calidad <math>f'c=175</math> kg/cm<sup>2</sup>.</p> <p><b>2.- HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La resistencia a la compresión que alcanza</li> </ul>	<p><b>1.-VARIABLE INDEPENDIENTE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de ceniza de cáscara de arroz.</li> <li>• Agregado fino del Rio Ucayali.</li> </ul> <p>❖ <b>DIMENSIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad de la cáscara de arroz, volumen.</li> <li>• Agregado de Rio Ucayali.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje con respecto al Peso en kilogramos del cemento.</li> <li>• Peso en Kg.</li> <li>• Resistencia a la compresión en kg/cm<sup>2</sup>.</li> <li>• Revenimiento.</li> <li>• Disposición del material.</li> </ul>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantitativa</li> <li>• Experimental puro</li> </ul> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ <b>Descriptiva</b></li> <li>❖ <b>Exploratorio</b></li> <li>❖ <b>Experimental</b></li> </ul>

<p>compresión de un mortero adicionado con 2.5, 5 y 7.5% de ceniza de cáscara de arroz, con respecto a un mortero patrón de calidad <math>f'c=175</math> kg/cm<sup>2</sup>, a los 7, 14 y 28 días de edad?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo afectaría la ceniza de cáscara de arroz al 2.5, 5 y 7.5% en la consistencia del mortero patrón?</li> <li>• ¿Cuál será el porcentaje óptimo de ceniza de cáscara de arroz entre 2.5, 5 y 7.5% adicionado al mortero para obtener la mayor resistencia a la compresión?</li> </ul>	<p>de cáscara de arroz, con respecto a un mortero patrón de calidad <math>f'c=175</math> kg/cm<sup>2</sup>, a los 7, 14 y 28 días de edad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar como la ceniza de cáscara de arroz al 2.5; 5 y 7.5% afecta en la consistencia del mortero patrón.</li> <li>• Determinar el porcentaje óptimo entre los porcentajes de 2.5, 5 y 7.5% de ceniza de cáscara de arroz adicionado al mortero para obtener la mayor resistencia a la compresión.</li> </ul>	<p>el mortero adicionado con ceniza de cáscara de arroz al 2.5%, 5% y 7.5% será mayor en todos los casos con respecto a la resistencia alcanzada por el mortero patrón.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La adición de la ceniza de cáscara de arroz al 2.5; 5 y 7.5% en el mortero incrementará la consistencia del mortero patrón.</li> <li>• El porcentaje óptimo de ceniza de cáscara de arroz que se añadirá al mortero, para obtener la mayor resistencia a la compresión, es del 7.5%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceniza de cáscara de arroz.</li> </ul> <p><b>2.-VARIABLES</b></p> <p><b>DEPENDIENTES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia a la compresión de un mortero adicionado con ceniza de cáscara de arroz.</li> <li>• Consistencia.</li> </ul> <p>❖ <b>DIMENSIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del diseño de mezcla.</li> <li>• Calidad de los materiales.</li> <li>• Calidad de mano de obra empleada.</li> </ul>		<p><b>MODELO MATEMATICO DEL DISEÑO:</b></p> <p>GC: O-- -X1 ---M2</p> <p>GE: O--- X1 ---M1</p> <p>O: Objeto de estudio o unidad de análisis.</p> <p>X1: Estimulo a la variable independiente</p> <p>-X1: Ausencia de estímulo</p> <p>M1: Medición de la variable dependiente.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## ANEXO 2: PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 13: RECOLECCIÓN DE LA CÁSCARA DE ARROZ.



Figura 12: TRASLADO DE LA CÁSCARA DE ARROZ A LOS LABORATORIOS DE LA UNT.



**Figura 14: PRIMER PROCESO DE CALCINACION DE LA CÁSCARA DE ARROZ.**



**Figura 15: EXTRACCION DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, PRODUCTO DEL PRIMER PROCESO DE CALCINACION.**



**Figura 16: TAMIZADO DE LA CENIZA OBTENIDA POR LA MALLA N°50**



**Figura 17: SEGUNDO PROCESO DE CALCINACION DE LA CÁSCARA DE ARROZ.**



**Figura 18: CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, PRODUCTO DEL SEGUNDO PROCESO DE CALCINACION.**



**Figura 19: TAMIZADO DEL AGREGADO PARA ANÁLISIS GRANULOMETRICO.**



**Figura 20: ENSAYO DE PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO - DESPRENDIMIENTO**



**Figura 5: AGREGADO FINO – ELIMINACION DE AGUA**



**Figura 28: TAMIZADO FINAL POR LA MALLA N°50.**



**Figura 29: CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ FINAL.**





**Figura 30: INCORPORACION DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ A LA MEZCLA.**



**Figura 22: ELABORACION DE LA MEZCLA DE MORTERO.**



**Figura 23: MEDICION DEL SLUMP DEL MORTERO PATRÓN.**



**Figura 24: COLOCACION DE LA MEZCLA DE MORTERO EN LAS PROBETAS.**



**Figura 11: MUESTRAS CILÍNDRICAS DE MORTERO PARA ENSAYOS DE COMPRESIÓN ESTÁNDAR.**



**Figura 7: CURADO DE TESTIGOS.**



Figura 33: ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL.



Figura 39: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

## ANEXO 3: FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO PÓRTLAND TIPO I



### Ficha Técnica

## CEMENTO ANDINO PREMIUM

#### Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda Clinker Tipo I y yeso.

#### Beneficios:

- Alta resistencia a mediano y largo plazo, alta durabilidad.
- Excelente trabajabilidad y acabado.
- Bajo contenido de álcalis. Buena resistencia a los agregados álcali reactivos.
- Moderada resistencia al salitre.

#### Usos:

- Estructuras sólidas de acabados perfectos.
- Construcciones en general de gran envergadura como, puentes, estructuras industriales y conjuntos habitacionales.

#### Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

#### Formato de Distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



### Recomendaciones

#### Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

#### Manipulación:

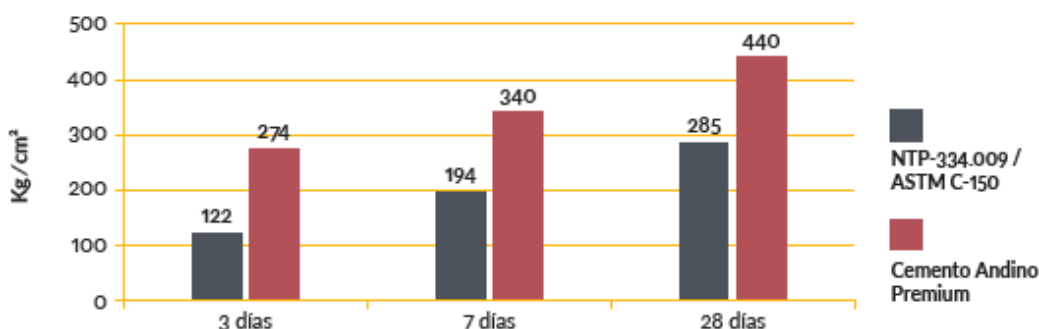
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

#### Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

## Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Andino Premium



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Premium	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5.08	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.01	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	361	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.15	No específica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	274	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	340	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	440	Mínimo 285*
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	116	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	285	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	1.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.68	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	1.49	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.69	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C2S	%	15.53	No específica
C3S	%	57.35	No específica
C3A	%	7.50	No específica
C4AF	%	10.61	No específica
<b>Álcalis Equivalentes</b>			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.47	Requisito opcional, máximo 0.60
<b>Resistencia a los Sulfatos</b>			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.083	0.10 % máx. a 180 días

\*Requisito opcional

## ANEXO 4: CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LAS PUZOLANAS,

### ASTM C-618

## Summary – ASTM C-618, Pozzolan

<b>Chemical</b>		<b>F</b>	<b>C</b>	<b>N</b>
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	min %	70	50	70
SO <sub>3</sub>	max %	5	5	4
Moisture Content	max %	3	3	3
Loss on Ignition	max %	6	6	10

<b>Optional Chemical</b>				
Available Alkalies	max %	1.5	1.5	1.5

<b>Physical</b>				
Fineness + 325 Mesh	max %	34	34	34
Strength Activity/Cem.	min %	75	75	75
Water Requirement	max %	105	105	115
Autoclave Expansion	max %	0.8	0.8	0.8
<i>Uniformity Requirements</i>				
Density Max. Var.	max %	5	5	5
Fineness Points Var.	max %	5	5	5

<b>Optional Physical</b>				
Multiple factor		225	-	-
Inc. In Drying Shrinkage	max %	0.03	0.03	0.03
<i>Uniformity Requirements</i>				
A.E. Admixture Demand	max %	20	20	20
<i>Control of ASR</i>				
Expansion, % of low alkali cement	max %	100	100	100
<i>Sulfate Resistance</i>				
Moderate exposure, 6 months	max %	0.10	0.10	0.10
High exposure, 6 months	max %	0.05	0.05	0.05

For more information or answers to specific questions about the use of fly ash, contact your nearest ISG technical representative, call 1-888-236-6236, or visit us online at [www.flyash.com](http://www.flyash.com).

Rev. 2013



## ANEXO 5: CÁLCULOS REALIZADOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS

❖ Análisis Granulométrico



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

#### GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO



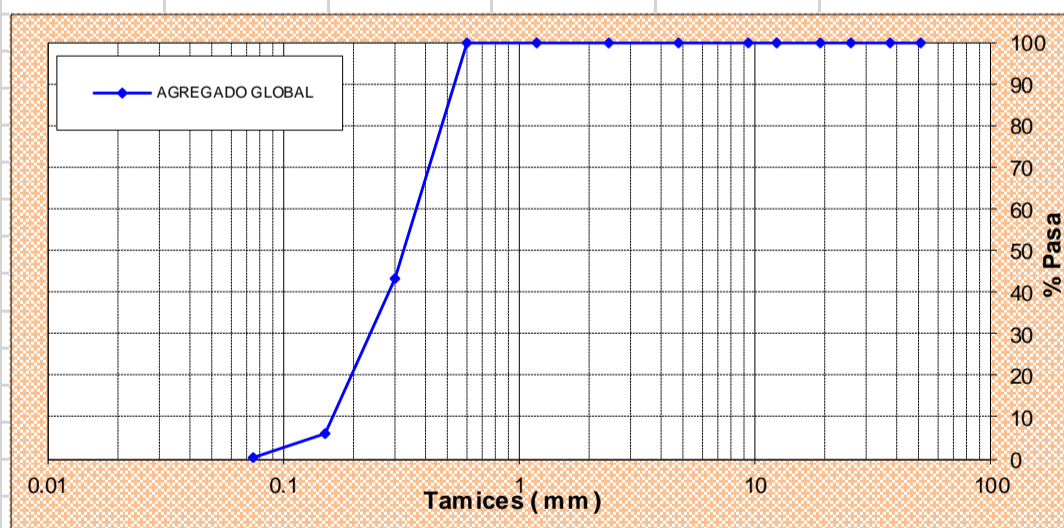
LAB. : **GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L - Ensayos de Materiales**  
 TESISTAS : **Edwin Alejandro Perez Zumaeta Y Jose Abel Ochoa Ramirez**  
 TESIS : **"Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un mortero adicionado con cenizas de cascara de arroz con respecto a un mortero patron de calidad  $f'c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ "**  
  
 FECHA : :-  
 ASUNTO : **Diseños de mezcla de mortero 175 Kg/Cm<sup>2</sup>**

Agregado procedente de la cantera rio Ucayali

#### A) ANALISIS GRANULOMETRICO

TAMIZ		PESO RET.	% RET.	% RET. ACUM.	% PASA
( Pulg )	( mm )				
2 1/2"	63.5				
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
N°8	2.38	0.00	0.00	0.00	100.00
N°16	1.19	0.05	0.01	0.01	100.00
N°30	0.60	0.36	0.04	0.04	99.96
N°50	0.30	569.75	56.98	57.02	42.98
N°100	0.15	371.80	37.18	94.20	5.80
FONDO	0.075	58.00	5.80	100.00	0.00


#### B) CURVA DE GRANULOMETRIA



#### C) PROPIEDADES FISICAS

Tamaño Nominal Máximo	-
Peso Unitario Suelto ( Kg/m <sup>3</sup> )	<b>1,387.31</b>
Peso Unitario Compactado ( Kg/m <sup>3</sup> )	<b>1,570.70</b>
Peso Específico	<b>1.933</b>
Contenido de Humedad ( % )	<b>1.936</b>
Porcentaje de Absorción ( % )	<b>1.163</b>
Módulo de Fineza	<b>1.51</b>



❖ Porcentaje de Humedad, Peso Específico y Porcentaje de Absorción

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>HUMEDAD, PESO ESPECIFICO Y ABSORCION</b>		
<b>LAB. : GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L - Ensayos de Materiales</b> <b>TESISTAS : Edwin Alejandro Perez Zumaeta Y Jose Abel Ochoa Ramirez</b> <b>TESIS : "Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un mortero adicionado con cenizas de cascara de arroz con respecto a un mortero patron de calidad f'c = 175 Ka/Cm<sup>2</sup>"</b> <b>FECHA : -</b> <b>ASUNTO : Diseños de mezcla de mortero 175 Kg/Cm<sup>2</sup></b>		
Agregado procedente de la cantera rio Ucayali		
NTP 400.010 Y NTP 339.185		
MUESTRA	M-01	M-02
Peso de Hormigón Húmedo + Tara (gr)	1575	1551
Peso de Hormigón seco + Tara (gr)	1553	1529
Peso de la Tara (gr)	405	404
Peso del hormigón seco (gr)	1148	1125
Peso de contenido de agua (gr)	22	22
Humedad %	1.916	1.956
<b>Humedad del agregado =</b>		<b>1.936 %</b>
NORMA ASTM C 88 - 76 (NTP 400.022)		
MUESTRA	M-1	M-2
Peso de Matraz + Arena seco (gr)	631.9	598.7
Peso de Matraz + Arena + Agua (gr)	888.9	873.6
Peso de Matraz (gr)	161	164.7
Volumen de Matraz (Cm <sup>3</sup> )	500	500
Peso Especifico del agua (gr)	1.0	1.0
Peso de la Arena (gr)	470.9	434
Peso del Agua (gr)	257	274.9
Volumen del agua (Cm <sup>3</sup> )	257	274.9
Volumen de la Arena (Cm <sup>3</sup> )	243	225.1
Peso especifico de la Arena (gr/cm <sup>3</sup> )	1.938	1.928
<b>Peso especifico del agregado</b>		<b>1.933 gr./cm<sup>3</sup>,</b>
NORMA ASTM D 2154 (NTP 400.022)		
MUESTRA	M-1	M-2
Peso de Arena Saturado + tara	500.0	500.0
Peso de Arena seco + tara	495.0	494.9
Peso de la tara	60.7	60.7
Peso de Arena seco	434.3	434.2
Peso de contenido de agua	5.0	5.1
Absorción %	1.151	1.175
<b>Absorción del agregado</b>		<b>1.163 %</b>



❖ Peso Unitario Suelto Seco y Peso Unitario Compactado Seco

	<h1 style="margin: 0;">UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI</h1> <h2 style="margin: 0;">FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL</h2> <h3 style="margin: 0;">ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</h3>	
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO Y PESO UNITARIO COMPACTADO SECO</b>		
<p><b>LAB.</b> : GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L - Ensayos de Materiales</p> <p><b>TESISTAS</b> : Edwin Alejandro Perez Zumaeta Y Jose Abel Ochoa Ramirez</p> <p><b>TESIS</b> : "Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un mortero adicionado con cenizas de cascara de arroz con respecto a un mortero patron de calidad <math>f'c = 175 \text{ Kg/Cm}^2</math>"</p> <p><b>FECHA</b> : -</p> <p><b>ASUNTO</b> : Diseños de mezcla de mortero 175 Kg/Cm<sup>2</sup></p>		
Agregado procedente de la cantera rio Ucayali		
<b>PESO UNITARIO SUELTO - NTP 400.017</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>
Peso seco del Agregado + Molde (gr.)	11240.0	11250.0
Peso del molde (gr.)	3945.0	3945.0
Peso neto del Agregado (gr)	7295.0	7305.0
Volumén del molde (Cm <sup>3</sup> )	5262.0	5262
Peso unitario suelto (gr)	1386.35	1388.26
<b>Peso Unitario Suelto del Agregado</b>	<b>1387.31</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>
<b>PESO UNITARIO SECO VARILLADO - NTP 400.017</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>
Peso seco del Agregado + Molde (gr.)	12200.0	12220.0
Peso del molde (gr.)	3945.0	3945.0
Peso neto del Agregado (gr)	8255.0	8275.0
Volumén del molde (Cm <sup>3</sup> )	5262.0	5262.0
Peso unitario compactado (gr)	1568.80	1572.60
<b>Peso Unitario Compactado del Agregado</b>	<b>1570.70</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>

	<h1 style="margin: 0;">UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI</h1> <h2 style="margin: 0;">FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL</h2> <h3 style="margin: 0;">ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</h3>																																																																													
<b>DISEÑO DE MEZCLA EMPLEANDO ARENA</b>																																																																														
<b>INVESTIGACIÓN</b> : "Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un mortero adicionado con ceniza de cascara de arroz con respecto a un mortero patrón de calidad $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ "																																																																														
<b>TESISTAS</b> : Perez Zumaeta, Edwin Alejandro Ochoa Ramirez, Jose Abel	<b>PROVINCIA</b> : <b>DISTRITO</b> : <b>LUGAR</b> :	CORONEL PORTILLO CALLERIA PUCALLPA																																																																												
<b>DISEÑO DE MEZCLA <math>f'c = 175 \text{ KG/CM}^2</math></b>																																																																														
<b>AGREGADO GLOBAL (FINO)</b> Consistente en agregado global de arena, procedente de la cantera "RIO UCAYALI"																																																																														
<b>Potencia de la cantera del material de arena</b> = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">40,000.00</span> m <sup>3</sup> Con la muestra de arena procedente de la cantera del río Ucayali se han realizado los ensayos y estudios de las muestras remitida para el diseño de mezcla correspondiente.																																																																														
<b>1.00 CALCULO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION PROMEDIO</b> La resistencia promedio requerida se determinara de la siguiente manera: $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ $f_{cr} = f_c + 70 = 245 \text{ kg/cm}^2$																																																																														
<b>2.00 CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS DE LA ARENA</b> Del analisis granulometrico se puede obtener las caracteristicas correspondientes																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>TAMIZ N°</th> <th>DIAMETRO(mm)</th> <th>RET.ACUMULADO</th> <th colspan="3">TAMAÑO MAX. "-"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2 1/2"</td><td>63.500</td><td>0.00</td><td colspan="3" rowspan="5"></td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.800</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>37.500</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.400</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.050</td><td>0.00</td></tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>12.500</td> <td>0.00</td> <td colspan="3">CLASIFICACION SUCS: SM</td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>9.525</td> <td>0.00</td> <td colspan="3">MEZCLA DE ARENAS</td> </tr> <tr> <td>N° 4</td> <td>4.760</td> <td>0.00</td> <td colspan="3" rowspan="2">CLASIF. AASTHO: A-2 (0)</td> </tr> <tr> <td>N° 8</td> <td>2.380</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>N° 16</td> <td>1.300</td> <td>0.01</td> <td colspan="3">ARENA MAL GRADUADA</td> </tr> <tr> <td>N° 30</td> <td>0.590</td> <td>0.04</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>N° 50</td> <td>0.297</td> <td>57.02</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>N° 100</td> <td>0.149</td> <td>94.20</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>TOTAL</b></td> <td><b>151.3</b></td> <td>%QUE PASA LA MALLA N° 200</td> <td></td> <td><b>5.80</b></td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>			TAMIZ N°	DIAMETRO(mm)	RET.ACUMULADO	TAMAÑO MAX. "-"			2 1/2"	63.500	0.00				2"	50.800	0.00	1 1/2"	37.500	0.00	1"	25.400	0.00	3/4"	19.050	0.00	1/2"	12.500	0.00	CLASIFICACION SUCS: SM			3/8"	9.525	0.00	MEZCLA DE ARENAS			N° 4	4.760	0.00	CLASIF. AASTHO: A-2 (0)			N° 8	2.380	0.00	N° 16	1.300	0.01	ARENA MAL GRADUADA			N° 30	0.590	0.04				N° 50	0.297	57.02				N° 100	0.149	94.20				<b>TOTAL</b>		<b>151.3</b>	%QUE PASA LA MALLA N° 200		<b>5.80</b>	%
TAMIZ N°	DIAMETRO(mm)	RET.ACUMULADO	TAMAÑO MAX. "-"																																																																											
2 1/2"	63.500	0.00																																																																												
2"	50.800	0.00																																																																												
1 1/2"	37.500	0.00																																																																												
1"	25.400	0.00																																																																												
3/4"	19.050	0.00																																																																												
1/2"	12.500	0.00	CLASIFICACION SUCS: SM																																																																											
3/8"	9.525	0.00	MEZCLA DE ARENAS																																																																											
N° 4	4.760	0.00	CLASIF. AASTHO: A-2 (0)																																																																											
N° 8	2.380	0.00																																																																												
N° 16	1.300	0.01	ARENA MAL GRADUADA																																																																											
N° 30	0.590	0.04																																																																												
N° 50	0.297	57.02																																																																												
N° 100	0.149	94.20																																																																												
<b>TOTAL</b>		<b>151.3</b>	%QUE PASA LA MALLA N° 200		<b>5.80</b>	%																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td><b>MODULO DE FINEZA</b></td> <td>=</td> <td></td> <td>151.26</td> <td>/</td> <td>100</td> <td>=</td> <td>1.51</td> </tr> </table>			<b>MODULO DE FINEZA</b>	=		151.26	/	100	=	1.51																																																																				
<b>MODULO DE FINEZA</b>	=		151.26	/	100	=	1.51																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>Modulo de fineza para verificación =</td> <td>1.51</td> <td>+</td> <td>0.2</td> <td>=</td> <td>1.71</td> </tr> <tr> <td colspan="6">El modulo de fineza no se encuentra dentro de los limites aceptables</td> </tr> <tr> <td>El material fino que pasa la malla N° 200 es</td> <td>=</td> <td>5.80</td> <td>%</td> <td>&lt;</td> <td>que el maximo permisible que es de 5 a 6%</td> </tr> </table>			Modulo de fineza para verificación =	1.51	+	0.2	=	1.71	El modulo de fineza no se encuentra dentro de los limites aceptables						El material fino que pasa la malla N° 200 es	=	5.80	%	<	que el maximo permisible que es de 5 a 6%																																																										
Modulo de fineza para verificación =	1.51	+	0.2	=	1.71																																																																									
El modulo de fineza no se encuentra dentro de los limites aceptables																																																																														
El material fino que pasa la malla N° 200 es	=	5.80	%	<	que el maximo permisible que es de 5 a 6%																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>Tamaño maximo nominal</td> <td>=</td> <td>-</td> <td>mm</td> </tr> </table>			Tamaño maximo nominal	=	-	mm																																																																								
Tamaño maximo nominal	=	-	mm																																																																											
<b>3.00 MATERIALES</b>																																																																														
<b>3.10 CEMENTO</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>- Portland ASTM tipo I</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Peso especifico</td> <td>=</td> <td>3150</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Peso bolsa de cemento</td> <td>=</td> <td>42.5</td> <td>kg</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Volumen bolsa cemento</td> <td>=</td> <td>1.0</td> <td>pie<sup>3</sup></td> <td></td> </tr> </table>			- Portland ASTM tipo I					- Peso especifico	=	3150	kg/m <sup>3</sup>		- Peso bolsa de cemento	=	42.5	kg		- Volumen bolsa cemento	=	1.0	pie <sup>3</sup>																																																									
- Portland ASTM tipo I																																																																														
- Peso especifico	=	3150	kg/m <sup>3</sup>																																																																											
- Peso bolsa de cemento	=	42.5	kg																																																																											
- Volumen bolsa cemento	=	1.0	pie <sup>3</sup>																																																																											
<b>3.20 ARENA</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>- Peso especifico de masa</td> <td>=</td> <td>1932.95</td> <td></td> <td>=</td> <td>1.933</td> <td>gr/cm<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>- Absorción</td> <td>=</td> <td>1.163</td> <td>%</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Contenido de humedad</td> <td>=</td> <td>1.936</td> <td>%</td> <td>=</td> <td>0.01936</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Tamaño max. nominal</td> <td>=</td> <td>-</td> <td>mm</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Peso suelto seco</td> <td></td> <td>1387.31</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Peso compactado seco</td> <td>=</td> <td>1570.70</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Modulo de fineza</td> <td>=</td> <td>1.51</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			- Peso especifico de masa	=	1932.95		=	1.933	gr/cm <sup>3</sup>	- Absorción	=	1.163	%				- Contenido de humedad	=	1.936	%	=	0.01936		- Tamaño max. nominal	=	-	mm				- Peso suelto seco		1387.31	kg/m <sup>3</sup>				- Peso compactado seco	=	1570.70	kg/m <sup>3</sup>				- Modulo de fineza	=	1.51																															
- Peso especifico de masa	=	1932.95		=	1.933	gr/cm <sup>3</sup>																																																																								
- Absorción	=	1.163	%																																																																											
- Contenido de humedad	=	1.936	%	=	0.01936																																																																									
- Tamaño max. nominal	=	-	mm																																																																											
- Peso suelto seco		1387.31	kg/m <sup>3</sup>																																																																											
- Peso compactado seco	=	1570.70	kg/m <sup>3</sup>																																																																											
- Modulo de fineza	=	1.51																																																																												

<b>3.30</b>	<b>AGUA</b>	<table border="1"> <tr> <td>-</td> <td>Peso específico agua</td> <td>=</td> <td>1000</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td>=</td> <td>1</td> <td>gr/cm<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>-</td> <td colspan="7">El agua debe cumplir con las condiciones requeridas para la elaboración del concreto</td> </tr> </table>						-	Peso específico agua	=	1000	kg/m <sup>3</sup>	=	1	gr/cm <sup>3</sup>	-	El agua debe cumplir con las condiciones requeridas para la elaboración del concreto																																														
-	Peso específico agua	=	1000	kg/m <sup>3</sup>	=	1	gr/cm <sup>3</sup>																																																								
-	El agua debe cumplir con las condiciones requeridas para la elaboración del concreto																																																														
<b>4.00</b>	<b><u>SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO</u></b>	De acuerdo a la granulometría, el tamaño máximo nominal es de <input type="text" value="-"/> mm																																																													
<b>5.00</b>	<b><u>SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO</u></b>	De acuerdo a las especificaciones, las condiciones de colocación requieren una mezcla de consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de: 3" a 4"																																																													
<b>6.00</b>	<b><u>VOLUMEN UNITARIO DE AGUA</u></b>	El volumen unitario de agua, o agua de diseño, necesario para una mezcla de mortero cuyo asentamiento es de 3" a 4", en una mezcla sin aire incorporado cuyo agregado tiene un tamaño máximo nominal de - es de <input type="text" value="220"/> lts/m <sup>3</sup>																																																													
<b>7.00</b>	<b><u>CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</u></b>	Un mortero con agregado cuyo tamaño máximo nominal es de - sin aire incorporado le corresponde <input type="text" value="3"/> % de aire atrapado																																																													
<b>8.00</b>	<b><u>RELACION DE AGUA CEMENTO</u></b>	Para una resistencia promedio correspondiente a 175 Kg/cm <sup>2</sup> , en un mortero sin aire incorporado se encuentra una relación agua-cemento por resistencia de <input type="text" value="0.550"/>																																																													
<b>9.00</b>	<b><u>FACTOR CEMENTO</u></b>	El factor cemento será: <table border="1"> <tr> <td>220</td> <td>/</td> <td>0.550</td> <td>=</td> <td>400.00 kg/m<sup>3</sup></td> <td>=</td> <td><b>9.41</b></td> <td><b>bolsas/m<sup>3</sup></b></td> </tr> </table>						220	/	0.550	=	400.00 kg/m <sup>3</sup>	=	<b>9.41</b>	<b>bolsas/m<sup>3</sup></b>																																																
220	/	0.550	=	400.00 kg/m <sup>3</sup>	=	<b>9.41</b>	<b>bolsas/m<sup>3</sup></b>																																																								
<b>10.00</b>	<b><u>VOLUMEN ABSOLUTO DE LA PASTA</u></b>	La suma de los volúmenes absolutos de los elementos integrantes de la pasta será:																																																													
		<table border="1"> <tr> <td>-</td> <td>Vol. Absoluto de cemento</td> <td>400.00</td> <td>/</td> <td>3150</td> <td>=</td> <td>0.1270</td> <td>m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>Vol. Absoluto del agua</td> <td>220</td> <td>/</td> <td>1000</td> <td>=</td> <td>0.2200</td> <td>m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>Vol. Absoluto del aire</td> <td>3</td> <td>%</td> <td></td> <td>=</td> <td>0.030</td> <td>m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Vol. Absoluto de pasta</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>=</td> <td>0.377</td> <td>m<sup>3</sup></td> </tr> </table>						-	Vol. Absoluto de cemento	400.00	/	3150	=	0.1270	m <sup>3</sup>	-	Vol. Absoluto del agua	220	/	1000	=	0.2200	m <sup>3</sup>	-	Vol. Absoluto del aire	3	%		=	0.030	m <sup>3</sup>		Vol. Absoluto de pasta				=	0.377	m <sup>3</sup>																								
-	Vol. Absoluto de cemento	400.00	/	3150	=	0.1270	m <sup>3</sup>																																																								
-	Vol. Absoluto del agua	220	/	1000	=	0.2200	m <sup>3</sup>																																																								
-	Vol. Absoluto del aire	3	%		=	0.030	m <sup>3</sup>																																																								
	Vol. Absoluto de pasta				=	0.377	m <sup>3</sup>																																																								
<b>11.00</b>	<b><u>VOLUMEN ABSOLUTO DE LA ARENA</u></b>	El volumen absoluto de la arena es: <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>-</td> <td>0.377</td> <td>=</td> <td>0.623</td> <td>m<sup>3</sup></td> </tr> </table>						1	-	0.377	=	0.623	m <sup>3</sup>																																																		
1	-	0.377	=	0.623	m <sup>3</sup>																																																										
<b>12.00</b>	<b><u>PESO SECO DE LA ARENA</u></b>	Peso seco de la arena es: <table border="1"> <tr> <td>0.623</td> <td>x</td> <td>1.933</td> <td>x</td> <td>1000</td> <td>=</td> <td>1204.26</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> </tr> </table>						0.623	x	1.933	x	1000	=	1204.26	kg/m <sup>3</sup>																																																
0.623	x	1.933	x	1000	=	1204.26	kg/m <sup>3</sup>																																																								
<b>13.00</b>	<b><u>VALORES DE DISEÑO</u></b>	Las cantidades de materiales a ser empleados como valores de diseño serán:																																																													
		<table border="1"> <tr> <td>-</td> <td>Cemento</td> <td>=</td> <td>400.00</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>Agua de diseño</td> <td>=</td> <td>220</td> <td>lts/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>Arena</td> <td>=</td> <td>1204.26</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1824.26</td> <td></td> </tr> </table>						-	Cemento	=	400.00	kg/m <sup>3</sup>	-	Agua de diseño	=	220	lts/m <sup>3</sup>	-	Arena	=	1204.26	kg/m <sup>3</sup>				1824.26																																					
-	Cemento	=	400.00	kg/m <sup>3</sup>																																																											
-	Agua de diseño	=	220	lts/m <sup>3</sup>																																																											
-	Arena	=	1204.26	kg/m <sup>3</sup>																																																											
			1824.26																																																												
<b>14.00</b>	<b><u>CORRECCION POR HUMEDAD DE LA ARENA</u></b>	<table border="1"> <tr> <td colspan="8"><b>Peso húmedo de la arena</b></td> </tr> <tr> <td>1204.26</td> <td>x</td> <td>1.0193597</td> <td>=</td> <td>1227.57</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="8"><b>Humedad superficial de la arena</b></td> </tr> <tr> <td>1.936</td> <td>-</td> <td>1.163</td> <td>=</td> <td>0.773</td> <td>%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="8"><b>Aporte de humedad del:</b></td> </tr> <tr> <td>Arena</td> <td></td> <td>1204.26</td> <td>x</td> <td>0.0077304</td> <td>=</td> <td>9.309</td> <td>lt/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Agua efectiva</td> <td></td> <td>220</td> <td>-</td> <td>9.31</td> <td>=</td> <td>210.69</td> <td>lt/m<sup>3</sup></td> </tr> </table>						<b>Peso húmedo de la arena</b>								1204.26	x	1.0193597	=	1227.57	kg/m <sup>3</sup>			<b>Humedad superficial de la arena</b>								1.936	-	1.163	=	0.773	%			<b>Aporte de humedad del:</b>								Arena		1204.26	x	0.0077304	=	9.309	lt/m <sup>3</sup>	Agua efectiva		220	-	9.31	=	210.69	lt/m <sup>3</sup>
<b>Peso húmedo de la arena</b>																																																															
1204.26	x	1.0193597	=	1227.57	kg/m <sup>3</sup>																																																										
<b>Humedad superficial de la arena</b>																																																															
1.936	-	1.163	=	0.773	%																																																										
<b>Aporte de humedad del:</b>																																																															
Arena		1204.26	x	0.0077304	=	9.309	lt/m <sup>3</sup>																																																								
Agua efectiva		220	-	9.31	=	210.69	lt/m <sup>3</sup>																																																								
<b>15.00</b>	<b><u>PESOS DE LOS MATERIALES YA CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LA ARENA</u></b>	<table border="1"> <tr> <td>-</td> <td>Cemento</td> <td>=</td> <td>400.00</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>Agua efectiva</td> <td>=</td> <td>210.69</td> <td>lts/m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>Arena húmedo</td> <td>=</td> <td>1227.57</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1838.26</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						-	Cemento	=	400.00	kg/m <sup>3</sup>				-	Agua efectiva	=	210.69	lts/m <sup>3</sup>				-	Arena húmedo	=	1227.57	kg/m <sup>3</sup>							1838.26																												
-	Cemento	=	400.00	kg/m <sup>3</sup>																																																											
-	Agua efectiva	=	210.69	lts/m <sup>3</sup>																																																											
-	Arena húmedo	=	1227.57	kg/m <sup>3</sup>																																																											
			1838.26																																																												

**16.00 PROPORCION EN PESO**

La proporción en peso de los materiales sin corregir por humedad del agregado:

400.000	:	1204.256		220			
400.000		400.000		9.41			
1	:	3.011		23.38	L/ bolsa de cemento		

La proporción en peso de los materiales ya corregidos por humedad del agregado :

400.000	:	1227.570		210.691			
400.000		400.000		9.41			
1	:	3.069		22.39	L/ bolsa de cemento		0.527

**17.00 PESOS POR TANDA DE UN SACO**

-	Relación agua cemento de diseño	220	/	400.00	=	0.55
-	Relación agua cemento efectiva	210.69	/	400.00	=	0.53

Las cantidades de materiales por tanda de un saco de cemento seran:

-	Cemento	1	x	42.5	=	=	42.5	kg/saco
-	Agua efectiva						22.39	lts/saco
-	Arena humedo	3.069	x	42.5	=	=	130.43	kg/saco

**18.00 DOSIFICACION EN VOLUMEN**

- Arena

.	Peso suelto seco	=	=	1387.31	kg/m3	
.	Contenido de humedad	=	=	1.936	%	0.0194
-	<b>Pesos unitario de la arena</b>					
.	Arena humedo	1387.31	x	1.0194	=	1414.16 kg/m3
-	<b>Peso por pie cubico de la arena</b>					
.	De la arena	1414.16	/	35.315 pie3	=	40.04 kg/pie3
.	De la bolsa de cemento				=	42.5 kg/pie3
-	<b>Dosificación en volumen</b>					
.	Cemento	42.5	/	42.5	=	1 pie3
.	Arena	130.43	/	40.04	=	3.26 pie3

- Dosificación en volumen de obra, corregidos por humedad de la arena, equivalente a la dosificación en peso dado sera:

<b>Cemento</b>	:	<b>Arena</b>	:	<b>Agua efectiva</b>	
1	:	3.3	:	22.39	Litros / Saco o Bolsa de Cemento

**19.00 RECOMENDACIÓN DE LAS PROPORCIONES Y DOSIFICACIONES EN OBRA**

1 balde concretero	=	20 litros	=	0.02 m3	
1 Lampada standard	=	0.0035 m3			
1 Carretilla standard al ras	=	0.046 m3	=	2 baldes de 20 a 22 litros	

Tomando como referencia la dosificación en volumen tenemos que:

<b>La proporción de</b>	<b>1</b>	<b>:</b>	<b>3.3</b>	<b>:</b>	<b>22.39</b>	<b>Litros / Saco o Bolsa de Cemento</b>
	1		Bolsa de cemento de 1 pie3			
	3.3		pie3			
	22.39		Litros			





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



#### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS - NORMA ASTM C-39/ AASHTO T22

TESIS: "Análisis comparativo de la resistencia a la compresion de un mortero adicionado con cenizas de cascara de arroz con respecto a un mortero patron de calidad f'c = 175 Kg/Cm2"

TESISTAS: Edwin Alejandro Perez Zumaeta y Jose Abel Ochoa Ramirez

FECHA: -

#### ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS - 7 DIAS + 2.5% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

N° CODIGO DE PROBETA	DESCRIPCION	SLUMP	FECHA DE MUESTREO	EDAD DIAS	FECHA DE ROTURA	Diámetro (cm)	Área de Probeta (cm <sup>2</sup> )	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia del Concreto (Kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de falla	%
1	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	7	08/07/2020	15.0	176.7	27420	175	155.2	1	88.7
2	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	7	08/07/2020	15.0	176.7	26840	175	151.9	2	86.8
3	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	7	08/07/2020	15.0	176.7	25470	175	144.1	3	82.4
4	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	7	08/07/2020	15.0	176.7	25980	175	147.0	2	84.0
5	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	7	08/07/2020	15.0	176.7	26770	175	151.5	3	86.6
6	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	7	08/07/2020	15.0	176.7	25480	175	144.2	4	82.4
7	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	7	08/07/2020	15.0	176.7	27100	175	153.4	5	87.6
8	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	7	08/07/2020	15.0	176.7	25120	175	142.1	4	81.2

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

EDAD	COEFICIENTE A LA RESISTENCIA	RESISTENCIA NOMINAL															
		F' C = 140 (Kg)	F' C = 140	F' C = 175 (Kg)	F' C = 175	F' C = 180 (Kg)	F' C = 180	F' C = 210 (Kg)	F' C = 210	F' C = 245 (Kg)	F' C = 245	F' C = 280 (Kg)	F' C = 280	F' C = 350 (Kg)	F' C = 350	F' C = 450 (Kg)	F' C = 450
1	17%	4262.00	23,80	5338.00	29,80	5480.00	30,60	6394.00	35,70	7459.00	41,65	8525.00	47,60	10675.00	59,60	13700.00	76,49
2	34%	8525.00	47,60	10656.00	59,50	10780.00	61,20	12788.00	71,40	14920.00	83,31	17050.00	95,20	21313.00	119,00	27405.00	153,02
3	44%	11032.00	61,60	13790.00	77,00	14185.00	79,20	16548.00	92,40	19343.00	108,00	22065.00	123,20	27600.00	154,10	35460.00	197,99
7	68%	17051.00	95,20	21313.00	119,00	21922.00	122,40	25575.00	142,80	29874.00	166,80	34100.00	190,40	42625.00	238,00	54805.00	306,00
10	77%	19307.00	107,80	24142.00	134,80	24823.00	138,60	28960.00	161,70	33814.00	188,80	38614.00	215,60	48285.00	269,60	62060.00	346,51
14	86%	21564.00	120,40	26954.00	150,50	27725.00	154,80	32345.00	180,60	37736.00	210,70	43127.00	240,80	53909.00	301,00	69310.00	386,99
21	93%	23318.00	130,20	29086.00	162,40	29982.00	167,40	34978.00	195,30	40835.00	228,00	46638.00	260,40	58297.00	325,50	74950.00	418,48
28	100%	25074.00	140,00	31343.00	175,00	32238.00	180,00	37611.00	210,00	43880.00	245,00	50148.00	280,00	62685.00	350,00	80595.00	450,00

NOTA:

TABLA ELABORADA POR ACI

LIBRA A KILOGRAMOS

LIBRA X 0.4536

R28=X (1.56) + (89.6)



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



#### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS - NORMA ASTM C-39/ AASHTO T22

TESIS: "Análisis comparativo de la resistencia a la compresion de un mortero adicionado con cenizas de cascara de arroz con respecto a un mortero patron de calidad f'c = 175 Kg/Cm2"

TESISTAS: Edwin Alejandro Perez Zumaeta y Jose Abel Ochoa Ramirez

FECHA: -

#### ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS - 7 DIAS + 5% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

N° CODIGO DE PROBETA	DESCRIPCION	SLUMP	FECHA DE MUESTREO	EDAD DIAS	FECHA DE ROTURA	Diámetro (cm)	Área de Probeta (cm <sup>2</sup> )	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia del Concreto (Kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de falla	%
1	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	7	14/07/2020	15.0	176.7	27980	175	158.3	1	90.5
2	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	7	14/07/2020	15.0	176.7	26340	175	149.1	2	85.2
3	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	7	14/07/2020	15.0	176.7	26870	175	152.1	3	86.9
4	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	7	14/07/2020	15.0	176.7	27580	175	156.1	2	89.2
5	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	7	14/07/2020	15.0	176.7	28020	175	158.6	3	90.6
6	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	7	14/07/2020	15.0	176.7	27980	175	158.3	4	90.5
7	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	7	14/07/2020	15.0	176.7	28150	175	159.3	5	91.0
8	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	7	14/07/2020	15.0	176.7	26740	175	151.3	4	86.5

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

EDAD	COEFICIENTE A LA RESISTENCIA	RESISTENCIA NOMINAL															
		F' C = 140 (Kg)	F' C = 140	F' C = 175 (Kg)	F' C = 175	F' C = 180 (Kg)	F' C = 180	F' C = 210 (Kg)	F' C = 210	F' C = 245 (Kg)	F' C = 245	F' C = 280 (Kg)	F' C = 280	F' C = 350 (Kg)	F' C = 350	F' C = 450 (Kg)	F' C = 450
1	17%	4262.00	23,80	5338.00	29,80	5480.00	30,60	6394.00	35,70	7459.00	41,65	8525.00	47,60	10675.00	59,60	13700.00	76,49
2	34%	8525.00	47,60	10656.00	59,50	10780.00	61,20	12788.00	71,40	14920.00	83,31	17050.00	95,20	21313.00	119,00	27405.00	153,02
3	44%	11032.00	61,60	13790.00	77,00	14185.00	79,20	16548.00	92,40	19343.00	108,00	22065.00	123,20	27600.00	154,10	35460.00	197,99
7	68%	17051.00	95,20	21313.00	119,00	21922.00	122,40	25575.00	142,80	29874.00	166,80	34100.00	190,40	42625.00	238,00	54805.00	306,00
10	77%	19307.00	107,80	24142.00	134,80	24823.00	138,60	28960.00	161,70	33814.00	188,80	38614.00	215,60	48285.00	269,60	62060.00	346,51
14	86%	21564.00	120,40	26954.00	150,50	27725.00	154,80	32345.00	180,60	37736.00	210,70	43127.00	240,80	53909.00	301,00	69310.00	386,99
21	93%	23318.00	130,20	29086.00	162,40	29982.00	167,40	34978.00	195,30	40835.00	228,00	46638.00	260,40	58297.00	325,50	74950.00	418,48
28	100%	25074.00	140,00	31343.00	175,00	32238.00	180,00	37611.00	210,00	43880.00	245,00	50148.00	280,00	62685.00	350,00	80595.00	450,00

NOTA:

TABLA ELABORADA POR ACI

LIBRA A KILOGRAMOS

LIBRA X 0.4536

R28=X (1.56) + (89.6)



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UCAYALI

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS - NORMA ASTM C-39/ AASHTO T22

TESIS: "Análisis comparativo de la resistencia a la compresion de un mortero adicionado con cenizas de cascara de arroz con respecto a un mortero patron de calidad f'c = 175 Kg/Cm2"

TESISTAS: Edwin Alejandro Perez Zumaeta y Jose Abel Ochoa Ramirez

FECHA: -

#### ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS - 7 DIAS + 7.5% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

N° CODIGO DE PROBETA	DESCRIPCION	SLUMP	FECHA DE MUESTREO	EDAD DIAS	FECHA DE ROTURA	Diámetro (cm)	Área de Probeta (cm <sup>2</sup> )	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia del Concreto (Kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de falla	%
1	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	7	10/07/2020	15.0	176.7	30670	175	173.6	1	99.2
2	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	7	10/07/2020	15.0	176.7	29720	175	168.2	2	96.1
3	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	7	10/07/2020	15.0	176.7	28760	175	162.7	3	93.0
4	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	7	10/07/2020	15.0	176.7	28410	175	160.8	2	91.9
5	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	7	10/07/2020	15.0	176.7	29010	175	164.2	3	93.8
6	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	7	10/07/2020	15.0	176.7	28650	175	162.1	4	92.6
7	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	7	10/07/2020	15.0	176.7	30480	175	172.5	5	98.6
8	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	7	10/07/2020	15.0	176.7	28190	175	159.5	4	91.2

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

EDAD	COEFICIENTE A LA RESISTENCIA	RESISTENCIA NOMINAL															
		F' C = 140 (Kg)	F' C = 140	F' C = 175 (Kg)	F' C = 175	F' C = 180 (Kg)	F' C = 180	F' C = 210 (Kg)	F' C = 210	F' C = 245 (Kg)	F' C = 245	F' C = 280 (Kg)	F' C = 280	F' C = 350 (Kg)	F' C = 350	F' C = 450 (Kg)	F' C = 450
1	17%	4262.00	23,80	5338.00	29,80	5480.00	30,60	6394.00	35,70	7459.00	41,65	8525.00	47,60	10675.00	59,60	13700.00	76,49
2	34%	8525.00	47,60	10656.00	59,50	10780.00	61,20	12788.00	71,40	14920.00	83,31	17050.00	95,20	21313.00	119,00	27405.00	153,02
3	44%	11032.00	61,60	13790.00	77,00	14185.00	79,20	16548.00	92,40	19343.00	108,00	22065.00	123,20	27600.00	154,10	35460.00	197,99
7	68%	17051.00	95,20	21313.00	119,00	21922.00	122,40	25575.00	142,80	29874.00	166,80	34100.00	190,40	42625.00	238,00	54805.00	306,00
10	77%	19307.00	107,80	24142.00	134,80	24823.00	138,60	28960.00	161,70	33814.00	188,80	38614.00	215,60	48285.00	269,60	62060.00	346,51
14	86%	21564.00	120,40	26954.00	150,50	27725.00	154,80	32345.00	180,60	37736.00	210,70	43127.00	240,80	53909.00	301,00	69310.00	386,99
21	93%	23318.00	130,20	29086.00	162,40	29982.00	167,40	34978.00	195,30	40835.00	228,00	46638.00	260,40	58297.00	325,50	74950.00	418,48
28	100%	25074.00	140,00	31343.00	175,00	32238.00	180,00	37611.00	210,00	43880.00	245,00	50148.00	280,00	62685.00	350,00	80595.00	450,00

TABLA ELABORADA POR ACI

LIBRA A KILOGRAMOS      LIBRA X 0.4536      R28=X (1.56) + (89.6)





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



#### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS - NORMA ASTM C-39/ AASHTO T22

TESIS: "Análisis comparativo de la resistencia a la compresion de un mortero adicionado con cenizas de cascara de arroz con respecto a un mortero patron de calidad f'c = 175 Kg/Cm2"

TESISTAS: Edwin Alejandro Perez Zumaeta y Jose Abel Ochoa Ramirez

FECHA: -

#### ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS - 14 DIAS PATRON

N° CODIGO DE PROBETA	DESCRIPCION	SLUMP (")	FECHA DE MUESTREO	EDAD DIAS	FECHA DE ROTURA	Diámetro (cm)	Área de Probeta (cm <sup>2</sup> )	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia del Concreto (Kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de falla	%
1	DISEÑO DE MORTERO	3½	26/10/2019	14	09/11/2019	15.0	176.7	25000	175	141.5	1	80.8
2	DISEÑO DE MORTERO	3½	26/10/2019	14	09/11/2019	15.0	176.7	25540	175	144.5	2	82.6
3	DISEÑO DE MORTERO	3½	26/10/2019	14	09/11/2019	15.0	176.7	27520	175	155.7	3	89.0
4	DISEÑO DE MORTERO	3½	26/10/2019	14	09/11/2019	15.0	176.7	26440	175	149.6	2	85.5
5	DISEÑO DE MORTERO	3½	26/10/2019	14	09/11/2019	15.0	176.7	27410	175	155.1	1	88.6
6	DISEÑO DE MORTERO	3½	26/10/2019	14	09/11/2019	15.0	176.7	25390	175	143.7	4	82.1
7	DISEÑO DE MORTERO	3½	26/10/2019	14	09/11/2019	15.0	176.7	23360	175	132.2	4	75.5
8	DISEÑO DE MORTERO	3½	26/10/2019	14	09/11/2019	15.0	176.7	27410	175	155.1	3	88.6

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

EDAD	COEFICIENTE A LA RESISTENCIA	RESISTENCIA NOMINAL															
		F' C = 140 (Kg)	F' C = 140	F' C = 175 (Kg)	F' C = 175	F' C = 180 (Kg)	F' C = 180	F' C = 210 (Kg)	F' C = 210	F' C = 245 (Kg)	F' C = 245	F' C = 280 (Kg)	F' C = 280	F' C = 350 (Kg)	F' C = 350	F' C = 450 (Kg)	F' C = 450
1	17%	4262.00	23,80	5338.00	29,80	5480.00	30,60	6394.00	35,70	7459.00	41,65	8525.00	47,60	10675.00	59,60	13700.00	76,49
2	34%	8525.00	47,60	10656.00	59,50	10780.00	61,20	12788.00	71,40	14920.00	83,31	17050.00	95,20	21313.00	119,00	27405.00	153,02
3	44%	11032.00	61,60	13790.00	77,00	14185.00	79,20	16548.00	92,40	19343.00	108,00	22065.00	123,20	27600.00	154,10	35460.00	197,99
7	68%	17051.00	95,20	21313.00	119,00	21922.00	122,40	25575.00	142,80	29874.00	166,80	34100.00	190,40	42625.00	238,00	54805.00	306,00
10	77%	19307.00	107,80	24142.00	134,80	24823.00	138,60	28960.00	161,70	33814.00	188,80	38614.00	215,60	48285.00	269,60	62060.00	346,51
14	86%	21564.00	120,40	26954.00	150,50	27725.00	154,80	32345.00	180,60	37736.00	210,70	43127.00	240,80	53909.00	301,00	69310.00	386,99
21	93%	23318.00	130,20	29086.00	162,40	29982.00	167,40	34978.00	195,30	40835.00	228,00	46638.00	260,40	58297.00	325,50	74950.00	418,48
28	100%	25074.00	140,00	31343.00	175,00	32238.00	180,00	37611.00	210,00	43880.00	245,00	50148.00	280,00	62685.00	350,00	80595.00	450,00

NOTA:

TABLA ELABORADA POR ACI

LIBRA A KILOGRAMOS

LIBRA X 0.4536

R28=X (1.56) + (89.6)



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



#### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS - NORMA ASTM C-39/ AASHTO T22

TESIS: "Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un mortero adicionado con cenizas de cascara de arroz con respecto a un mortero patron de calidad f'c = 175 Kg/Cm<sup>2</sup>"

TESISTAS: Edwin Alejandro Perez Zumaeta y Jose Abel Ochoa Ramirez

FECHA: -

#### ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS - 14 DIAS + 2.5% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

N° CODIGO DE PROBETA	DESCRIPCION	SLUMP (")	FECHA DE MUESTREO	EDAD DIAS	FECHA DE ROTURA	Diámetro (cm)	Área de Probeta (cm <sup>2</sup> )	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia del Concreto (Kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de falla	%
1	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	14	15/07/2020	15.0	176.7	26930	175	152.4	1	87.1
2	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	14	15/07/2020	15.0	176.7	27410	175	155.1	2	88.6
3	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	14	15/07/2020	15.0	176.7	28300	175	160.1	3	91.5
4	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	14	15/07/2020	15.0	176.7	27240	175	154.1	2	88.1
5	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	14	15/07/2020	15.0	176.7	27960	175	158.2	1	90.4
6	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	14	15/07/2020	15.0	176.7	26820	175	151.8	4	86.7
7	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	14	15/07/2020	15.0	176.7	28060	175	158.8	4	90.7
8	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	14	15/07/2020	15.0	176.7	28190	175	159.5	3	91.2

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

EDAD	COEFICIENTE A LA RESISTENCIA	RESISTENCIA NOMINAL															
		F' C = 140 (Kg)	F' C = 140	F' C = 175 (Kg)	F' C = 175	F' C = 180 (Kg)	F' C = 180	F' C = 210 (Kg)	F' C = 210	F' C = 245 (Kg)	F' C = 245	F' C = 280 (Kg)	F' C = 280	F' C = 350 (Kg)	F' C = 350	F' C = 450 (Kg)	F' C = 450
1	17%	4262.00	23,80	5338.00	29,80	5480.00	30,60	6394.00	35,70	7459.00	41,65	8525.00	47,60	10675.00	59,60	13700.00	76,49
2	34%	8525.00	47,60	10656.00	59,50	10780.00	61,20	12788.00	71,40	14920.00	83,31	17050.00	95,20	21313.00	119,00	27405.00	153,02
3	44%	11032.00	61,60	13790.00	77,00	14185.00	79,20	16548.00	92,40	19343.00	108,00	22065.00	123,20	27600.00	154,10	35460.00	197,99
7	68%	17051.00	95,20	21313.00	119,00	21922.00	122,40	25575.00	142,80	29874.00	166,80	34100.00	190,40	42625.00	238,00	54805.00	306,00
10	77%	19307.00	107,80	24142.00	134,80	24823.00	138,60	28960.00	161,70	33814.00	188,80	38614.00	215,60	48285.00	269,60	62060.00	346,51
14	86%	21564.00	120,40	26954.00	150,50	27725.00	154,80	32345.00	180,60	37736.00	210,70	43127.00	240,80	53909.00	301,00	69310.00	386,99
21	93%	23318.00	130,20	29086.00	162,40	29982.00	167,40	34978.00	195,30	40835.00	228,00	46638.00	260,40	58297.00	325,50	74950.00	418,48
28	100%	25074.00	140,00	31343.00	175,00	32238.00	180,00	37611.00	210,00	43880.00	245,00	50148.00	280,00	62685.00	350,00	80595.00	450,00

NOTA:

TABLA ELABORADA POR ACI

LIBRA A KILOGRAMOS

LIBRA X 0.4536

R28=X (1.56) + (89.6)



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



#### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS - NORMA ASTM C-39/ AASHTO T22

TESIS: "Análisis comparativo de la resistencia a la compresion de un mortero adicionado con cenizas de cascara de arroz con respecto a un mortero patron de calidad f'c = 175 Kg/Cm2"

TESISTAS: Edwin Alejandro Perez Zumaeta y Jose Abel Ochoa Ramirez

FECHA: -

#### ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS - 14 DIAS + 5% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

N° CODIGO DE PROBETA	DESCRIPCION	SLUMP (")	FECHA DE MUESTREO	EDAD DIAS	FECHA DE ROTURA	Diámetro (cm)	Área de Probeta (cm <sup>2</sup> )	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia del Concreto (Kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de falla	%
1	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	14	21/07/2020	15.0	176.7	29640	175	167.7	1	95.8
2	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	14	21/07/2020	15.0	176.7	28260	175	159.9	2	91.4
3	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	14	21/07/2020	15.0	176.7	29870	175	169.0	3	96.6
4	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	14	21/07/2020	15.0	176.7	28100	175	159.0	2	90.9
5	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	14	21/07/2020	15.0	176.7	29010	175	164.2	1	93.8
6	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	14	21/07/2020	15.0	176.7	28930	175	163.7	4	93.5
7	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	14	21/07/2020	15.0	176.7	27710	175	156.8	4	89.6
8	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	14	21/07/2020	15.0	176.7	29890	175	169.1	3	96.7

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

EDAD	COEFICIENTE A LA RESISTENCIA	RESISTENCIA NOMINAL															
		F'c = 140 (Kg)	F'c = 140	F'c = 175 (Kg)	F'c = 175	F'c = 180 (Kg)	F'c = 180	F'c = 210 (Kg)	F'c = 210	F'c = 245 (Kg)	F'c = 245	F'c = 280 (Kg)	F'c = 280	F'c = 350 (Kg)	F'c = 350	F'c = 450 (Kg)	F'c = 450
1	17%	4262.00	23,80	5338.00	29,80	5480.00	30,60	6394.00	35,70	7459.00	41,65	8525.00	47,60	10675.00	59,60	13700.00	76,49
2	34%	8525.00	47,60	10656.00	59,50	10780.00	61,20	12788.00	71,40	14920.00	83,31	17050.00	95,20	21313.00	119,00	27405.00	153,02
3	44%	11032.00	61,60	13790.00	77,00	14185.00	79,20	16548.00	92,40	19343.00	108,00	22065.00	123,20	27600.00	154,10	35460.00	197,99
7	68%	17051.00	95,20	21313.00	119,00	21922.00	122,40	25575.00	142,80	29874.00	166,80	34100.00	190,40	42625.00	238,00	54805.00	306,00
10	77%	19307.00	107,80	24142.00	134,80	24823.00	138,60	28960.00	161,70	33814.00	188,80	38614.00	215,60	48285.00	269,60	62060.00	346,51
14	86%	21564.00	120,40	26954.00	150,50	27725.00	154,80	32345.00	180,60	37736.00	210,70	43127.00	240,80	53909.00	301,00	69310.00	386,99
21	93%	23318.00	130,20	29086.00	162,40	29982.00	167,40	34978.00	195,30	40835.00	228,00	46638.00	260,40	58297.00	325,50	74950.00	418,48
28	100%	25074.00	140,00	31343.00	175,00	32238.00	180,00	37611.00	210,00	43880.00	245,00	50148.00	280,00	62685.00	350,00	80595.00	450,00

NOTA:

TABLA ELABORADA POR ACI

LIBRA A KILOGRAMOS

LIBRA X 0.4536

R28=X (1.56) + (89.6)



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



#### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS - NORMA ASTM C-39/ AASHTO T22

TESIS: "Análisis comparativo de la resistencia a la compresion de un mortero adicionado con cenizas de cascara de arroz con respecto a un mortero patron de calidad f'c = 175 Kg/Cm2"

TESISTAS: Edwin Alejandro Perez Zumaeta y Jose Abel Ochoa Ramirez

FECHA: -

#### ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS - 14 DIAS + 7.5% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

N° CODIGO DE PROBETA	DESCRIPCION	SLUMP (")	FECHA DE MUESTREO	EDAD DIAS	FECHA DE ROTURA	Diámetro (cm)	Área de Probeta (cm2)	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm2)	Resistencia del Concreto (Kg/cm2)	tipo de falla	%
1	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	14	17/07/2020	15.0	176.7	29720	175	168.2	1	96.1
2	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	14	17/07/2020	15.0	176.7	30890	175	174.8	2	99.9
3	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	14	17/07/2020	15.0	176.7	29020	175	164.2	3	93.8
4	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	14	17/07/2020	15.0	176.7	30460	175	172.4	2	98.5
5	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	14	17/07/2020	15.0	176.7	31820	175	180.1	1	102.9
6	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	14	17/07/2020	15.0	176.7	30840	175	174.5	4	99.7
7	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	14	17/07/2020	15.0	176.7	29160	175	165.0	4	94.3
8	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	14	17/07/2020	15.0	176.7	31210	175	176.6	3	100.9

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

EDAD	COEFICIENTE A LA RESISTENCIA	RESISTENCIA NOMINAL															
		F' C = 140 (Kg)	F' C = 140	F' C = 175 (Kg)	F' C = 175	F' C = 180 (Kg)	F' C = 180	F' C = 210 (Kg)	F' C = 210	F' C = 245 (Kg)	F' C = 245	F' C = 280 (Kg)	F' C = 280	F' C = 350 (Kg)	F' C = 350	F' C = 450 (Kg)	F' C = 450
1	17%	4262.00	23,80	5338.00	29,80	5480.00	30,60	6394.00	35,70	7459.00	41,65	8525.00	47,60	10675.00	59,60	13700.00	76,49
2	34%	8525.00	47,60	10656.00	59,50	10780.00	61,20	12788.00	71,40	14920.00	83,31	17050.00	95,20	21313.00	119,00	27405.00	153,02
3	44%	11032.00	61,60	13790.00	77,00	14185.00	79,20	16548.00	92,40	19343.00	108,00	22065.00	123,20	27600.00	154,10	35460.00	197,99
7	68%	17051.00	95,20	21313.00	119,00	21922.00	122,40	25575.00	142,80	29874.00	166,80	34100.00	190,40	42625.00	238,00	54805.00	306,00
10	77%	19307.00	107,80	24142.00	134,80	24823.00	138,60	28960.00	161,70	33814.00	188,80	38614.00	215,60	48285.00	269,60	62060.00	346,51
14	86%	21564.00	120,40	26954.00	150,50	27725.00	154,80	32345.00	180,60	37736.00	210,70	43127.00	240,80	53909.00	301,00	69310.00	386,99
21	93%	23318.00	130,20	29086.00	162,40	29982.00	167,40	34978.00	195,30	40835.00	228,00	46638.00	260,40	58297.00	325,50	74950.00	418,48
28	100%	25074.00	140,00	31343.00	175,00	32238.00	180,00	37611.00	210,00	43880.00	245,00	50148.00	280,00	62685.00	350,00	80595.00	450,00

NOTA:

TABLA ELABORADA POR ACI

LIBRA A KILOGRAMOS

LIBRA X 0.4536

R28=X (1.56) + (89.6)



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**UCAYALI**

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS - NORMA ASTM C-39/ AASHTO T22

TESIS: "Análisis comparativo de la resistencia a la compresion de un mortero adicionado con cenizas de cascara de arroz con respecto a un mortero patron de calidad f'c = 175 Kg/Cm2"

TESISTAS: Edwin Alejandro Perez Zumaeta y Jose Abel Ochoa Ramirez

FECHA: -

#### ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS - 28 DIAS PATRON

N° CODIGO DE PROBETA	DESCRIPCION	SLUMP	FECHA DE MUESTREO	EDAD DIAS	FECHA DE ROTURA	Diámetro (cm)	Área de Probeta (cm <sup>2</sup> )	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia del Concreto (Kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de falla	%
1	DISEÑO DE MORTERO	3/2	26/10/2019	28	23/11/2019	15.0	176.7	31550	175	178.5	1	102.0
2	DISEÑO DE MORTERO	3/2	26/10/2019	28	23/11/2019	15.0	176.7	33170	175	187.7	2	107.3
3	DISEÑO DE MORTERO	3/2	26/10/2019	28	23/11/2019	15.0	176.7	32560	175	184.3	3	105.3
4	DISEÑO DE MORTERO	3/2	26/10/2019	28	23/11/2019	15.0	176.7	31860	175	180.3	2	103.0
5	DISEÑO DE MORTERO	3/2	26/10/2019	28	23/11/2019	15.0	176.7	30980	175	175.3	1	100.2
6	DISEÑO DE MORTERO	3/2	26/10/2019	28	23/11/2019	15.0	176.7	30820	175	174.4	4	99.7
7	DISEÑO DE MORTERO	3/2	26/10/2019	28	23/11/2019	15.0	176.7	33810	175	191.3	4	109.3
8	DISEÑO DE MORTERO	3/2	26/10/2019	28	23/11/2019	15.0	176.7	32210	175	182.3	4	104.2

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

EDAD	COEFICIENTE A LA RESISTENCIA	RESISTENCIA NOMINAL															
		F' C = 140 (Kg)	F' C = 140	F' C = 175 (Kg)	F' C = 175	F' C = 180 (Kg)	F' C = 180	F' C = 210 (Kg)	F' C = 210	F' C = 245 (Kg)	F' C = 245	F' C = 280 (Kg)	F' C = 280	F' C = 350 (Kg)	F' C = 350	F' C = 450 (Kg)	F' C = 450
1	17%	4262.00	23,80	5338.00	29,80	5480.00	30,60	6394.00	35,70	7459.00	41,65	8525.00	47,60	10675.00	59,60	13700.00	76,49
2	34%	8525.00	47,60	10656.00	59,50	10780.00	61,20	12788.00	71,40	14920.00	83,31	17050.00	95,20	21313.00	119,00	27405.00	153,02
3	44%	11032.00	61,60	13790.00	77,00	14185.00	79,20	16548.00	92,40	19343.00	108,00	22065.00	123,20	27600.00	154,10	35460.00	197,99
7	68%	17051.00	95,20	21313.00	119,00	21922.00	122,40	25575.00	142,80	29874.00	166,80	34100.00	190,40	42625.00	238,00	54805.00	306,00
10	77%	19307.00	107,80	24142.00	134,80	24823.00	138,60	28960.00	161,70	33814.00	188,80	38614.00	215,60	48285.00	269,60	62060.00	346,51
14	86%	21564.00	120,40	26954.00	150,50	27725.00	154,80	32345.00	180,60	37736.00	210,70	43127.00	240,80	53909.00	301,00	69310.00	386,99
21	93%	23318.00	130,20	29086.00	162,40	29982.00	167,40	34978.00	195,30	40835.00	228,00	46638.00	260,40	58297.00	325,50	74950.00	418,48
28	100%	25074.00	140,00	31343.00	175,00	32238.00	180,00	37611.00	210,00	43880.00	245,00	50148.00	280,00	62685.00	350,00	80595.00	450,00

NOTA: TABLA ELABORADA POR ACI

LIBRA A KILOGRAMOS

LIBRA X 0.4536

R28=X (1.56) + (89.6)



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



#### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS - NORMA ASTM C-39/ AASHTO T22

TESIS: "Análisis comparativo de la resistencia a la compresion de un mortero adicionado con cenizas de cascara de arroz con respecto a un mortero patron de calidad f'c = 175 Kg/Cm2"

TESISTAS: Edwin Alejandro Perez Zumaeta y Jose Abel Ochoa Ramirez

FECHA: -

#### ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS - 28 DIAS + 2.5% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

N° CODIGO DE PROBETA	DESCRIPCION	SLUMP	FECHA DE MUESTREO	EDAD DIAS	FECHA DE ROTURA	Diámetro (cm)	Área de Probeta (cm <sup>2</sup> )	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia del Concreto (Kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de falla	%
1	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	28	29/07/2020	15.0	176.7	33830	175	191.4	1	109.4
2	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	28	29/07/2020	15.0	176.7	34000	175	192.4	2	109.9
3	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	28	29/07/2020	15.0	176.7	33620	175	190.2	3	108.7
4	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	28	29/07/2020	15.0	176.7	34860	175	197.3	2	112.7
5	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	28	29/07/2020	15.0	176.7	32070	175	181.5	1	103.7
6	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	28	29/07/2020	15.0	176.7	33440	175	189.2	4	108.1
7	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	28	29/07/2020	15.0	176.7	34790	175	196.9	4	112.5
8	DISEÑO DE MORTERO	3	01/07/2020	28	29/07/2020	15.0	176.7	32990	175	186.7	4	106.7

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

EDAD	COEFICIENTE A LA RESISTENCIA	RESISTENCIA NOMINAL															
		F' C = 140 (Kg)	F' C = 140	F' C = 175 (Kg)	F' C = 175	F' C = 180 (Kg)	F' C = 180	F' C = 210 (Kg)	F' C = 210	F' C = 245 (Kg)	F' C = 245	F' C = 280 (Kg)	F' C = 280	F' C = 350 (Kg)	F' C = 350	F' C = 450 (Kg)	F' C = 450
1	17%	4262.00	23,80	5338.00	29,80	5480.00	30,60	6394.00	35,70	7459.00	41,65	8525.00	47,60	10675.00	59,60	13700.00	76,49
2	34%	8525.00	47,60	10656.00	59,50	10780.00	61,20	12788.00	71,40	14920.00	83,31	17050.00	95,20	21313.00	119,00	27405.00	153,02
3	44%	11032.00	61,60	13790.00	77,00	14185.00	79,20	16548.00	92,40	19343.00	108,00	22065.00	123,20	27600.00	154,10	35460.00	197,99
7	68%	17051.00	95,20	21313.00	119,00	21922.00	122,40	25575.00	142,80	29874.00	166,80	34100.00	190,40	42625.00	238,00	54805.00	306,00
10	77%	19307.00	107,80	24142.00	134,80	24823.00	138,60	28960.00	161,70	33814.00	188,80	38614.00	215,60	48285.00	269,60	62060.00	346,51
14	86%	21564.00	120,40	26954.00	150,50	27725.00	154,80	32345.00	180,60	37736.00	210,70	43127.00	240,80	53909.00	301,00	69310.00	386,99
21	93%	23318.00	130,20	29086.00	162,40	29982.00	167,40	34978.00	195,30	40835.00	228,00	46638.00	260,40	58297.00	325,50	74950.00	418,48
28	100%	25074.00	140,00	31343.00	175,00	32238.00	180,00	37611.00	210,00	43880.00	245,00	50148.00	280,00	62685.00	350,00	80595.00	450,00

NOTA:

LIBRA A KILOGRAMOS

LIBRA X 0.4536

TABLA ELABORADA POR ACI

R28=X (1.56) + (89.6)



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



#### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS - NORMA ASTM C-39/ AASHTO T22

TESIS: "Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un mortero adicionado con cenizas de cascara de arroz con respecto a un mortero patron de calidad  $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ "

TESISTAS: Edwin Alejandro Perez Zumaeta y Jose Abel Ochoa Ramirez

FECHA: -

#### ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS - 28 DIAS + 5% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

N° CODIGO DE PROBETA	DESCRIPCION	SLUMP	FECHA DE MUESTREO	EDAD DIAS	FECHA DE ROTURA	Diámetro (cm)	Área de Probeta (cm <sup>2</sup> )	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia del Concreto (Kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de falla	%
1	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	28	04/08/2020	15.0	176.7	35260	175	199.5	1	114.0
2	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	28	04/08/2020	15.0	176.7	34950	175	197.8	2	113.0
3	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	28	04/08/2020	15.0	176.7	33010	175	186.8	3	106.7
4	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	28	04/08/2020	15.0	176.7	34340	175	194.3	2	111.0
5	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	28	04/08/2020	15.0	176.7	33670	175	190.5	1	108.9
6	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	28	04/08/2020	15.0	176.7	34090	175	192.9	4	110.2
7	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	28	04/08/2020	15.0	176.7	35680	175	201.9	4	115.4
8	DISEÑO DE MORTERO	2½	07/07/2020	28	04/08/2020	15.0	176.7	34740	175	196.6	4	112.3

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

EDAD	COEFICIENTE A LA RESISTENCIA	RESISTENCIA NOMINAL															
		F'c = 140 (Kg)	F'c = 140	F'c = 175 (Kg)	F'c = 175	F'c = 180 (Kg)	F'c = 180	F'c = 210 (Kg)	F'c = 210	F'c = 245 (Kg)	F'c = 245	F'c = 280 (Kg)	F'c = 280	F'c = 350 (Kg)	F'c = 350	F'c = 450 (Kg)	F'c = 450
1	17%	4262.00	23,80	5338.00	29,80	5480.00	30,60	6394.00	35,70	7459.00	41,65	8525.00	47,60	10675.00	59,60	13700.00	76,49
2	34%	8525.00	47,60	10656.00	59,50	10780.00	61,20	12788.00	71,40	14920.00	83,31	17050.00	95,20	21313.00	119,00	27405.00	153,02
3	44%	11032.00	61,60	13790.00	77,00	14185.00	79,20	16548.00	92,40	19343.00	108,00	22065.00	123,20	27600.00	154,10	35460.00	197,99
7	68%	17051.00	95,20	21313.00	119,00	21922.00	122,40	25575.00	142,80	29874.00	166,80	34100.00	190,40	42625.00	238,00	54805.00	306,00
10	77%	19307.00	107,80	24142.00	134,80	24823.00	138,60	28960.00	161,70	33814.00	188,80	38614.00	215,60	48285.00	269,60	62060.00	346,51
14	86%	21564.00	120,40	26954.00	150,50	27725.00	154,80	32345.00	180,60	37736.00	210,70	43127.00	240,80	53909.00	301,00	69310.00	386,99
21	93%	23318.00	130,20	29086.00	162,40	29982.00	167,40	34978.00	195,30	40835.00	228,00	46638.00	260,40	58297.00	325,50	74950.00	418,48
28	100%	25074.00	140,00	31343.00	175,00	32238.00	180,00	37611.00	210,00	43880.00	245,00	50148.00	280,00	62685.00	350,00	80595.00	450,00

NOTA:

TABLA ELABORADA POR ACI

LIBRA A KILOGRAMOS

LIBRA X 0.4536

$R_{28} = X (1.56) + (89.6)$



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



#### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS - NORMA ASTM C-39/ AASHTO T22

TESIS: "Análisis comparativo de la resistencia a la compresion de un mortero adicionado con cenizas de cascara de arroz con respecto a un mortero patron de calidad f'c = 175 Kg/Cm<sup>2</sup>"

TESISTAS: Edwin Alejandro Perez Zumaeta y Jose Abel Ochoa Ramirez

FECHA: -

#### ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS - 28 DIAS + 7.5% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

N° CODIGO DE PROBETA	DESCRIPCION	SLUMP	FECHA DE MUESTREO	EDAD DIAS	FECHA DE ROTURA	Diámetro (cm)	Área de Probeta (cm <sup>2</sup> )	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia del Concreto (Kg/cm <sup>2</sup> )	tipo de falla	%
1	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	28	31/07/2020	15.0	176.7	36120	175	204.4	1	116.8
2	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	28	31/07/2020	15.0	176.7	36050	175	204.0	2	116.6
3	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	28	31/07/2020	15.0	176.7	34980	175	197.9	3	113.1
4	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	28	31/07/2020	15.0	176.7	36250	175	205.1	2	117.2
5	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	28	31/07/2020	15.0	176.7	35020	175	198.2	1	113.2
6	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	28	31/07/2020	15.0	176.7	35540	175	201.1	4	114.9
7	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	28	31/07/2020	15.0	176.7	36430	175	206.2	4	117.8
8	DISEÑO DE MORTERO	2	03/07/2020	28	31/07/2020	15.0	176.7	38010	175	215.1	4	122.9

#### RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

EDAD	COEFICIENTE A LA RESISTENCIA	RESISTENCIA NOMINAL															
		F' C = 140 (Kg)	F' C = 140	F' C = 175 (Kg)	F' C = 175	F' C = 180 (Kg)	F' C = 180	F' C = 210 (Kg)	F' C = 210	F' C = 245 (Kg)	F' C = 245	F' C = 280 (Kg)	F' C = 280	F' C = 350 (Kg)	F' C = 350	F' C = 450 (Kg)	F' C = 450
1	17%	4262.00	23,80	5338.00	29,80	5480.00	30,60	6394.00	35,70	7459.00	41,65	8525.00	47,60	10675.00	59,60	13700.00	76,49
2	34%	8525.00	47,60	10656.00	59,50	10780.00	61,20	12788.00	71,40	14920.00	83,31	17050.00	95,20	21313.00	119,00	27405.00	153,02
3	44%	11032.00	61,60	13790.00	77,00	14185.00	79,20	16548.00	92,40	19343.00	108,00	22065.00	123,20	27600.00	154,10	35460.00	197,99
7	68%	17051.00	95,20	21313.00	119,00	21922.00	122,40	25575.00	142,80	29874.00	166,80	34100.00	190,40	42625.00	238,00	54805.00	306,00
10	77%	19307.00	107,80	24142.00	134,80	24823.00	138,60	28960.00	161,70	33814.00	188,80	38614.00	215,60	48285.00	269,60	62060.00	346,51
14	86%	21564.00	120,40	26954.00	150,50	27725.00	154,80	32345.00	180,60	37736.00	210,70	43127.00	240,80	53909.00	301,00	69310.00	386,99
21	93%	23318.00	130,20	29086.00	162,40	29982.00	167,40	34978.00	195,30	40835.00	228,00	46638.00	260,40	58297.00	325,50	74950.00	418,48
28	100%	25074.00	140,00	31343.00	175,00	32238.00	180,00	37611.00	210,00	43880.00	245,00	50148.00	280,00	62685.00	350,00	80595.00	450,00

NOTA:

TABLA ELABORADA POR ACI

LIBRA A KILOGRAMOS

LIBRA X 0.4536

R28=X (1.56) + (89.6)