

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL  
CONCRETO CON ADICIÓN DE ASERRÍN**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES**

**AUTOR: BR. CIGUEÑAS CABRERA, PABLO CESAR**

**ASESOR: ING. DURAND ORELLANA, ROCÍO DEL PILAR**

**TRUJILLO - PERÚ**

**2020**

**JURADO CALIFICADOR**

.....

**ING.MANUEL VILLALOBOS VARGAS**

**CIP: 9133**

**PRESIDENTE**

.....

**ING.AUGUSTO VEJARANO GELDRES**

**CIP: 91982**

**SECRETARIO**

.....

**ING.EIREN REBAZA SÁNCHEZ**

**CIP: 75984**

**VOCAL**

.....

**ING.ROCÍO DURAND ORELLANA**

**CIP: 60518**

**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por guiarme por el buen camino, por no abandonarme, por hacerme fuerte y no dejarme caer.

A mi madre Mirta por siempre estar a mi lado, en las buenas y en las malas. Siempre te agradeceré por lo que soy en esta vida, por haberme criado de esa manera tan distinta y perfecta para mí.

A mi padre Jenner por siempre sentir su apoyo, su sacrificio y amor incondicional, por cada esfuerzo para poder cumplir mis objetivos, y por último a mis abuelos son su apoyo, amor y todo lo que me han enseñado, y por ser más que padres para mí.

**Br. CIGUEÑAS CABRERA PABLO CESAR**

## **AGRADECIMIENTO**

**A:**

**DIOS:**

Por estar con nosotros, por brindarnos salud, protección y sabiduría para guiarnos por el buen camino y permitirnos lograr esta meta.

**PADRES:**

Por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida y sobre todo en mi formación profesional, por la confianza, apoyo moral y económico que me permitió alcanzar este objetivo

**DR. ING. ROCÍO DEL PILAR DURAND ORELLANA:**

Por su valiosa asesoría, colaboración, tiempo y aporte brindado en el presente trabajo.

## RESUMEN

En esta investigación se estudia los concretos preparados con diferentes porcentajes de Aserrín (0.5%; 1.0%), en base a un concreto patrón (C.P) con el objetivo principal de determinar la variación del comportamiento mecánico(propiedades) del concreto con adición de aserrín, con respecto al diseño del concreto patrón.

Para esto, se propuso diseño el concreto según la metodología propuesta por el ACI 211. Para las resistencias a la compresión de 210kg/cm<sup>2</sup>, utilizando dos dosificaciones de aserrín (0.5%, 1%), con respecto al volumen del concreto en peso de cemento para cada resistencia, con las que se establecieron del concreto como propiedades del concreto como su resistencia.

Después de tener las dosificaciones adecuadas, se procedió a realizar el preparado de cada una de las dosificaciones, realizando los siguientes ensayos al concreto en estado fresco: asentamiento (Slump), temperatura; posteriormente se realizaron ensayos al concreto en estado endurecido: resistencia a la compresión a 24 horas, 3 , 7 y 28 días de edad, como resultado del proceso de análisis de resistencia a la compresión se logró conocer que el porcentaje más óptimo de Aserrín (0.5%), es con el cual se obtiene un mejor comportamiento de las propiedades. Cabe resaltar que el cemento que se utilizo fue Cemento Pacasmayo Extraforte Rojo y el aserrín se obtuvo de la madera tornillo.

Como conclusión final se obtuvo que el concreto con adición de aserrín de 0.5% mejora en un 12% la resistencia a la compresión y la adición de aserrín de 1.0% solo mejora en 1.8%, además la adición de aserrín en porcentajes de 0.5 y 1.0% disminuye el asentamiento del concreto en 20 % y 40 % respectivamente debido al gran poder de absorción que tiene el Aserrín.

Palabras clave: concreto, Aserrín, Dosificaciones de Aserrín, Slump, Resistencia a la compresión.

## ABSTRACT

This research studies the concretes prepared with different percentages of Sawdust (0.5%; 1.0%), based on a standard concrete (PC) with the main objective of determining the variation of the mechanical behavior (properties) of the concrete with the addition of sawdust. , regarding the design of the concrete pattern.

For this, concrete design was proposed according to the methodology proposed by ACI 211. For compressive strengths of 210kg / cm<sup>2</sup>, using two dosages of sawdust (0.5%, 1%), with respect to the volume of concrete by weight of cement for each resistance, with which concrete as concrete properties such as its resistance were established.

After having the appropriate dosages, the preparation of each of the dosages was carried out, carrying out the following tests on the concrete in the fresh state: settlement (Slump), temperature; Subsequently, tests were carried out on the concrete in the hardened state: resistance to compression at 24 hours, 3, 7 and 28 days of age, as a result of the process of analysis of resistance to compression, it was known that the most optimal percentage of sawdust (0.5 %), is with which a better performance of the properties is obtained. It should be noted that the cement used was Pacasmayo Extraforte Red Cement and the sawdust was obtained from the screw wood.

As a final conclusion it was obtained that the concrete with the addition of sawdust of 0.5% improves the compressive strength by 12% and the addition of sawdust of 1.0% only improves by 1.8%, in addition the addition of sawdust in percentages of 0.5 and 1.0 % decreases concrete settlement by 20% and 40% respectively due to the high absorption power of concrete.  
Key words: concrete, Sawdust, Sawdust Dosages, Slump, Compressive strength.

## **PRESENTACIÓN**

**Señores Miembros del Jurado:**

Dando cumplimiento y conforme a las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos y Reglamento de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, se pone a vuestra consideración el Informe del Trabajo de Investigación Titulado:

“DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE ASERRÍN”

El contenido del presente trabajo ha sido desarrollado tomándose en cuenta los lineamientos establecidos en el Curso de Titulación Extraordinaria y los conocimientos adquiridos durante nuestra formación personal, junto a información obtenida de otras investigaciones, con la convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen.

**Atentamente,**

Br. Pablo Cigueñas Cabrera

Trujillo, Julio del 2020.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	5
ABSTRACT .....	6
PRESENTACIÓN.....	7
<b>INTRODUCCION</b> .....	14
1.1. Planteamiento de la investigación .....	14
a. Descripción de la realidad problemática.....	14
b. Descripción del problema.....	14
c. Formulación del problema.....	14
1.2. Objetivos de la investigación .....	15
1.2.1. Objetivo general .....	15
1.2.2. Objetivos específicos.....	15
1.3. Justificación de la Investigación.....	15
<b>II. MARCO DE REFERENCIA</b> .....	15
2.1. Antecedentes del estudio .....	15
2.2. Marco Teórico .....	20
2.2.1. Método ACI 211 .....	20
2.2.2. ASERRÍN DE MADERA.....	22
2.3. Marco Conceptual .....	23
2.4. Hipótesis .....	24
2.5. Variables e Indicadores (Cuadro de Operacionalización de Variables).....	24
2.5.1. Variable Dependiente .....	24
2.5.2. Variable Independiente .....	24
2.5.3. Operacionalización de Variables.....	25
<b>III. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	25
3.1. Tipo y nivel de la investigación.....	25
3.2. Población y Muestra del estudio.....	25
3.2.1. Población.....	25
3.2.2. Muestra.....	25
3.3. Diseño de investigación .....	25
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	26
3.5. Procesamiento y análisis de datos .....	26
3.5.1. Recolección de Materiales .....	26
3.5.2. Ensayos de Laboratorio a los Agregados.....	27
3.5.2.1 Análisis Granulométrico .....	28
3.5.2.1.1 Descripción .....	28
3.5.2.1.2 Procedimiento.....	28
3.5.2.1.3 Materiales .....	29



3.5.2.1.4 Limites Granulométricos .....	30
3.5.3. Ensayo de Peso Específico y Absorción (NTP 400.021) .....	30
3.5.3.1 Descripción .....	30
3.5.3.2 Procedimiento .....	31
3.5.3.2.1 Agregado Grueso .....	31
3.5.3.2.2 Agregado Fino .....	32
3.5.3.3 Materiales .....	34
3.5.4 Peso Unitario (NTP 400.017) .....	34
3.5.4.1 Descripción .....	34
3.5.4.2 Procedimiento .....	34
3.5.3.3 Materiales .....	36
3.5.5 Diseño de Mezclas .....	36
3.5.5.1 Información Requerida para el Diseño de Mezclas .....	36
3.5.5.2 Pasos para el Proporcionamiento .....	37
3.5.5.3 Pasos para procedimiento del diseño de mezclas de concreto método ACI 211 .....	38
3.5.6 Determinación del Asentamiento Del Concreto Fresco NTP (339.035) .....	42
3.5.6.1 Descripción .....	42
3.5.6.2 Procedimiento .....	42
3.5.6.3 Materiales .....	44
3.5.7 Elaboración de las Probetas de Concreto .....	44
3.5.7.1 Descripción .....	44
3.5.7.2 Procedimiento .....	45
3.5.7.3 Materiales .....	46
3.5.8. Desmoldado de Probetas (Norma ASTM C-31) .....	47
3.5.8.1 Procedimiento .....	47
3.5.9. Curado (Norma ASTM C-31) .....	48
3.5.9.1 Procedimiento .....	48
.....	49
3.5.10. Ensayo de la Resistencia a la Compresión (NTP 339.034) .....	49
3.5.10.1 Descripción .....	49
3.5.10.2 Procedimiento .....	49
3.5.10.3 Materiales .....	50
3.5.11. Ensayo de la Resistencia al Desgaste o Abrasión (NTP 400.019 - NTP 400.019) .....	51
.....	51
3.5.11.1 Descripción .....	51
3.5.11.2 Procedimiento .....	52
3.5.7 ENSAYO QUÍMICO DEL ASERRÍN .....	53

<b>IV. RESULTADOS</b> .....	54
4.1. Análisis e interpretación de los resultados.....	54
4.1.1. Análisis Granulométrico .....	54
4.1.2.1 Agregado Grueso .....	54
4.1.2.2 Agregado Fino .....	56
4.1.2. Peso Unitario Suelto y Compactado de los Agregados .....	58
4.1.2.1 Agregado Fino .....	58
4.1.2.2 Agregado Grueso .....	59
4.1.3. Gravedad Específica y Absorción de los agregados .....	61
4.1.3.1 Agregado Fino .....	61
4.1.3.2 Agregado Grueso .....	62
4.1.3. Diseño de Mezcla .....	63
4.1.4. Resultados del concreto en estado fresco .....	67
4.1.5. Resultados del concreto en estado endurecido.....	68
4.2. Prueba de Hipótesis .....	90
<b>V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	91
<b>CONCLUSIONES</b> .....	93
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	95
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	96
<b>ANEXOS</b> .....	98

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables .....	25
Tabla 2: Límites granulométricos para el agregado fino.....	30
Tabla 3: Capacidad del Recipiente .....	35
Tabla 4: Modelo de datos para el diseño de Mezclas .....	37
Tabla 5: Tabla 6.3.3; Diseño de mezclas de concreto – IMCYC .....	38
Tabla 6: Tabla 6.3.3; Diseño de mezclas de concreto – IMCYC- NTP339.046 .....	39
Tabla 7: Tabla 6.3.4 (a); Diseño de mezclas de concreto – IMCYC- NTP 339.034.....	40
Tabla 8: Tabla 6.3.4 (b); Diseño de mezclas de concreto – IMCYC-.....	40
Tabla 9: Tabla 6.3.6; Diseño de mezclas de concreto – IMCYC- NTP 34.045 .....	41
Tabla 10 : Asentamiento del Concreto.....	43
Tabla 11: Carga Abrasiva para el Agregado Grueso .....	52
Tabla 12: Cálculos del Agregado Grueso .....	54
Tabla 13: Límites granulométricos para agregado grueso .....	55
Tabla 14: Cálculos del Agregado Fino.....	56
Tabla 15: Límites granulométricos para agregado fino .....	57
Tabla 16: Peso Unitario Suelto Y Compactado De Los Agregados – A. Fino .....	59
Tabla 17: Peso Unitario Suelto Y Compactado De Los Agregados – A. Grueso.....	60
Tabla 18: Pesos Iniciales Y Pesos Secos Del A. Fino .....	61
Tabla 19: Pesos Iniciales Y Pesos Secos Del Agregado Grueso.....	62
Tabla 20: Resultados en estado fresco con concreto patrón .....	67
Tabla 21: Dosificaciones de Concreto para Diseño de Mezcla .....	67
Tabla 22: Resultados en estado fresco con concreto patrón con adición de aserrín.....	68
Tabla 23: Resultados de roturas de probetas de concreto patrón a 24 h.....	68
Tabla 24: Resultados del promedio de la resistencia del concreto patrón a 24h.....	69
Tabla 25: Resultados de roturas de probetas de concreto patrón a 3 días .....	70
Tabla 26: Resultados del promedio de la resistencia del concreto patrón a 3 días.....	70
Tabla 27: Resultados de roturas de probetas de concreto patrón a 7 días .....	71
Tabla 28: Resultados del promedio de la resistencia del concreto patrón a 7 días.....	72
Tabla 29: Resultados de roturas de probetas de concreto patrón a 28 días .....	73
Tabla 30: Resultados del promedio de la resistencia del concreto patrón a 28 días.....	73
Tabla 31: Resultados de roturas de probetas de concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 24 H .....	75
Tabla 32: Resultados del promedio de la resistencia del concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 24 H.....	75

Tabla 33: Resultados de roturas de probetas de concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 3 días .....	76
Tabla 34: Resultados del promedio de la resistencia del concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 3 días .....	77
Tabla 35: Resultados de roturas de probetas de concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 7 días .....	78
Tabla 36: Resultados del promedio de la resistencia del concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 7 días .....	79
Tabla 37: Resultados de roturas de probetas de concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 28 días .....	80
Tabla 38: Resultados del promedio de la resistencia del concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 28 días .....	80
Tabla 39: Resultados de roturas de probetas de concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 24 H .....	82
Tabla 40: Resultados del promedio de la resistencia del concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 24 H.....	83
Tabla 41: Resultados de roturas de probetas de concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 3 días .....	84
Tabla 42: Resultados del promedio de la resistencia del concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 3 días .....	85
Tabla 43: Resultados de roturas de probetas de concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 7 días5 .....	86
Tabla 44: Resultados del promedio de la resistencia del concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 7 días .....	87
Tabla 45: Resultados de roturas de probetas de concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 28 días .....	88
Tabla 47: Resultados del promedio de la resistencia del concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 7 días .....	88
Tabla 48: Resultados del promedio de la resistencia del concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 28 días .....	88
Tabla 46: Resumen del Ensayo en estado endurecido del concreto.....	92

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ilustración De la Cantera El Milagro (Mapa Google Maps) .....	27
Figura 2: Ilustración de la entrada de la Cantera .....	27
Figura 3 y 4: Ilustración del tamizado de los agregados .....	30
Figura 5: Balanza Hidrostática NTP 339.139.....	32
Figura 6: Método del cono de arena NTP 339.143 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figura 7 y 8: Ilustración del Ensayo de Peso específico NTP 400.022 .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figura 9 y 10: Ilustración del Ensayo Peso Unitario NTP 400.017 .....	36
Figura 11 y 12: Ilustración del Ensayo de Cono de Abrams NTP 339.035.....	43
Figura 13, 14 y 15: Ilustración del Asentamiento – Slump NTP 339.035 .....	44
Figura 16, 17 y 18: Ilustración de la elaboración de las probetas NTP 339.033.....	46
Figura 19 y 20: Ilustración de desmoldación de Probetas NTP 339.033.....	47
Figura 21: Ilustración de Poza de curado NTP 339.033.....	48
Figura 22, 23 y 24: Ilustración Maquina de Ensayo NTP 339.034 .....	50
Figura 25, 26 y 27: Ilustración del Ensayo de Abrasión ASTM C-131.....	53
Figura 28: Gráfico del análisis granulométrico A. grueso.....	55
Figura 29: Grafico del análisis granulométrico A. fino.....	58
Figura 30: Desviación estándar concreto patrón a 24h de rotura.....	69
Figura 31: Desviación estándar concreto patrón a 3 días de rotura.....	71
Figura 32: Desviación estándar concreto patrón a 7 días de rotura.....	72
Figura 33: Desviación estándar concreto patrón a 28 días de rotura .....	74
Figura 34: Desviación estándar promedio de concreto patrón .....	74
Figura 35: Desviación estándar concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 24 H de rotura.....	76
Figura 36: Desviación estándar concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 3 días de rotura.....	77
Figura 37: Desviación estándar concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 7 días de rotura.....	79
Figura 38: Desviación estándar concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 28 días de rotura .....	81
Figura 39: Desviación estándar promedio de concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín.....	82
Figura 40: Desviación estándar concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 24 H de rotura.....	84
Figura 41: Desviación estándar concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 3 días de rotura.....	86
Figura 42: Desviación estándar concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 7 días de rotura.....	87
Figura 43: Desviación estándar concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 28 días de rotura .....	89
Figura 44: Desviación estándar promedio de concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín.....	89

## **INTRODUCCION**

### **1.1. Planteamiento de la investigación**

#### **a. Descripción de la realidad problemática**

El desarrollo económico, social y cultural de nuestro país ha afectado en el deterioro del medio ambiente. Nuestra sociedad en la actualidad tiene la tendencia hacia el desarrollo tecnológico e industrial y es a éste al que se atribuye, en gran parte, la producción de residuos contaminantes. Con esto surge la preocupación de minimizar estos residuos y/o en la medida en que sea posible aprovecharlos para la elaboración de nuevos productos (Serret, Giralt, Quintero, 2016)

Actualmente existe un gran número de industrias cuyo problema no es generar residuos peligrosos o altamente tóxicos, sino que el volumen de sus desechos, sólidos principalmente, es muy grande. Las industrias madereras se encuentran dentro del caso antes mencionado, Según un estudio podemos encontrar que hay más de 3500 aserraderos a nivel nacional y más de 50 en la Región la Libertad (Instituto Tecnológico de la Producción (ITP) - CITE madera Lima, 2018)

El residuo que estos aserraderos generan es el aserrín que, aunque no es tóxico ni altamente contaminante, se generan volúmenes bastante grandes y aunque no se tiene un dato certero de la cantidad de aserrín que producen los aserraderos anualmente en nuestro país, hay bastantes residuos que no son reutilizados, y han estado siendo perjudiciales para el cuidado del medio ambiente.

#### **b. Descripción del problema**

Es por ello que nace la idea de incorporar el aserrín en uno de los sectores más comercializados como es el sector construcción, y añadir este residuo a la elaboración de un concreto con la finalidad de determinar sus propiedades mecánicas con adición de aserrín.

#### **c. Formulación del problema**

¿En qué medida influenciará a la resistencia a la compresión, asentamiento del concreto, la adición de 0.5 % y 1.0% de aserrín respecto al volumen del concreto.?

## **1.2. Objetivos de la investigación**

### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar la influencia en el comportamiento mecánico del concreto con adición de aserrín.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Obtener las características de los agregados (A. Fino y A. Grueso) mediante ensayos experimentales acorde con la normatividad vigente.
- Obtener las características físicas y químicas del aserrín mediante el ensayo físico químico.
- Determinar las dosificaciones correctas del concreto para un diseño patrón de  $f'c = 210\text{kg/m}^2$  y otro adicionando 0.5%, 1.0% de aserrín del volumen del concreto
- Determinar y analizar las propiedades en estado fresco: Asentamiento
- Determinar y analizar la resistencia a la compresión

## **1.3. Justificación de la Investigación**

El presente proyecto de investigación se justifica de la siguiente manera: Académicamente porque permitirá realizar un análisis de las propiedades físicas y mecánicas que posee el concreto; determinando así las características específicas del concreto, en esta parte nos hemos basado en diferentes libros y tesis para poder elaborar un óptimo proyecto.

Se justifica socialmente porque el presente proyecto posee relevancia con la propuesta de adicionar al concreto nuevos materiales, por ejemplo, el aserrín de tal manera de aportar un nuevo conocimiento, además de contribuir al cuidado del medio ambiente.

Para el trabajo de investigación se emplearán todos los conocimientos adquiridos en los cinco años de estudio de la carrera de Ingeniería Civil.

## II. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Antecedentes del estudio

**Camac, R. (2012)** en su investigación para optar el título profesional titulada “**Influencia de la mezcla de aserrín-cemento en las propiedades de absorción, hinchamiento, y a la flexión estática de los tableros virola spp**” de la **Universidad Nacional del Centro del Perú** propuso como objetivo estudiar la influencia de las proporciones de la mezcla de aserrín de *Virola spp.* y Cemento Portland tipo I en las propiedades de absorción, hinchamiento y a la flexión estática, para lograr su objetivo se realizaron 4 proporciones (cemento/aserrín): A (60/40), B (70/30), C (80/20) y T (100/00), adicionando  $\text{CaCl}_2$  como agente mineralizante y utilizando una relación agua/cemento de 0.4. La metodología empleada para la determinación de las propiedades se basó en las Normas alemanas DIN 52.364 y 52.362; obteniendo los siguientes resultados: Absorción de humedad, para la proporción 60/40 a 2 horas de inmersión de 13.49% y 24 horas de inmersión de 16.64%; para la proporción 70/30 a 2 hrs. de 9.31% y 24 hrs 13.26 y para la proporción 80/20 a 2 hrs. de 3.07% y 24 hrs 4.57%. En Hinchamiento en espesor, para la proporción 60/40 a 2 horas de inmersión de 0.91% y 24 horas de inmersión de 1.20%; para la proporción 70/30 a 2 hrs. de 0.45% y 24 hrs 0.78% y para la proporción 80/20 a 2 hrs. de 0.22% y 24 hrs 0.44 %. Como conclusión se llegó a que hay una relación directa en el incremento de los valores de absorción e hinchamiento en las distintas proporciones de cemento y aserrín con el incremento de la cantidad de partículas de aserrín en la mezcla. Respecto a la Flexión Estática, para la proporción 60/40 se obtuvo un valor para el módulo de elasticidad de 18.38kg/cm<sup>2</sup> y en el módulo de ruptura de 32.32 kg/cm<sup>2</sup>; para la proporción 70/30 el módulo de elasticidad fue de 28.10 kg/cm<sup>2</sup> y en el módulo de ruptura de 40.68 kg/cm<sup>2</sup> y para la proporción 80/20 el módulo de elasticidad fue 41.61 kg/cm<sup>2</sup> y en el módulo de ruptura de 59.63 kg/cm<sup>2</sup>. También se concluyó que hay una relación indirecta en la disminución de los valores a la flexión estática en las distintas proporciones de cemento y aserrín con el incremento de la cantidad de partículas de aserrín en la mezcla. Tome como conclusión que la mejor manera para utilizar el aserrín era como un aditivo al concreto y no como parte del concreto reemplazando un poco del cemento, pues este ya tiene sus propiedades definidas.

**Galicia, M. & Velásquez, M. (2016)** en su investigación para optar el título profesional titulada “**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  $f'c= 210 \text{ Kg/m}^2$ " de la Universidad Andina del Cusco**

Propuso como objetivo Analizar comparativamente la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y consistencia de un concreto adicionado con diferentes porcentajes de ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a la resistencia a la compresión de un concreto patrón de calidad  $f'c= 210 \text{ kg/m}^2$  Para lo cual se empezó con el cálculo para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados a utilizar, luego se realizó la elaboración de testigos para ensayos de resistencias a la compresión y flexión; a través de estos ensayos determinamos si esta adición favorece a la resistencia a la compresión y flexión, se concluyó que finalmente se logró demostrar parcialmente la hipótesis general que dice: "La resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y consistencia de un concreto adicionado con diferentes porcentajes de ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho, mejora comparativamente con respecto a la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y consistencia de un concreto patrón de calidad  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ". Esta tesis me dio una idea de cómo plantear mi tesis y que buscar con mi hipótesis, y analizar comparativamente el concreto patrón y el concreto con adición este caso no de ceniza de rastrojo de maíz si no de aserrín.

**Sánchez, C. (2017) en su investigación para optar el título profesional titulada "Comportamiento del aserrín sobre la resistencia a la compresión, absorción, densidad y asentamiento del concreto para bloques en la construcción" de la Universidad Privada del Norte.** Propuso Investigar el comportamiento del aserrín como material particulado en bloques para la construcción de muros de mampostería sobre su resistencia a la compresión, asentamiento, absorción y densidad, para eso siguió el siguiente procedimiento. Se sustituyó arena por aserrín al 0%, 10%, 20%, 30%, 40% y 50% para cada diseño de mezcla. El concreto se diseñó para  $70 \text{ kg/cm}^2$  a base de Cemento Portland Compuesto Tipo ICo de la empresa Pacasmayo, arena y confitillo de la cantera "Los Mellizos" en el distrito de Huanchaco, una relación agua/cemento constante de 0.90 y aserrín de la "Maderera Santana S.A.C." ubicada en la Av. Miraflores, Trujillo. La caracterización de los agregados naturales y del aserrín se realizó bajo las Normas Técnicas Peruanas como el contenido de humedad (NTP 2 399.185), peso específico y absorción (NTP 400.022 y NTP 400.021), peso unitario (NTP 400.017) y granulometría (NTP 400.012). Se conformaron probetas cilíndricas de 10 cm de diámetro y 20 cm de alto; curadas a los 28 días

haciendo uso de una poza con hidróxido de calcio (NTP 339.183). Para determinar su resistencia a la compresión se empleó la norma NTP 339.034, para el asentamiento la NTP 339.035 y la NTP 339.187 para absorción y densidad. Con la aplicación del aserrín en el concreto, se produjo un concreto para bloques menos pesado, pero aumentando su grado de absorción y a su vez reduciendo el asentamiento y su resistencia a la compresión. El diseño patrón o mezcla con 0% de sustitución de arena por aserrín alcanzó una resistencia a la compresión de 108 kg/cm<sup>2</sup> , un asentamiento de 2 ¾”, una absorción de 6.1% y densidad de 2124 kg/m<sup>3</sup> . El diseño más óptimo del concreto para bloques portantes se dio al 30% de sustitución de arena por aserrín presentándose un valor de resistencia de 72 kg/cm<sup>2</sup> , asentamiento de 1”, absorción de 9.5% y densidad de 1916 kg/m<sup>3</sup> . Mientras que para el concreto aplicado en bloques no portantes se dio al 40% con una resistencia de 49 kg/cm<sup>2</sup> , asentamiento de ¾”, absorción de 10.7% y densidad de 1883 kg/m<sup>3</sup> . Esta tesis me sirvió para poder determinar que propiedades son las más adecuadas para poder analizar su comportamiento con la adición del aserrín.

**Carhuanambo, J.(2016), en su investigación para optar el título profesional facultad de ingeniería titulada “Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, Cajamarca 2016” de la Universidad Privada del Norte, Trujillo-Perú** propuso como objetivo determinar las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con 1.5%, 3.0% y 4.5% adición de viruta y 1.5%, 3.0% y 4.5% adición de aserrín de Eucalipto, para lograr su objetivo; Primero se realizó un análisis granulométrico, contenido de humedad y límites de atterberg al suelo que se deseaba emplear para verificar el cumplimiento de los requisitos para la elaboración de los adobes. Luego se realizó ensayos de proctor modificado: ensayo proctor para el suelo sin adición de fibras vegetales ensayo proctor de aserrín en sus respectivos porcentajes y ensayo proctor con adición de viruta de Eucalipto en sus respectivos porcentajes (0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%); Luego se procedió la elaboración de los adobes compactados de acuerdo a los porcentajes establecidos en esta investigación para finalmente ensayar los especímenes en el laboratorio de concreto de UPN Cajamarca, como resultado del proceso de análisis se obtuvo que la hipótesis se cumple parcialmente debido a que los ensayos demostraron que las unidades de adobe compactado con adición de viruta en sus diversos porcentajes obtuvieron una resistencia mínima de 28.04 kg/cm<sup>2</sup> cumpliendo la hipótesis; por otro lado las unidades de adobe compactado con adición de aserrín obtuvieron una resistencia mínima de 13.64 kg/cm<sup>2</sup>

demostrando lo contrario, ambas en compresión; mientras que en flexión las unidades de adobe compactado con adición de viruta tuvieron una resistencia mínima de 19.38 kg/cm<sup>2</sup> cumpliendo también la hipótesis y las unidades de adobe compactado con adición de aserrín tuvieron una resistencia mínima 9.81 kg/cm<sup>2</sup> demostrando lo contrario. Además, la propiedad física de dichos adobes con cualquier dosificación de fibra vegetal se mantiene constante en la resistencia a la absorción de agua.

**Bellido, L. (2018) en su investigación para optar el título profesional titulada “Propiedades mecánicas del concreto ligero con incorporación de virutas de madera” de la Universidad Nacional Agraria La Molina** propuso como objetivo realizar un estudio de las propiedades mecánicas del concreto ligero con incorporación de virutas de madera, para lograr su objetivo; primero se realizó la caracterización de agregados según la NTP 400.012.2001, la caracterización y mineralización de la viruta de madera; el diseño de mezcla por el método ACI211.1. El concreto se preparó para una resistencia de 17.5 MPa con las siguientes dosificaciones: concreto patrón (P1), concreto con 30 % de viruta (P1+F1), concreto con 60 % de viruta (P2+F2) y concreto con 90 % de viruta (P1+F3). Con esto, se prepararon 120 probetas de 8” de alto y 4” de diámetro, para ensayar la resistencia a la compresión y peso específico, 8 probetas de 12” de alto y 6” de diámetro para ensayarlas a la tracción a un y 8 probetas prismáticas de 10x10x40 cm para ensayarlas a la resistencia a la flexión a los tres puntos. Las virutas de madera fueron pesadas antes y después de la mineralización para obtener la variación en el porcentaje de humedad y peso específico por los tratamientos, luego fueron tamizadas para separar las virutas y el aserrín. Además, para cada mezcla se realizó el ensayo de asentamiento, para poder determinar la trabajabilidad en cada porcentaje de viruta de madera añadida. Al finalizar, se hizo una prueba de hipótesis utilizando el software R, esto para poder verificar el tipo de concreto que cumpla con la especificación de peso específico para concreto ligero con resistencia moderada. De esta investigación se concluye que al incorporar virutas de madera se puede disminuir el peso específico hasta un máximo de 71.26 % y cumple con las especificaciones de resistencia a la compresión para concreto ligero de resistencia moderada. Además, se redujo la trabajabilidad, aumento en el tiempo espera para desmolde y cambio el color del concreto. Asimismo, se da una serie de pautas para una línea de investigación que se podrá desarrollar a futuro para la elaboración de paneles y planchas pre fabricados. Esta tesis me sirvió para poder analizar los resultados de las propiedades mecánicas del concreto con la

adición de un residuo de la madera que es la viruta, y ver en qué medida afecta sus propiedades, puesto que el aserrín y la viruta presentan características físicas diferentes, pero químicamente tienen propiedades muy similares entonces nos sirvió para tener una idea de cómo influenciara el aserrín en las propiedades del concreto también.

## **2.2. Marco Teórico**

### **2.2.1. Método ACI 211**

ACI: (American Concrete Institute)

- Preparado por el comité 211 (última aprobación en 2002)
- Reporte ACI 211.1-91 Standard practice for selecting proportions for Norma, Heavyweight and Mass Concrete”
- El método se estableció en 1944 y ha variado poco desde esa fecha

#### **ALCANCE DEL MÉTODO**

Para concretos con:

- Agregados de peso normal (2.65) o pesados (> 2.8).
- Trabajabilidad adecuada para vaciados en obra.
- Con o sin aditivos químicos u otros materiales cementicios (excepto humo de sílice).
- Válido para mezclas normales: cuyo peso unitario está entre 2.300 a 2.450 kg/m<sup>3</sup> y su resistencia a la compresión entre 150 y 450 kg/cm<sup>2</sup>.
- Considera que los agregados cumplen con los requisitos granulométricos de la Norma ASTM C33. (No se tiene en cuenta la granulometría del agregado global resultante, ni se distingue entre piedra chancada o redondeada).
- Por lo tanto, no da resultados satisfactorios para agregados no convencionales.

- Está concebido para producir concretos más “secos” (con menos agua) de manera de alcanzar la resistencia deseada con menor cantidad de cemento, con el consecuente ahorro en el costo.
- Por lo tanto, no funciona en el caso de concretos sumamente plásticos, necesarios para su colocación por bombeo o por condiciones arquitectónicas.
- El criterio del método se basa en el balance del volumen absoluto (o neto) de la mezcla (1.000 m<sup>3</sup>).

#### INFORMACIÓN REQUERIDA

De los materiales componentes:

- Granulometría de los agregados (TM y MF)
- Peso específico y humedades actual y de absorción de los agregados
- Peso unitario del agregado grueso (seco y varillado, eventualmente cuando está suelto).
- Peso específico del cemento Portland.

De las características del concreto:

- Resistencia a la compresión especificada ( $f'c$ ).
- Resistencia a la compresión requerida ( $f'cr$ ).

#### INFORMACIÓN REQUERIDA (Experimental)

- Correlación entre la resistencia a la compresión y la relación agua/cemento ( $w/c$ )
- Comportamiento del concreto fresco según la dosificación de agua y el tipo de agregado a usar. (Fluidez o revenimiento)
- NOTA: La información experimental puede ser reemplazada, tentativamente, por valores empíricos tabulados (para una primera aproximación)

#### INFORMACIÓN REQUERIDA (Propuesta en tablas)

- El método proporciona Tablas experimentales para sistematizar el diseño y los cálculos.

- Combinación óptima del agregado grueso para lograr la máxima compacidad del concreto.
- Requerimiento de mezclas de prueba para verificar el agua de mezclado (Slump) y el contenido de aire - .

#### ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS

- Resistencia a la compresión:  $f'c$  o  $f'cr$
- Tamaño máximo nominal del agregado grueso (TM) y Asentamiento o "slump"
- Relación w/c máxima (\*)
- Contenido mínimo de cemento (\*)
- Contenido de aire (\*)

(\*) Solo en caso de ser necesario

#### 2.2.2. ASERRÍN DE MADERA

El aserrín como tal es una materia orgánica de difícil degradación.

El aserrín de madera se compone principalmente de fibras de celulosa unidas con lignina. Según análisis, su composición media es de un 50% de carbono (C), un 42% de oxígeno (O), un 6% de hidrógeno (H) y un 2% de nitrógeno (N) asociado a otros elementos.

La celulosa es un polisacárido estructural (forma parte de los tejidos de sostén) formado por glucosa que forma parte de la pared de las células vegetales. La pared de una célula vegetal joven contiene aproximadamente un 40% de celulosa; en células de madera añosa este porcentaje alcanza a un 50 % (Basaure,2008).

Las fibras se incorporan en el concreto para alcanzar un producto con mayor integridad estructural y sus beneficios más notables son la reducción de grietas por encogimiento plástico y el resultado de un producto con mucho menos permeabilidad. Además, ofrece una superficie más fuerte, que resiste

mucho mejor los impactos y las rayaduras del arrastre de materiales sobre él. (Álvarez, 2016)

Las fibras que se usan en el mercado, hasta hoy, son de plástico o metal. Sin embargo, gracias al desarrollo de la tecnología, existe también la fibra a base de celulosa que además de los beneficios antes mencionados, ofrece más adaptabilidad a las necesidades de los usuarios.

#### **Fortalezas de la fibra de celulosa**

Para mejorar la liquidez; Menor densidad; Pincel en el recubrimiento; No cuelgues gota; Buena permeabilidad; Reflectante suave; La inflación no puede formar un caparazón uniforme; Anti agrietamiento; Mayor fuerza de película húmeda y efecto de recubrimiento

Reduzca la brecha, agrietamiento; Alto soporte y durabilidad

Soporte alto y soporte duradero y durabilidad. Mejore la fuerza, la densidad y las propiedades mecánicas (la otra igual que la anterior)

La fibra de celulosa de fibra de insecto ambiental de fibra de madera es adecuada para la mejora, la optimización del rendimiento de los materiales de construcción, nuevas características y funciones, materiales de construcción y conformidad para mejorar la estabilidad de la producción y la construcción. Su tecnología se utiliza principalmente para tixotrópico, protección, Absorción, comúnmente utilizada como portadora y relleno **(Material Safety Data Sheet, 2014)**

### **2.3. Marco Conceptual**

Se consideraron todas las propiedades del concreto a estudiar para analizar su comportamiento con adición de aserrín.

- **Resistencia a la compresión:** La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm<sup>2</sup>, MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi).

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión, se emplean fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto

suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada ( $f'c$ ) para una estructura determinada.

Los resultados de las pruebas de resistencia a partir de la elaboración de cilindros, se pueden utilizar para fines de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia del concreto en estructuras, permitiendo programar las operaciones de construcción, tales como remoción de formaletas (cimbras) o para evaluar la conveniencia de curado y protección suministrada a la estructura.

- **Resistencia a la abrasión:** Esta es importante porque con ella conoceremos la durabilidad y resistencia que tendrá el concreto. Para la fabricación de losas, estructuras simples o estructuras que requieran que la resistencia del concreto sea la adecuada para ellas. Los agregados deben ser duros y resistentes a la abrasión para evitar el aplastamiento, la degradación y desintegración cuando las existencias, alimentado a través de una planta de asfalto, colocado con extendedora compactado con rodillos, y sometidos a las cargas de tráfico.
- **Slump o Asentamiento:** El asentamiento es una medida de la consistencia de concreto, que se refiere al grado de fluidez de la mezcla e indica qué tan seco o fluido está el concreto.
- **Temperatura del Concreto:** La temperatura ideal para la colocación del concreto es de 15 C° que es imposible conseguir en climas cálidos siendo la tendencia de temperaturas del concreto mayores por lo que se debe hacer el máximo esfuerzo para bajar la temperatura de colocación debajo de los 30C°.

## 2.4. Hipótesis

La adición de aserrín de Madera, en porcentajes de 0.5%, 1.0%, del volumen del concreto, mejora la resistencia a la compresión, y asentamiento en un 10%

## 2.5. Variables e Indicadores (Cuadro de Operacionalización de Variables)

### 2.5.1. Variable Dependiente

- Slump, Exudación, Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión y tracción.



## 2.5.2. Variable Independiente

- Porcentaje de Aserrín de madera

## 2.5.3. Operacionalización de Variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN
PORCENTAJE DE ASERRÍN DE MADERA	ASERRÍN DE MADERA	% de adición de aserrín con respecto al volumen del concreto	Porcentaje %	Normas Fiola Balanza Fichas técnicas Cantidad de aserrín
Slump	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO	consistencia	Pulgadas	Cono de Abrams, Moldes, Taras, Aguja de Vicat. Prensa de compresión y tracción
Resistencia a la compresión		Esfuerzos máximos que soporta el concreto	MPA, Kg/m <sup>2</sup>	

*Fuente propia*

## III. MATERIAL Y MÉTODOS

### 3.1. Tipo y nivel de la investigación

Descriptiva- Experimental

### 3.2. Población y Muestra del estudio

#### 3.2.1. Población

El concreto de  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  adicionado con aserrín.

#### 3.2.2. Muestra

96 probetas del concreto de  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  adicionado con aserrín

### **3.3. Diseño de investigación**

Correlacional, porque se preparará un concreto patrón y otras muestras para luego compararlas y analizar cómo van variando sus propiedades.

Se elaboran las probetas de acuerdo a la norma ASTM C31 para ensayadas de acuerdo a las recomendaciones de la norma ASTM C39.

La resistencia de las probetas de concreto que van a ser ensayadas y curadas bajo las condiciones de las normas, su evaluación será analizada estadísticamente los resultados de 11 muestras de ensayos para cada tipo de concreto diseñado y para un tiempo determinado, considerando el ACI 318.08 donde un ensayo de resistencia corresponde al promedio de la resistencia de tres probetas de 100 mm de diámetro y 200 mm de altura. Se ensayarán a 1 día, 3 días, 7 días y 28 días; de acuerdo a lo recomendado por las normas.

Las probetas serán identificadas con:

- Número de cilindro.
- Código de muestra.
- Fecha.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas de recolección de información básica para la presente investigación serán obtenidas de las fuentes informativas de las entidades públicas como: UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO, así como también publicaciones del CISMID, la NTP, ASTM y ACI.

### **3.5. Procesamiento y análisis de datos**

Se realizó el procesamiento de la información mediante hojas de cálculo Microsoft Excel.

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (Norma Técnica Peruana 339.034) - Ensayo para determinar la resistencia a la tracción por compresión diametral (Norma Técnica Peruana 339.084).

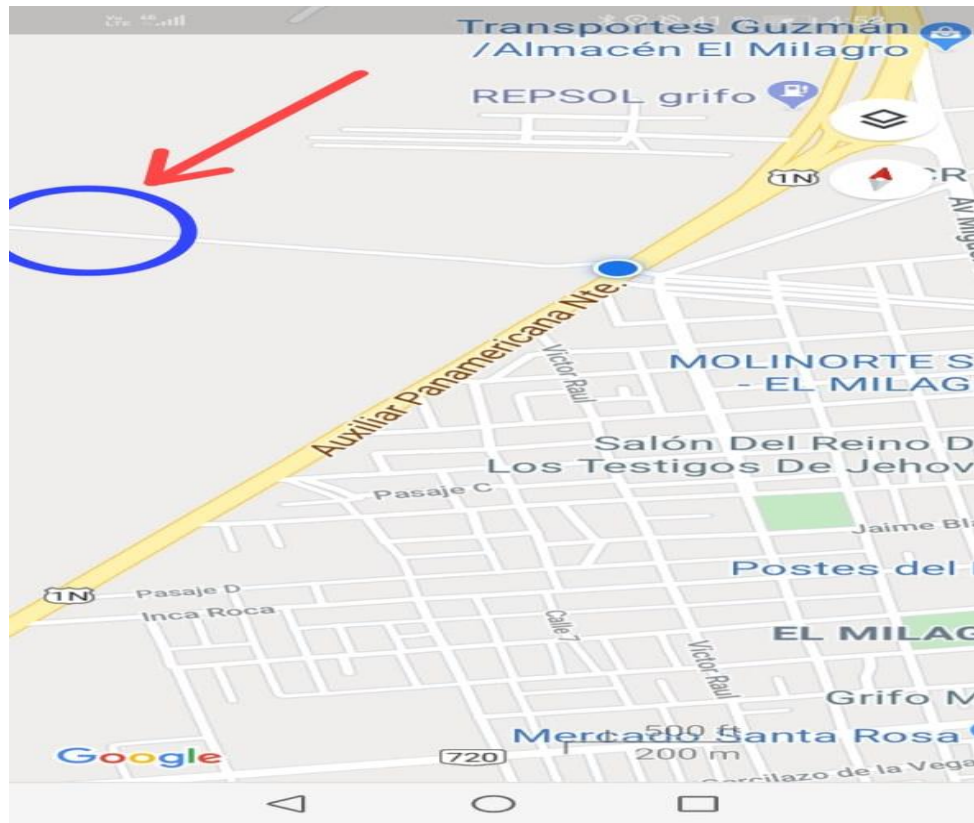
#### **3.5.1. Recolección de Materiales**

Los materiales utilizados fueron extraídos de la cantera "Lekersa" de donde se extrae todo tipo de agregados. La cantera está ubicada en el distrito de huanchaco- Trujillo, en el kilómetro 583 de la auxiliar de la Panamericana

Norte, y como se muestra en la imagen el acceso a esta cantera es de una trocha carrozable teniendo un espacio de un solo carril

**Figura 1**

*Ubicación de la Cantera Lekersa*



**Fuente Google Maps**

**Figura 2**

*La entrada de la Cantera*



**Fuente propia**

## **3.5.2. Ensayos de Laboratorio a los Agregados**

### **3.5.2.1 Análisis Granulométrico**

#### **3.5.2.1.1 Descripción**

- El ensayo de Análisis Granulométrico es una representación estadística de un grupo de partículas de diferentes tamaños, formas y composiciones químicas. Este grupo de partículas al encontrarse en un mismo lugar, en este caso en la cantera "LEKERSA" necesitan homogenizarse y para homogenizarse recurrimos al muestreo. Según el tamaño de partículas se puede ver el tipo de análisis granulométrico, en nuestro caso tenemos partículas intermedias entre milímetros y micrones donde se puede realizar ensayo granulométrico por el tipo de malla y tamices. El ensayo granulométrico por tipo malla y tamices, consistió en tener tamices con diferentes aberturas de malla, se utilizó también un fondo que es un recipiente sin malla que nos ayudó a contener lo último de la muestra (agregado fino, agregado grueso y global)

#### **3.5.2.1.2 Procedimiento**

- El Procedimiento del análisis granulométrico es relativamente sencillo, se comenzó secando la muestra a un peso constante a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- En mi caso elegí una muestra del grupo de partículas de la cantera LEKERSA, la cual fue transportada desde Huanchaco hasta la Universidad Privada Antenor Orrego, teniendo mucho cuidado para que los agregados no se mezclen entre sí, y además no tengan contacto con la humedad, una vez en el horno se tiene que dejar secar por 24 horas  $\pm$  5 horas. Luego seleccione tamaños adecuados de tamices para poder ejecutar de manera adecuada el análisis granulométrico, y así obtener los resultados requeridos según la Norma Peruana 400.012
- El procedimiento siguiente es pesar toda la muestra que será pasada por los tamices, para luego poder todo el proceso representarlo mediante cuadros estadísticos. Los tamices tienen la

capacidad de colar debido a que tienen diferentes dimensiones de aberturas de malla, lo que hará que, al agitar la muestra, haya un porcentaje de agregado en cada tamiz.

- Antes de vaciar el material en los tamices, una vez ordenados según sus dimensiones se procede a encajar los tamices, luego se vació la muestra, y se procede a tapar el tamiz de arriba para poder agitar, y que no se desperdicie ningún gramo de material, luego se procede a agitar los tamices por 2 minutos de forma circular de tal manera que cada partícula del agregado será repartida en el tamiz que le corresponde.
  
- Al terminar el tiempo de agitado, procedí a colocar la serie de tamices en un lugar plano, para luego ir retirando tamiz por tamiz
  
- El primer tamiz que se retira es el que tiene la abertura más grande debido a que es el que estuvo a primera fila y se ordenó los tamices por dimensiones, entonces apuntamos el número de malla y pesar la muestra obtenida tarando el recipiente, es recomendable retirar hasta las últimas partículas del tamiz porque algunas pueden quedar pegadas a los bordes, para ello se utiliza un cepillo que se te permite retirar todas las partículas, en mi caso utilice dos cepillos, uno con puntas más delgadas para los mallas del agregado fino y el otro con puntas más gruesas, para el agregado grueso.
  
- Para finalizar y después de todo este proceso lo que se consiguió con este ensayo es poder determinar los módulos de fineza tanto para el agregado grueso, como para el agregado fino, en el agregado grueso se obtuvo piedra  $\frac{1}{2}$ " y en el agregado fino se obtuvo un módulo de fineza de 2.62

#### **3.5.2.1.3 Materiales**

- Balanza
- Tamices 1" –  $\frac{3}{4}$ " –  $\frac{1}{2}$ " –  $\frac{3}{8}$ "-  $\frac{1}{4}$ " - N°4 (muestra de la piedra de 1/2")
- Tamices N°4 - N°8 - N°16 - N°30 - N°50 – N°80 - N°100 - N° 200
- (muestra de la arena gruesa)

- Recipientes
- Agua
- Horno
- Cepillos

**Figura 3 y 4**

*Tamizado de los agregados*



*Fuente propia*

#### 3.5.2.1.4 Límites Granulométricos

- AGREGADO FINO: (NTP 400.037)

**Tabla 2**

*Límites granulométricos para el agregado fino*

Tamiz estándar (abertura cuadrada)	Porcentaje que pasa
3/8" (9.51mm)	100
Nº4 (4.75mm)	95 a 100
Nº8(2.38mm)	80 a 100
Nº16 (1.19mm)	50 a 85
Nº30 (0.595mm)	25 a 60
Nº50 (0.297mm)	5 a 30
Nº100 (0.148mm)	0 a 10

*Fuente propia*

#### 3.5.3. Ensayo de Peso Específico y Absorción (NTP 400.021)

### 3.5.3.1 Descripción

- **Peso Específico:** Es la relación a temperatura estable entre una fuerza de gravedad (peso) sujeta a una unidad de volumen en un cuerpo establecido. La unidad del peso específico es  $N/m^3$  (Newton / $m^3$ ).
- **Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seco:** Es lo mismo que el peso específico de masa, solo que varía en que la masa incluye el agua en los poros permeables.
- **Peso Específico Aparente:** Es el peso reducido por consecuencia del empuje hidrostático debido a que todo cuerpo puesto en un líquido presentara un llamado peso aparente. Para que sea un peso aparente el cuerpo tiene que tener más densidad que el líquido.
- **Absorción:** Es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en este, y se expresa como porcentaje del peso.

### 3.5.3.2 Procedimiento

#### 3.5.3.2.1 Agregado Grueso

- El primer paso a seguir es: Realizar el cuarteo del material, el proceso es extender todo el material sobre una superficie plana y luego se procede a dividir el material en 4 partes con ayuda de una pala, seleccionando solo dos partes de las 4, las cuales tengan mayor parecido en cuanto a cantidad y tamaño y siempre cogiendo una al extremo de otra, y que tenga la cantidad necesaria para realizar el ensayo.
- Luego se procede a tamizar el agregado grueso por el tamiz N°4 eliminando todo el material que no pase por ese tamiz
- Después de tener el material requerido, lo que se hace es lavar el material, para poder eliminar todo el polvo y otras partículas innecesarias para el ensayo, una vez lavado se procede a poner las

muestras al horno por 24 horas, una vez sacado del horno, antes de realizar el ensayo se deja enfriar al menos 2 horas la muestra.

- Luego Sumergir la muestra en agua por 24 +- 4 horas a temperatura ambiente.
- Después de haber esperado las 24 horas secamos la muestra con una franela. Al secar la muestra tuve que desplazar toda la muestra en la franela y con un secador empezar a quitarle el brillo a las piedras para así obtener la muestra saturada superficialmente seca (A). Luego colocar la muestra en la canastilla metálica procediendo a pesar dicho agregado en la balanza hidrostática.
- Colocamos la muestra saturada con superficie seca en la canastilla de alambre de la balanza hidrostática para determinar su peso sumergido en agua a temperatura de 23+- °C (S). Por último dejar enfriar a temperatura ambiente durante 1 hora y pesar la muestra (B)

**Figura 5**

*Balanza Hidrostática NTP 339.139*



*Fuente propia*

### **3.5.3.2.2 Agregado Fino**

- El primer paso al igual que con el agregado grueso, se procedió a cuartear el material, y quedarnos solo con 1 kg de muestra para realizar el ensayo.
- Luego se puso en un recipiente la muestra y se le agregó agua, lo suficiente como para tapar la muestra, y se le deja reposar por 24h, pasado este tiempo, se retira el agua con cuidado evitando la pérdida

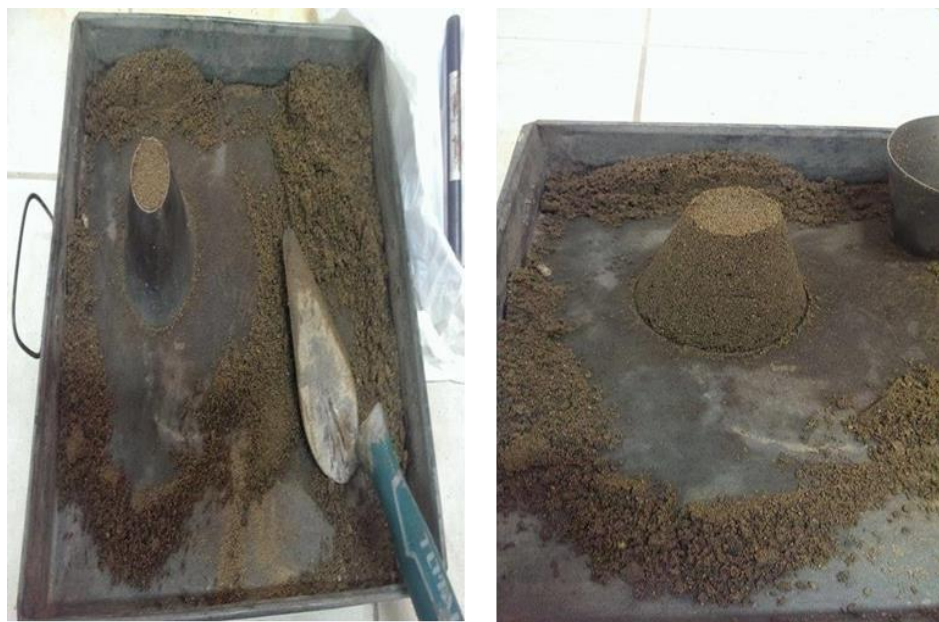


de finos, una vez la muestra en una superficie plana se empieza a secar para eso se utiliza una secadora, y para determinar que la muestra ya está totalmente seca se utiliza el método del cono.

- El método del cono consistió en llenar un pequeño cono de metal de arena llenarlo del material hasta el final del cono para así luego compactarlo, luego de terminar de compactarlo procedimos a levantar el cono metálico, si se derrumba es porque la muestra ya está seca sin embargo si el cono metálico al sacarlo no se derrumba quiere decir que aún está húmedo. El objetivo del método del Cono es que la muestra logre estar seca completamente.

**Figura 6**

*Método del cono de arena NTP 339.143*



*Fuente propia*

- Una vez seco el agregado, que selecciona solo 500 gr y se procede a colocar dentro de una fiola o recipiente en el cual ya ha sido introducido agua y a su vez ya ha sido pesado, después de esto se coge con ambas manos amas puntas de la fiola y se procede hacer un movimiento, y así lograr que la arena quede toca en la parte inferior

- El siguiente paso es dejar el material de 1 a 4 horas dentro de la fiola o deposito en el cual hayamos introducido el material, una vez pase el tiempo se procede a colocar el material dentro de un recipiente y se lleva al horno por 24h
- Una vez sacado del horno, lo que se procedió a realizar, fue el pesado del recipiente, y con esto finalmente hallamos el peso del agregado.

### **3.5.3.3 Materiales**

Agregado grueso piedra 3/4"

- Canastilla
- Balanza Hidrostática
- Franela
- Recipientes

Agregado Fino

- Horno
- Secadora
- Fiola
- Recipiente
- Estufa
- Embudo

## **3.5.4 Peso Unitario (NTP 400.017)**

### **3.5.4.1 Descripción**

- En este ensayo lo que se necesita es determinar el peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos tanto para el agregado fino como el agregado grueso. Este método se emplea para hallar el valor del peso unitario por métodos de diseño de mezclas de concreto

### **3.5.4.2 Procedimiento**

- Primero escogemos el recipiente idóneo según nuestro tamaño máximo del agregado
- Lo que primero se procede hacer es poner todo nuestro material en una superficie plana, y con una pala ir llenando poco a poco el recipiente, lo primero es llenar la tercera parte del recipiente
- Luego se apisona la capa del agregado con la varilla compactadora de 5/8", de 60 cm de longitud mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie
- Después se prosigue a seguir llenando el recipiente, esta vez las dos terceras partes del recipiente y de nuevo se compacta con 25 golpes
- Finalmente se llena la medida hasta que rebose del recipiente, luego se golpea igual que en las anteriores ocasiones 25 veces con la barra compactadora, y el agregado excedente se procede a eliminar usando la barra como regla y nivelando el recipiente, por ultimo lo que se hace es pesar el recipiente.
- Para calcular el peso unitario suelto simplemente se tiene que colocar el agregado en el recipiente hasta el borde y con una barra compactadora se logró mantener uniforme la superficie, luego se pesó el recipiente, esto es lo que se llama el peso unitario suelto.

**Tabla 3**

*Capacidad del Recipiente*

<b>CAPACIDAD DEL RECIPIENTE (PIE 3)</b>	<b>TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADO (PULG)</b>
1/10	1/2
1/3	1
1/2	3/4
1	4

**FUENTE: NTP400.017**

- El procedimiento explicado anteriormente es tanto para el agregado grueso como el agregado fino

**Figura 7 y 8**

*Ensayo Peso Unitario NTP 400.017*



*Fuente propia*

### **3.5.3.3 Materiales**

- Recipiente de 1/10 pie<sup>3</sup>.
- Varilla de acero
- Muestra agregado fino y grueso
- Pala

### **3.5.5 Diseño de Mezclas**

Para el diseño de mezcla realizamos un solo diseño de concreto patrón  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con la marca del cemento Tipo Ico extraforte, y básicamente para poder realizar el diseño de mezclas necesitamos los siguientes datos que ya obtuvimos realizando los ensayos en laboratorio.

#### **3.5.5.1 Información Requerida para el Diseño de Mezclas**

- Resistencia del Diseño

- Peso específico de los cementos Ico Extraforte
- Tamaño Máximo Nominal
- Módulo de Fineza
- Peso específico de los agregados
- Contenido de Humedad %
- Contenido de Absorción
- Peso Unitario Suelto y compactado de los agregados
- Relación Agua/Cemento
- Asentamiento
- Volumen por m<sup>3</sup> de la cantidad de probetas utilizadas

### 3.5.5.2 Pasos para el Proporcionamiento

- Estudio detallado de las especificaciones normativas.
- Elección de la resistencia promedio ( $f'_{cr}$ ).
- Elección del Asentamiento (Slump).
- Selección del tamaño máximo del agregado grueso.
- Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.
- Selección de la relación agua/cemento ( $a/c$ ).
- Cálculo del contenido de cemento.
- Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.
- Ajustes por humedad y absorción.
- Cálculo de proporciones en peso

**Tabla 4**

*Modelo de datos para el diseño de Mezclas*

AGREGADOS		
AGREGADO	GRUESO	FINO
CANTERA	LEKERSA	
T.M.N	3/4"	N°4
MODULO DE FINEZA	7.7	2.62
PESO ESPECIFICO	2.77	2.85
CONTENIDO DE HUMEDAD %	0.55	1.06
% DE ABSORCION	1.36	1.39
PESO UNITARIO SUELTO kg/cm <sup>3</sup>	1537.5	1662.37
PESO UNITARIO COMPACTADO kg/cm <sup>3</sup>	1653.57	1826.52

**Fuente Propia**

### 3.5.5.3 Pasos para procedimiento del diseño de mezclas de concreto método ACI 211

#### Paso 1: Elección de la resistencia promedio ( $f'_{cr}$ )

*Resistencia A La Compresión  
Promedio Requerida (Kg/Cm<sup>2</sup>)*

$$F'_{cr} = F'_c + 84$$

- $F'_{cr}$  = Resistencia Requerida Promedio.
- $F'_c$  = resistencia estimada o elegida a diseñar.

#### Paso 2: elección del asentamiento.

Revenimientos recomendados para diversos tipos de construcción

**Tabla 5**

*Diseño de mezclas de concreto – IMCYC*

Tipo de construcción	Revenimiento (cm)	
	Máximo*	Mínimo
Muros de subestructura sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.	7.5	2.5
Vigas y muros reforzados	10	2.5
Columnas para edificios	10	2.5
Pavimentos y losas	7.5	2.5
Concreto masivo	7.5	2.5

*Fuente: ACI 211.1-91 –*

#### Paso 3: Elección del tamaño máximo del agregado.

- El tamaño máximo nominal debería ser lo más grande económicamente disponible y consistente con las dimensiones de la estructura. No debe exceder de un quinto de la menor dimensión entre los moldes, un tercio del espesor de las losas o tres cuartos del mínimo espacio libre entre las barras del refuerzo.

**Paso 4: Estimación del agua de mezclado y del contenido de aire.**

- La cantidad de agua depende básicamente del valor del slump requerido y, entre otros factores, de características del agregado y del contenido de aire.

**Tabla 6**

Diseño de mezclas de concreto – IMCYC- NTP339.046

Revenimiento (cm)	Tamaño máximo de la grava (mm)							
	9 .5	12. 5	19	25	38	50	75	15 0
Concreto sin aire incluido								
2.5 -> 5	2 0 7	19 9	19 0	17 9	16 6	15 4	13 0	11 3
7.5 -> 10	2 2 8	21 6	20 5	19 3	18 1	16 9	14 5	12 4
15 -> 17.5	2 4 3	22 8	21 6	20 2	19 0	17 8	16 0	---
Aire atrapado aprox. (%)	3	2.5	2	1. 5	1	0. 5	0. 3	0.2
Concreto con aire incluido								
2.5 -> 5	1 8 1	17 5	16 8	16 0	15 0	14 2	12 2	10 7
7.5 -> 10	2 0 2	19 3	18 4	17 5	16 5	15 7	13 3	11 9
15 -> 17.5	2 1 6	20 5	19 7	17 4	17 4	16 6	15 4	---
Promedio recomendado de aire a incluir según el tipo de exposición (%)								
Exposición Ligera	4 .5	4	3. 5	3	2. 5	2	1. 5	1
Exposición Moderada	6	5.5	5	4. 5	4. 5	4	3. 5	3
Exposición Severa	7 .5	7	6	6	5. 5	5	4. 5	4

Fuente: ACI 211.1

### Paso 5: Elección de la relación agua/cemento

- Está determinada por la resistencia requerida y por la durabilidad.
- La resistencia se mide en un ensayo de compresión simple en probetas cilíndricas de concreto (D = 150 mm, H = 300 mm), a la edad de 28 días.
- En ausencia de datos, usar valores de tabla (conservadores).

**Tabla 7**

*Diseño de mezclas de concreto – IMCYC- NTP 339.034*

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento (a partir del peso)	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
420	0.41	---
350	0.48	0.40
280	0.57	0.48
210	0.68	0.59
140	0.82	0.74

**Fuente: ACI 211.1**

Relaciones agua/cemento máximas permisibles para concreto sujeto a exposiciones severas.

**Tabla 8**

*Tabla 6.3.4 (b); Diseño de mezclas de concreto – IMCYC-*

Tipo de estructura	Estructura continua o frecuentemente mojada y expuesta a congelación y deshielo	Estructura expuesta al agua de mar o a sulfatos.
Secciones esbeltas y secciones con menos de 3 cm	0.45	0.40
Resto de estructuras	0.50	0.45

**Fuente: ACI 211.1**

- Una vez que la cantidad de agua y la relación agua/cemento han sido estimadas, la cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto es determinada dividiendo la cantidad de agua por la relación agua/cemento. Sin embargo, es posible que las especificaciones del proyecto establezcan una cantidad de cemento mínima.



### **Paso 6: Determinación del contenido de agregado grueso.**

- Para agregados de un tamaño máximo y gradación determinados, se obtendrá un concreto de trabajabilidad adecuada para un determinado volumen de agregado grueso, compactado y secado en horno, por unidad de volumen de concreto.

Volumen de agregado grueso (m<sup>3</sup>) por volumen unitario de concreto.

**Tabla 9**

*Tabla 6.3.6; Diseño de mezclas de concreto – IMCYC- NTP 34.045*

Tamaño máximo del agregado grueso (mm)	Módulo de finura de la arena			
	2.40	2.60	2.8	3.0
9.5	0.50	0.48	0.4 6	0.4 4
12.5	0.59	0.57	0.5 5	0.5 3
19	0.66	0.64	0.6 2	0.6 0
25	0.71	0.69	0.6 7	0.6 5
37.5	0.75	0.73	0.7 1	0.6 9
50	0.78	0.76	0.7 4	0.7 2
75	0.82	0.80	0.7 8	0.7 6
150	0.87	0.85	0.8 3	0.8 1

**Fuente: ACI 211.1**

- Contenido de agregado fino se calcula después de determinar los pesos por m<sup>3</sup> de agregado grueso, cemento, agua, y contenido de aire atrapado, el contenido de agregado fino puede ser calculado usando el método de volúmenes absolutos.

### **Paso 7: correcciones por humedad de los agregados.**

- El contenido de agua añadida para formar la pasta será afectado por el contenido de humedad de los agregados. Si ellos están secos al aire absorberán agua y disminuirán la relación a/c y la trabajabilidad. Por otro lado, si ellos tienen humedad libre en su superficie (agregados mojados) aportarán algo de esta agua a la pasta aumentando la relación agua/cemento, la trabajabilidad y

disminuyendo la resistencia a la compresión.

**Paso 8: Ajustes por tandas de prueba.**

- Rediseñar la mezcla para mantener la relación agua/cemento con el peso modificado de agua.

**Paso 9: Cálculo de proporciones en peso.**

- Se dosifica en peso para un volumen de 1 m<sup>3</sup>.

**3.5.6 Determinación del Asentamiento Del Concreto Fresco NTP (339.035)**

**3.5.6.1 Descripción**

- Este ensayo nos permite hallar el asentamiento del concreto lo que nos ayuda a conocer cuál es la consistencia debido a que el concreto tiene diferentes consistencias ya sea seca, plástica y fluida
- La consistencia del concreto varía según las cantidades de agua de amasado, la forma de los áridos y su análisis granulométrico

**3.5.6.2 Procedimiento**

- Primero se tiene que colocar todos los materiales en el lugar de ensayo, además se colocó una base de plástico para no dañar de material el piso.
- Se tuvo la mezcla de concreto listo, el cono de Abrams tiene que estar sujetado por ambos lados presionando con los pies para que de esta manera evitemos la salida del concreto por donde no debe, se recomienda también mojar el cono de Abrams antes de ponerle la mezcla para que se realice de la mejor manera el ensayo.
- Se procedió a rellenar la tercera parte del cono de Abrams de dimensiones normalizadas, en tres capas apisonadas con 25 golpes de varilla o pisón penetrando la varilla en el espesor de la capa, pero sin golpear la base del molde. Luego de retirar el molde, medir el asentamiento que experimenta la masa de hormigón colocada en su interior.

- Para tener una mayor precisión de la medida del derrumbamiento se coloca el cono de Abrams girado en el otro sentido contrario al ensayo elaborado, colocando la barra compactadora de 5/8 "al nivel del cono.
- Este ensayo se realizó en 3 ocasiones, el primero con las cantidades específicas para el concreto patrón  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, y los otros dos fue con adición de aserrín 1,0 % y 0.5% con respecto al volumen del concreto, así se pudo obtener 3 diferentes asentamientos y poder compararlos.

**Tabla 10**

*Resultados del Asentamiento del Concreto*

Diseño	Slump o Asentamiento
Concreto Patrón $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	10cm
Concreto con 0.5% de adición de aserrín	8cm
Concreto con 1.0% de adición de aserrín	6cm

**Fuente propia**

- Si las especificaciones técnicas de obra requieren que el concreto tenga una determinada consistencia, el asentamiento puede ser elegido de la siguiente tabla.

**Tabla 11**

*Consistencia y asentamientos*

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
SECA	0" (0 mm) a 2" (50 mm)
PASTICA	3" (75 mm) a 4" (100 mm)
FLUIDA	≥ 5" (125 mm)

**Fuente propia**

**Figura 9 y 10**

*Ensayo de Cono de Abrams NTP 339.035*



*Fuente propia*

### 3.5.6.3 Materiales

- Molde/Cono de Abrams
- Diámetro de base inferior: 20 cm
- Varilla Compactadora
- Diámetro de la base superior: 10 cm
- Pala

**Figura 11**

*Asentamiento – Slump NTP 339.035*



*Fuente propia*

## 3.5.7 Elaboración de las Probetas de Concreto

### 3.5.7.1 Descripción

La elaboración de las Probetas de concreto esta bajo la norma NTP 339.033 donde están especificadas las características de las probetas las cuales serán utilizadas en el ensayo de resistencia a la compresión.

Las probetas de concreto son un muestreo que se utiliza para realizar ensayos mecánicos del hormigón endurecido. Se realizaron 144 especímenes en moldes metálicos cilíndricos de 15x30cm, se realizaron 48 probetas patrón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , 48 probetas de concreto patrón con adición de aserrín 0.5% respecto al volumen del concreto, y 48 probetas de concreto patrón con adición de aserrín 1.0% con respecto al volumen del concreto

Es la manera práctica de evaluar la resistencia y uniformidad del concreto en las edificaciones o en diferentes tipos de obra.

### **3.5.7.2 Procedimiento**

Lo primero que hicimos fue limpiar las probetas por algún residuo que haya quedado, las lije bien hasta dejarlas lisas, después lave las probetas con agua del laboratorio, procedí a secarlas y colocarles lubricante(WD-40) que se echa como un spray por donde los bordes de las probetas de concreto especialmente más por las bases de concreto y la base, tener cuidado con el lubricante al colocarlo en la base del cilindro debido a que no puede combinarse con el concreto, por eso se le pone varios minutos antes el lubricante.

Antes de colocar el concreto, ubicar de manera correcta las probetas en un lugar plano para no tener inconvenientes a la hora de compactar. Teniendo la mezcla lista procedí a llenar a un 1/3 de la compactando con 25 golpes desde el borde hacia adentro para que el concreto logre estar uniformemente por toda la probeta, la manera correcta es en forma espiral dando golpes desde los bordes de la probeta hacia adentro sin tocar la probeta, además se procedí a golpear con el martillo de goma a ambos costados, para evitar que se pegue el concreto y tenga consistencia.

Luego llenar el concreto a 2/3 nuevamente con 25 golpes, aquí también se procede a darle golpes con el martillo de goma a cada costado.

Finalmente llenar el concreto a 3/3 nuevamente con 25 golpes y al finalizar de la misma manera logrando tener en la cara final una uniformidad de material, es decir que esta lisa al borde del molde cilíndrico para eso podemos usar una regla o un badilejo que nos ayudara a darle uniformidad, aquí también se procede a darle golpes con el martillo de goma a cada costado.

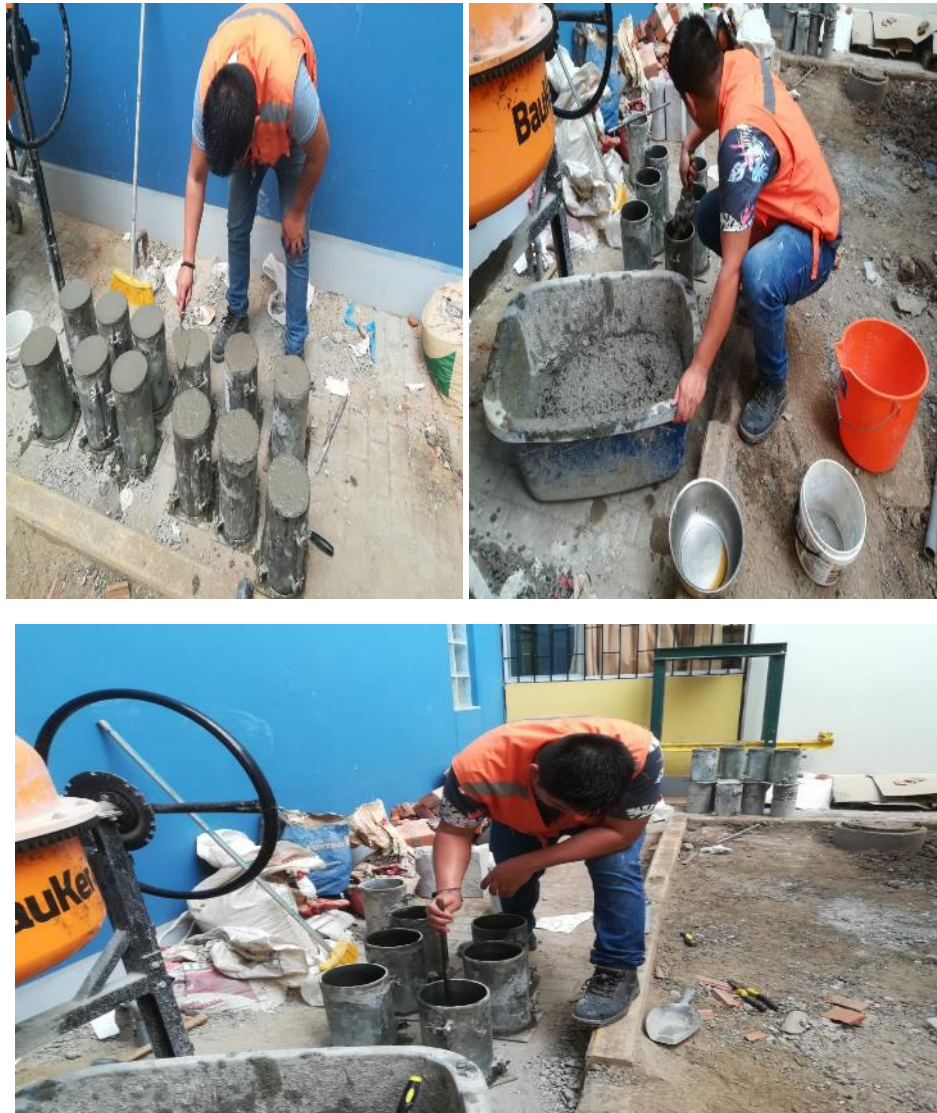
Por último, se esperó 24 horas para que el concreto pueda endurecer y luego se procede a retirarlos de las probetas cilíndricas metálicas, para llevarlas a la poza de curado hasta el día de la rotura.

### **3.5.7.3 Materiales**

- Varilla Compacta
- Badilejo
- Lubricante WD-40
- Molde Cilíndrico
- Pala
- Trompo

**Figura 12, 13 y 14**

*Elaboración de las probetas NTP 339.033*



*Fuente propia*

### **3.5.8. Desmoldado de Probetas (Norma ASTM C-31)**

#### **3.5.8.1 Procedimiento**

- Las probetas las retiramos de los moldes entre las 18 y 24 horas Para eso con un alicate aflojamos los pernos que nos permita retirarlos de una forma adecuada. Luego de haber hecho esto marcamos en la cara circular de la probeta las anotaciones de la tarjeta de identificación del molde. Luego de esto pasamos a la poza de curado.

**Figura 15 y 16**

Ilustración de desmoldación de Probetas NTP 339.033



*Fuente propia*

### **3.5.9. Curado (Norma ASTM C-31)**

#### **3.5.9.1 Procedimiento**

- Después de desmoldar las probetas y antes de que transcurran 30 minutos después de haber removido los moldes, almacenamos las probetas en condiciones adecuadas de humedad, siempre cubiertas por agua a una temperatura de entre 23 y 25°C. Deben mantenerse las probetas en las mismas condiciones que al empezar.

**Figura 17**

*Poza de curado NTP 339.033*





*Fuente propia*

### **3.5.10. Ensayo de la Resistencia a la Compresión (NTP 339.034)**

#### **3.5.10.1 Descripción**

- En el ensayo de Resistencia a la compresión se obtuvo la máxima carga que logra soportar el cilindro de concreto de manera axial o aplastamiento. La forma de expresar esta carga es del  $\text{kg/cm}^2$ . Los ensayos de resistencia se dieron a diferentes edades 1, 3, 7 y 28 días por medio de la máquina de compresión ubicada en las instalaciones de la Universidad Privada Antenor Orrego.
- La resistencia a la compresión se midió fracturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión.
- Los resultados de prueba de resistencia a la compresión se emplearon fundamentalmente para determinar el diseño de la mezcla de concreto.

#### **3.5.10.2 Procedimiento**

- El tiempo del curado se cuenta desde el primer día que el cilindro ha sido vaciado, esperamos 24 horas para poder desencofrar todos los especímenes. (NTP 339.033.)

- Para continuar con la protección de las probetas en el proceso de curado, se recomienda mezclar poner agregarle cal al agua antes de colocar las probetas
- Después de cumplir el tiempo de curado según la edad a la cual queramos medir su resistencia se deja reposar las probetas en un lugar plano y donde estén protegidas hasta que sequen que es un promedio de 12 h, luego de esto se procede a llevarlas a la maquina compresora
- La velocidad de carga se debe aplicar continuamente.
- La máquina de ensayo ELE es de tipo tornillo, la velocidad de la cabeza móvil debe tener un desplazamiento de 1.3 mm/min

### 3.5.10.3 Materiales

- Máquina de Ensayo Modelo ELE tipo tornillo

**Figura 18, 19 y 20**

*Máquina de Ensayo NTP 339.03*





*Fuente propia*

### 3.5.11. Ensayo de la Resistencia al Desgaste o Abrasión (NTP 400.019 - NTP 400.019)

#### 3.5.11.1 Descripción

- En la mayoría de las normas sobre agregados a nivel internacional se establecen pruebas de desgaste o abrasión con el fin de probar la dureza de las partículas del agregado grueso que es la resistencia a la abrasión, o en general el desgaste de sus componentes.
- El método más conocido es el ensayo en la Máquina de los Ángeles, la cual consiste básicamente en colocar una cantidad especificada de agregado dentro de un tambor cilíndrico de acero que está montado horizontalmente, donde se añade una carga de bolas de acero y se le aplica un número determinado de revoluciones. El choque entre el agregado y las bolas da por resultado la abrasión, los efectos se miden por la diferencia entre la masa inicial de la muestra seca y la masa del material desgastado expresándolo como porcentaje inicial.

FORMULA:

$$\% \text{ DE DESGASTE} = \frac{P_o - P_f}{P_o} * 100$$

Donde:

- $P_o$ : Peso Inicial de la muestra seca
- $P_f$ : Peso final de la muestra después del ensayo lavada sobre el tamiz #10.

**NOTA:** Para el ensayo se considerará una carga abrasiva la cual consiste en una esfera de fundición o de acero de unos 48 mm de diámetro y entre 385 y 450 gramos de masa, cuya cantidad depende del material a ensayar.

Tal como se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 12**

*Carga de Abrasión para el Agregado Grueso*

<b>GRADACIO N</b>	<b>NUMERO DE ESFERAS</b>	<b>PESO DE LA CARGA (gr)</b>
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

*Fuente propia*

**3.5.11.2 Procedimiento**

- Realizamos el muestreo y cuarteo del material.
  
- Pesamos 5000 gr de muestra seca con una aproximación de 1 gramo de error y se coloca junto con la carga abrasiva dentro del cilindro (que en mi caso fue la Gradación tipo A con 12 bolas de acero); haciéndolo girar con una velocidad entre 30 y 33 rpm, hasta completar 500 vueltas teniendo en cuenta la velocidad angular es constante.
- Después del tiempo determinado retiramos el material del cilindro y se hizo pasar por el tamiz # 10 según lo establecido en la Norma NTP 400.019. El material retenido en el tamiz #10 se lavó y secó en el horno a una temperatura comprendida entre 105 °C y 110 °C. El pesado final se realizó 24 horas después
- eliminando los finos.

**Figura 21, 22 y 23**

*Ensayo de Abrasión ASTM C-131*



*Fuente propia*

### **3.5.7 ENSAYO QUÍMICO DEL ASERRÍN**

Se realizaron varios estudios químicos sobre la descomposición de la madera y sus sobrantes como la viruta y el aserrín pero a lo largo de la información recopilada solo se logró obtener un porcentaje general de los componentes químicos, mas no algo específico que era lo que buscaba, por tal caso se decidió realizar un ensayo químico del aserrín especificando el tipo de madera, puesto que la variación es mínima dependiendo de la madera que se utilice, pero en este caso utilizamos aserrín de la madera tornillo, que se recolecto del aserradero Señor de Huamán ubicado en la vía de evitamiento kilómetro 564 carretera huanchaco.

#### **Procedimiento**

Se procedió primero a ir la maderera indicada a recolectar un poco de aserrín, ahí se hizo la consulta sobre de que madera era el aserrín recolectado y

puesto que solo trabajaban con madera tornillo, era evidente que el aserrín era de madera tornillo, una vez obtenida la materia prima, procedí a buscar laboratorios en donde podría llevar el aserrín, y pude conseguir que el laboratorio químico de la Universidad Nacional de Trujillo pudiera hacer el ensayo, que demoro una semana en darme los resultados.

### **Conclusión**

Con los resultados obtenidos del laboratorio de la UNT, que serán anexados en esta presente tesis pudimos comprobar que los porcentajes de la descomposición química no varían mucho respecto a la información manejada, pero si cabe resaltar el gran porcentaje de humedad que tiene este residuo por la gran capacidad de absorción que tiene, además también tiene mucho porcentaje de fibra celulosa la cual la hace resistente y por lo cual sería un gran material a seguir estudiando dado también que hay algunas sustancias que son más del 10% que no se determinó exactamente que eran pero que se podría hacer un estudio para profundo para determinarlas.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Análisis e interpretación de los resultados**

#### **4.1.1. Análisis Granulométrico**

##### **4.1.2.1 Agregado Grueso**

**Tabla 13**

*Cálculos del análisis Granulométricos del Agregado Grueso*

ANALISIS GRANULOMETRICO					
N° TAMIZ	Abertura(mm)	MASA RETENIDA (g)	PORCENTAN JE RETENIDO	P. RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJ E QUE PASA
1"	25	0g	0%	0%	100%
3/4"	19	495g	9.90%	9.90%	90,10%
1/2"	12.5	2357.4g	47.15%	57.05%	42.95%
3/8"	9.5	1682g	33.34%	90.69%	9.23%
1/4"	6.3	465.6g	9.23%	100.00%	0.00%

*Fuente propia*

**Cálculo Módulo de Finura**

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Ret. Acum. en los tamices (1 1/2"; 3/4"; 3/8"; #4; #8; #16; #30; #50; #100)}}{100}$$

TM	1 "
TMN	3/4"
MF	7.5

**Tabla 14**

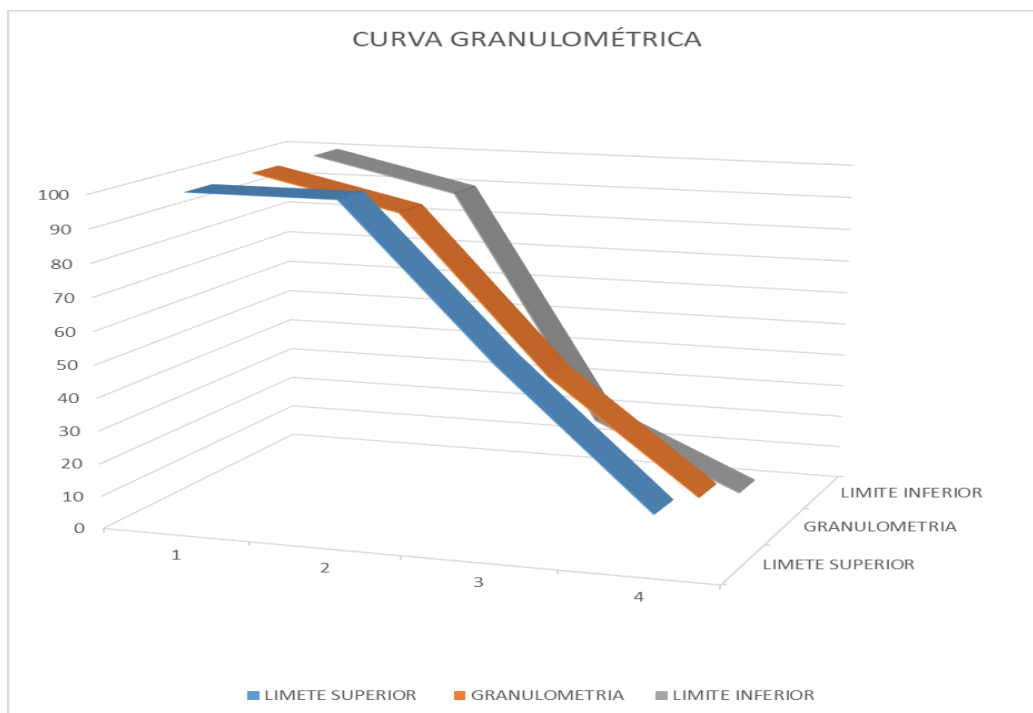
*Límites granulométricos para agregado grueso*

# TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR	PORCENTAJE QUE PASA
1"	25	100	100	100
3/4"	19	100	90	90.10
1/2"	12.5	55	20	42.95
3/8"	9.5	15	0	9.23

**Fuente propia**

**Figura 24**

*Gráfico del análisis granulométrico A. grueso*



**Fuente propia**

- La granulometría del agregado grueso si cumple con las especificaciones de la Norma Técnica Peruana NTP 400.012.

#### 4.1.2.2 Agregado Fino

**Tabla 15**

*Cálculos del análisis Granulométricos del Agregado Fino*

ANALISIS GRANULOMETRICO					
N° TAMIZ	Abertura(mm)	MASA RETENIDA	PORCENTANJE RETENIDO	P. RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
3/8"	9.5	0	0%	0%	100%
N°4	4.75	31g	1,39%	1,39%	98,61%
N°8	2.36	272.5g	12.20%	13.59%	86.41%
N°16	1.18	335.4g	15.02%	28.61%	71.39%
N°30	0.6	375g	16.80%	45.41%	54.59%
N°50	0.3	736.4g	32.96%	78.37%	21.63%
N°80	0.18	326.9g	14.63%	93.00%	7.00%
N°100	0.15	41.5g	1.86%	94,86%	5,14%
N°200	0.075	82.9g	3.71%	98,57%	1,43%
FONDO		32g	1.43%	100%	0%

**Fuente propia**



Calculo de módulo de finura (MF):

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Ret. Acum. enlostamicez (1 1/2"; 3/4"; 3/8"; \#4; \#8; \#16; \#30; \#50; \#100)}}{100}$$

$$MF = \frac{0+0+0+1.39+13.59+28.59+45.41+78.37+94.86}{100} = 2.62$$

TM	3/8"
TMN	N°4
MF	2.62m

**Tabla 16**

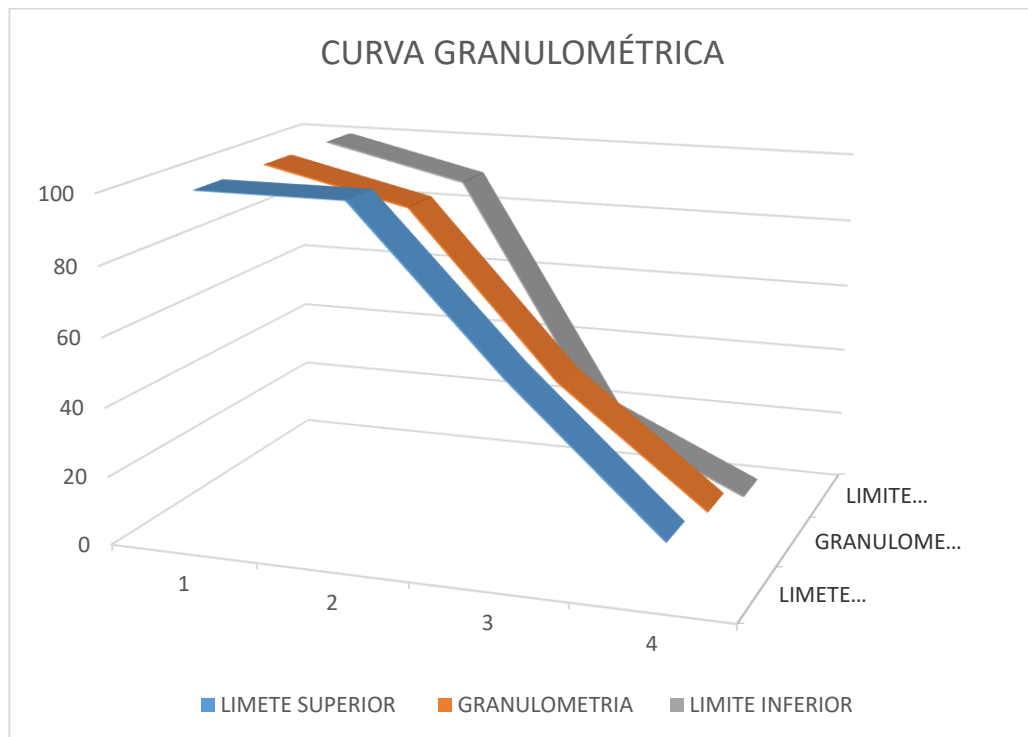
*Limites granulométricos para agregado fino*

# TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR	PORCENTAJE QUE PASA
3/8"	9.5	100	100	100
N°4	4.75	100	95	98.61
N°8	2.36	100	80	86.41
N°16	1.18	85	50	71.39
N°30	0.6	60	25	54.59
N°50	0.3	30	5	21.63
N°100	0.15	10	0	7.00

**Fuente propia**

**Figura 25**

*Grafico del análisis granulométrico A. fino*



**Fuente propia**

- La granulometría del agregado fino si cumple con las especificaciones de la Norma Técnica Peruana NTP 400.012

#### **4.1.2. Peso Unitario Suelto y Compactado de los Agregados**

##### **4.1.2.1 Agregado Fino**

- Volumen del molde = 2790 cm<sup>3</sup>
- Peso del molde vacío = 2738 gr
- Peso inicial del agregado = 4638 gr
- Peso del molde + la muestra suelta = 7376 gr
- Peso del molde + la muestra compactada = 7834 gr

$$\text{P.U.C } (\underline{\text{PESO DEL MOLDE + LA MUESTRA COMPACTADA}}) - \underline{\text{PESO DEL MOLDE}}$$

$$\text{P.U.C } \frac{7834 - 2738}{\text{kg/m}^3} = 1.82652 \text{ gr/cm}^3 = 1826.52$$

$$\text{P.U.S } = \underline{(\text{PESO DEL MOLDE + LA MUESTRA SUELTA})} - \underline{\text{PESO DEL MOLDE VACIO}}$$

$$\text{P.U.S } \frac{7376 - 2738}{\text{kg/m}^3} = 1.66237 \text{ gr/cm}^3 = 1662.37$$

**Tabla 17**

Peso Unitario Suelto Y Compactado De Los Agregados – A. Fino

AGREGADO FINO - CANTERA LEKERSA	MUESTRA	UNIDADES
PESO DEL RECIPIENTE	2.738	Kg
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (1/10 pie <sup>3</sup> )	0.00279	m <sup>3</sup>
PESO INICIAL DEL AGREGADO	4.638	Kg
PESO CON MI MUESTRA SUELTA	7.376	Kg
PESO CON MI MUESTRA COMPACTADA	7.834	Kg
PESO UNITARIO SUELTO	1662.37	Kg/cm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	1826.52	Kg/cm <sup>3</sup>

*Fuente propia*

#### 4.1.2.2 Agregado Grueso

- Volumen del molde = 2800 cm<sup>3</sup>
- Peso del molde vacío = 2738 gr
- Peso inicial del agregado = 4305 gr

- Peso del molde + la muestra suelta = 7043 gr
- Peso del molde + la muestra compactada = 7368 gr

$$P.U.C = \frac{(PESO DEL MOLDE + LA MUESTRA COMPACTADA) - PESO DEL MOLDE VACIO}{VOLUMEN DEL MOLDE}$$

$$P.U.S \quad \frac{7368-2738}{2800} = 1.65357 \text{ gr/cm}^3 = 1653.57 \text{ kg/m}^3$$

$$P.U.S \quad \frac{(PESO DEL MOLDE + LA MUESTRA SUELTA) - PESO DEL MOLDE VACIO}{VOLUMEN DEL MOLDE}$$

$$P.U.C \quad \frac{7043-2738}{2800} = 1.53750 \text{ gr/cm}^3 = 1537.50 \text{ kg/m}^3$$

**Tabla 18**

*Peso Unitario Suelto Y Compactado De Los Agregados – A. Grueso*

AGREGADO GRUESO - CANTERA LEKERSA	MUESTRA	UNIDADES
PESO DEL RECIPIENTE	7.28	Kg
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (1/10 pie <sup>3</sup> )	0.0028	m <sup>3</sup>
PESO INICIAL DEL AGREGADO	43.05	Kg
PESO CON MI MUESTRA SUELTA	70.43	Kg
PESO CON MI MUESTRA COMPACTADA	73.68	Kg
PESO UNITARIO SUELTO	1537.5	Kg/cm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	1653.57	Kg/cm <sup>3</sup>

*Fuente propia*

### 4.1.3. Gravedad Especifica y Absorción de los agregados

#### 4.1.3.1 Agregado Fino

- W saturado superficialmente seco = 500 gr = S
- W agua + probeta = 1037 gr = B
- W agua + probeta + muestra = 1352 gr = C
- W muestra seca = 493.3 gr = A

AGREGADO	
% DE ABSORCION = 1.36	PESO ESPECIFICO = 2.77

$$\text{P. E. Masa} = \frac{A}{B+S-C}$$

$$\text{P. E. Aparente} = \frac{S}{B+S-C}$$

$$\text{P. E. Masa} = \frac{A}{B+A-C}$$

$$\% \text{ de Absorción} = \frac{S-A}{A} \times 100$$

**Tabla 19**

*Porcentaje de Humedad Agregado Fino*

AGREGADO FINO		
	MUESTRA	% HUMEDAD
PESO INICIAL	200	1.06%
PESO SECO	197.9	

*Fuente propia*

#### 4.1.3.2 Agregado Grueso

W saturado superficialmente seco = 3026.3 gr = **B**; W

recipiente = 397.2 W sumergido = 1950gr = **C**

W muestra seca = 3314.2 gr = **A**; W recipiente =  
recipiente = 3048

AGREGADO GRUESO:	
% DE ABSORCION = 1.39	PESO ESPECIFICO = 2.85

$$\text{P. E. Masa} = \frac{A}{B-C}$$

$$\text{P. E. Aparente} = \frac{A}{A-C}$$

$$\text{P. E. Masa} = \frac{B}{B-C}$$

$$\% \text{ de Absorción} = \frac{B-A}{A} \times 100$$

**Tabla 20**

*Porcentaje de Humedad Agregado Grueso*

AGREGADO GRUESO		
	MUESTRA	% HUMEDAD
PESO INICIAL	200	0.55%
PESO SECO	198.9	

*Fuente propia*

### 4.1.3. Diseño de Mezcla

#### DATOS PARA LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO DE MEZCLAS

CARACTERISTICAS		
CANTERA	LEKERSA	
PERFIL	ARENA GRUESA	PIEDRA 1/2 "
MODULO DE FINEZA	2.62	7.7
TMN	N°4	3/4"
PUS	1662.37	1537.5
PUC	1826.52	1653.57
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.06%	0.55%
PESO ESPECIFICO SECO	2.77	2.85
% ABSORCION	1.36%	1.05%

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO

F'C	F'CR
MENOS DE 20	F'C +70
210 A 350	F'C +84
SOBRE 350	F'C +98

$$F'cr = F'c + 84$$

$$F'cr = 210 + 84$$

$$F'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

- SELECCIÓN Y DETERMINACIÓN DEL ASENTAMIENTO

TIPO DE ESTRUCTURA	SLUM MAXIMO	SLUMP MINIMO
COLUMNAS	4"	2"

- DETERMINAR EL AIRE ATRAPADO

TMN AGREGADO GRUESO	AIRE ATRAPADO %
3/4"	2.00%

- DETERMINAR VOLUMEN DE AGUA POR M2

SLUMP	TMN	AGUA DE MEZCLADO
2"-4"	3/4"	205 l/m3

- RELACIÓN AGUA CEMENTO

F'CR	A/C
300	0.55
294	X
250	0.62

$$(300-250) / (294-250) = (0.55-0.62) / (X-0.62)$$

$$50/44 = (-0.07) / (X-0.62)$$

$$X-0.62 = -0.0616$$

$$X = 0.558$$

$$R(A/C) = 0.558$$

$$C = A / 0.578$$

$$C = 205 / 0.578$$

$$C = 367.38 \text{ KG/M}^3$$

$$C = 8.64 \text{ BLS/M}^3$$

- CALCULAR VOLUMEN AGREGADO GRUESO (PIEDRA 1/2")

VOLUMEN PIEDRA 1/2"	
M FINEZA (PIEDRA 1/2")	TMN (PIEDRA 1/2")
2.62	3/4"

2.8	0.67
2.62	X
2.6	0.69

$$(2.80 - 2.60) / (2.62 - 2.60) = (0.67 - 0.69) / (X - 0.69)$$

$$(0.2 / 0.02) = (-0.02 / (X - 0.69))$$

$$X = 0.69$$

- PESO DEL AGREGADO GRUESO (PIEDRA "1/2")

$$= 0.69 * 1653.57$$

$$= 1140.96 \text{ KG/M}^3$$



- CALCULOS DE VOLÚMENES DE MATERIALES

$$\text{VOLUMEN CEMENTO} = (367.38 / (3 * 1000)) = 0.122.$$

$$\text{VOLUMEN DE AGUA} = (205 / 1000) = 0.205$$

$$\text{VOLUMEN DE AIRE} = 2.0 \% = 2 / 100 = 0.02$$

$$\text{VOLUMEN AGREGADO GRUESO} = (1140.96 / (2.85 * 1000)) = 0.400$$

$$\text{VOLUMEN PARCIAL} = VC + VA + VA + VAG = 0.122 + 0.205 + 0.02 + 0.400$$

$$VP = 0.747 \text{ M}^3$$

- CÁLCULO PESO AGREGADO FINO

$$V.\text{Afino} = 1 \text{ m}^3 - V\text{Parcial}$$

$$V.\text{Agregado Fino} = 1 \text{ m}^3 - 0.747 \text{ m}^3$$

$$V.\text{Agregado Fino} = 0.253 \text{ m}^3$$

$$\text{PESO AGREGADO FINO} = 2.53 * 2.77 * 1000 = 708.1 \text{ KG/M}^3$$

### *CORRECIÓN RELATIVA DE LOS AGREGADOS*

PESO AGREGADO (H) = P Ag x (1 + (H%/100)) donde H es el porcentaje de Humedad

$$\text{Ag Fino} = 708.1 * (1 + (1.06/100)) = 715.61 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ag Grueso} = 1140.96 * (1 + (0.55/100)) = 1147.24 \text{ kg/m}^3$$

### *CORRECIÓN DE ABSORCIÓN DE AGREGADOS Y AGUA EFECTIVA*

$$\text{Peso Agregado (Abs)} = P\text{Ag} * ((H\% - \text{Abs}\%) / 100)$$

$$\text{Peso Ag Fino} = 708.1 * ((1.06 - 1.36) / 100) = -2.12$$

$$\text{Peso Ag Grueso} = 1147.24 * ((0.55 - 1.05) / 100) = -5.74$$

$$\text{Humedad de los agregados} = -2.12 - 5.74 = -7.86$$

- CALCULAMOS EL AGUA NETA EFECTIVA  
 Agua de Diseño – Humedad de Agregados  
 $205 - 7.86 = 197.14 \text{ lt/m}^3$
- CALCULAR RELACIÓN AGUA CEMENTO EFECTIVA  
 Diseño = 0.578  
 Efectiva =  $197.14/367.38 = 0.537$

PROPORCIONES

**Tabla 21**

*DOSIFICACIONES DE CONCRETO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA*

ENSAYO	CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA	ASERRÍN
C:PATRON	1	1.95	3.12	22.75 LT/BOL	0
C:0.5% ASERRÍN	1	1.95	3.12	22.75 LT/BOL	0.004
C:0.5% ASERRÍN	1	1.95	3.12	22.75 LT/BOL	0.009

Fuente propia

#### 4.1.4. Resultados del concreto en estado fresco

**Tabla 22**

Resultados en estado fresco con concreto patrón

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN ESTADO FRESCO DEL CONCRETO PATRON					
ENSAYO 1: F'C 210 Kg/cm <sup>2</sup>					
CONCRETO PATRON 210 KG/CM <sup>2</sup>			ENSAYOS EN ESTADO FRESCO		
			SLUMP	3 1/7	in
ASERRÍN	NO		TEMPERATURA	19	C°
Cantidad	NO	Kg	SEGREGACIÓN	NO	PRESENTA
SUPERPLASTIFICANTE	NO				
Cantidad	NO	Kg	EXUDACIÓN	NO	PRESENTA
			RELACIÓN A/C DE ENSAYO	0.558	

*Fuente propia*

**Tabla 23**

Resultados en estado fresco con concreto patrón con adición de aserrín

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN ESTADO FRESCO DEL CONCRETO PATRON CON ADICIÓN DE 0.5% DE ASERRIN CON RESPECTO AL VOLUMEN DEL CONCRETO					
ENSAYO 2: F'C 210 Kg/cm <sup>2</sup>					
CONCRETO PATRON 210 KG/CM <sup>2</sup> CON 0.5% DE ADICIÓN DE ASERRÍN			ENSAYOS EN ESTADO FRESCO		
			SLUMP	3	in
ASERRÍN	SÍ		TEMPERATURA	18	C°
Cantidad	0.425	Kg	SEGREGACIÓN	NO	PRESENTA
SUPERPLASTIFICANTE	SÍ				
Cantidad	0.0125	Kg	EXUDACIÓN	NO	PRESENTA
			RELACIÓN A/C DE ENSAYO	0.54	

*Fuente propia*

**Tabla 24**

*Resultados en estado fresco con concreto patrón con adición de aserrín.*

<b>RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN ESTADO FRESCO DEL CONCRETO PATRON CON ADICIÓN DE 1.0% DE ASERRÍN CON RESPECTO AL VOLUMEN DEL CONCRETO</b>				
<b>ENSAYO 2: F'C 210 Kg/cm2</b>				
CONCRETO PATRON 210 KG/CM2 CON 0.5% DE ADICIÓN DE ASERRÍN			ENSAYOS EN ESTADO FRESCO	
			SLUMP	2 1/7 in
ASERRÍN	SÍ		TEMPERATURA	20 C°
Cantidad	0.85	Kg	SEGREGACIÓN	NO PRESENTA
SUPERPLASTIFICANTE	SÍ			
Cantidad	0.0125	Kg	EXUDACIÓN	NO PRESENTA
			RELACIÓN A/C DE ENSAYO	0.55

*Fuente propia*

#### 4.1.5. Resultados del concreto en estado endurecido

##### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**Tabla 25**

*Resultados de roturas de probetas de concreto patrón a 24 h*

<b>ROTURA DE PROBETAS 24H DE CURADO CONCRETO PATRON</b>		
PESO KG	DIÁMETRO CM	RESISTENCIA kg/m2
13002	15.12	179.50
13089	15.21	179.20
13029	15.20	178.90
13095	15.21	172.30
13058	15.20	180.40
13033	15.22	172.00
13034	15.20	174.00
13056	15.22	181.10
13073	15.21	177.00
13053	15.15	183.30
13026	15.21	180.60
13054	15.18	185.30

*Fuente propia*

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

N	11	CANTIDAD DE DATOS
PROMEDIO	178.29	MEDIA ARIMETICA
$\sigma$	2.91116971	DESVIACION POBLACIONAL
S	2.77569141	DESVIACION MUESTRAL
$\sum x$	1961.20	SUMA DE LOS N DATOS
$\sum$	349748.88	SUMA DE LOS CUADRADOS
Min	173.00	VALOR MINIMO DE LOS DATOS
Max	182.95	VALOR MAXIMO DE LOS DATOS

**Tabla 26**

*Resultados del promedio de la resistencia del concreto patrón a 24h*

N° DE PROBETAS	RESISTENCIA KG/CM <sup>2</sup>	PROMEDIO	LÍMITE MÁXIMO	LIMITE MÍNIMO
1	179.35	178.29	182.95	173.00
2	179.05	178.29	182.95	173.00
3	175.60	178.29	182.95	173.00
4	176.35	178.29	182.95	173.00
5	176.20	178.29	182.95	173.00
6	173.00	178.29	182.95	173.00
7	177.55	178.29	182.95	173.00
8	179.05	178.29	182.95	173.00
9	180.15	178.29	182.95	173.00
10	181.95	178.29	182.95	173.00
11	182.95	178.29	182.95	173.00

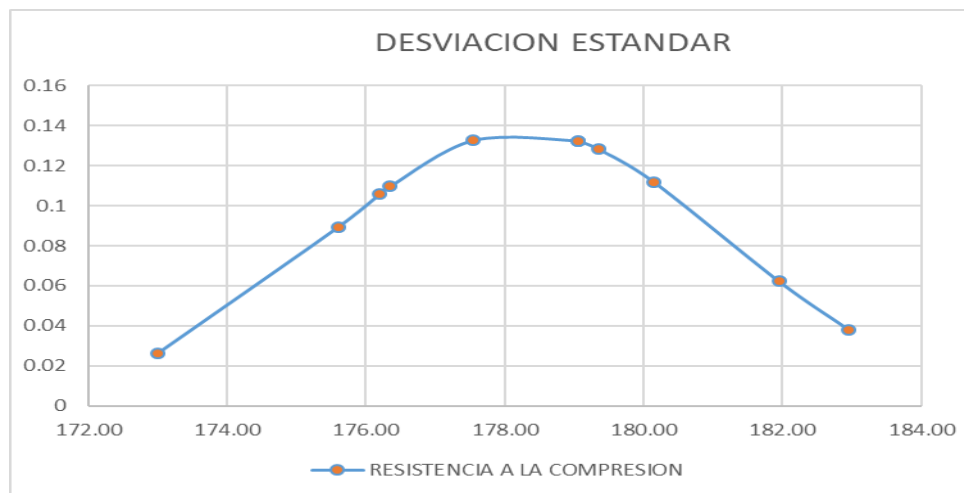
*Fuente propia*

Error absoluto = 2.32

Error Relativo =  $(2.32/178.29) * 100 = 1.30$

**Figura 26**

*Desviación estándar concreto patrón a 24h de rotura*



*Fuente propia*

**Tabla 27***Resultados de roturas de probetas de concreto patrón a 3 días*

ROTURA DE PROBETAS 3 DÍAS DE CURADO CONCRETO PATRON		
PESO KG	DIÁMETRO CM	RESISTENCIA kg/m <sup>2</sup>
12925	12.59	198.80
12936	12.59	196.10
12919	12.58	197.80
12975	12.60	188.80
12926	12.60	195.50
12816	12.60	192.30
12936	12.60	194.60
12975	12.58	198.70
12856	12.59	195.00
12876	12.59	184.00
12934	12.59	186.30
12920	12.60	185.90

*Fuente propia***ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

N	11	CANTIDAD DE DATOS
PROMEDIO	192.86	MEDIA ARIMETICA
$\sigma$	4.32017466	DESVIACION POBLACIONAL
S	4.11912492	DESVIACION MUESTRAL
$\sum x$	2121.45	SUMA DE LOS N DATOS
$\sum$	409327.558	SUMA DE LOS CUADRADOS
Min	185.15	VALOR MINIMO DE LOS DATOS
Max	197.45	VALOR MAXIMO DE LOS DATOS

**Tabla 28***Resultados del promedio de la resistencia del concreto patrón a 3 días*

Nº DE PROBETAS	RESISTENCIA KG/CM <sup>2</sup>	PROMEDIO	LÍMITE MÁXIMO	LÍMITE MÍNIMO
1	197.45	192.86	197.45	185.15
2	196.95	192.86	197.45	185.15
3	193.30	192.86	197.45	185.15
4	192.15	192.86	197.45	185.15
5	193.90	192.86	197.45	185.15
6	193.45	192.86	197.45	185.15
7	196.65	192.86	197.45	185.15
8	196.85	192.86	197.45	185.15
9	189.50	192.86	197.45	185.15
10	185.15	192.86	197.45	185.15
11	186.10	192.86	197.45	185.15

*Fuente propia*

Error absoluto = 3.37

Error Relativo =  $(3.37/192.86) * 100 = 1.75$

**Figura 27**

*Desviación estándar concreto patrón a 3 días de rotura*



*Fuente propia*

**Tabla 29**

Resultados de roturas de probetas de concreto patrón a 7 días

ROTURA DE PROBETAS 7 DÍAS DE CURADO CONCRETO PATRON		
PESO KG	DIÁMETRO CM	RESISTENCIA kg/m2
13011	12.59	224.80
13101	12.59	212.00
13028	12.58	225.00
12986	12.60	222.80
13090	12.60	189.90
12999	12.60	211.50
13037	12.60	216.90
12980	12.58	213.50
13020	12.59	219.50
13015	12.59	207.20
13045	12.59	206.60
13053	12.60	212.40

*Fuente propia*

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

N	11	CANTIDAD DE DATOS
PROMEDIO	213.05	MEDIA ARIMETICA
$\sigma$	6.64697129	DESVIACION POBLACIONAL
S	6.33763845	DESVIACION MUESTRAL
$\sum x$	2343.50	SUMA DE LOS N DATOS
$\sum$	499713.845	SUMA DE LOS CUADRADOS
Min	200.70	VALOR MINIMO DE LOS DATOS
Max	223.90	VALOR MAXIMO DE LOS DATOS

**Tabla 30**

*Resultados del promedio de la resistencia del concreto patrón a 7 días*

Nº DE PROBETAS	RESISTENCIA KG/CM <sup>2</sup>	PROMEDIO	LÍMITE MÁXIMO	LÍMITE MÍNIMO
1	218.40	213.05	223.90	200.70
2	218.50	213.05	223.90	200.70
3	223.90	213.05	223.90	200.70
4	206.35	213.05	223.90	200.70
5	200.70	213.05	223.90	200.70
6	214.20	213.05	223.90	200.70
7	215.20	213.05	223.90	200.70
8	216.50	213.05	223.90	200.70
9	213.35	213.05	223.90	200.70
10	206.90	213.05	223.90	200.70
11	209.50	213.05	223.90	200.70

*Fuente propia*

Error Absoluto = 5.22

Error Relativo =  $(5.22/213.05) * 100 = 2.45$

**Figura 28**

*Desviación estándar concreto patrón a 7 días de rotura*



*Fuente propia*



**Tabla 31***Resultados de roturas de probetas de concreto patrón a 28 días*

ROTURA DE PROBETAS 28 DÍAS DE CURADO CONCRETO PATRON		
PESO KG	DIÁMETRO CM	RESISTENCIA kg/m <sup>2</sup>
13049	12.59	248.90
13097	12.59	247.70
13136	12.59	252.00
13138	12.60	268.90
13154	12.60	245.90
13091	12.59	258.50
13145	12.59	247.70
13045	12.59	257.80
13117	12.60	256.50
13108	12.60	251.00
13152	12.60	263.20
13048	12.60	250.80

**Fuente propia****ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

N	11	CANTIDAD DE DATOS
PROMEDIO	254.46	MEDIA ARIMETICA
$\sigma$	3.67102289	DESVIACION POBLACIONAL
S	3.50018299	DESVIACION MUESTRAL
$\sum x$	2799.05	SUMA DE LOS N DATOS
$\sum$	712378.483	SUMA DE LOS CUADRADOS
Min	248.30	VALOR MINIMO DE LOS DATOS
Max	260.45	VALOR MAXIMO DE LOS DATOS

**Tabla 32***Resultados del promedio de la resistencia del concreto patrón a 28 días*

N° DE PROBETAS	RESISTENCIA KG/CM <sup>2</sup>	PROMEDIO	LÍMITE MÁXIMO	LÍMITE MÍNIMO
1	248.30	254.46	260.45	248.30
2	249.85	254.46	260.45	248.30
3	260.45	254.46	260.45	248.30
4	257.40	254.46	260.45	248.30
5	252.20	254.46	260.45	248.30
6	253.10	254.46	260.45	248.30
7	252.75	254.46	260.45	248.30
8	257.15	254.46	260.45	248.30
9	253.75	254.46	260.45	248.30
10	257.10	254.46	260.45	248.30
11	257.00	254.46	260.45	248.30

**Fuente propia**

Error Absoluto = 3.06

Error Relativo =  $(3.06/254.46) * 100 = 1.20$

Figura 29

*Desviación estándar concreto patrón a 28 días de rotura*

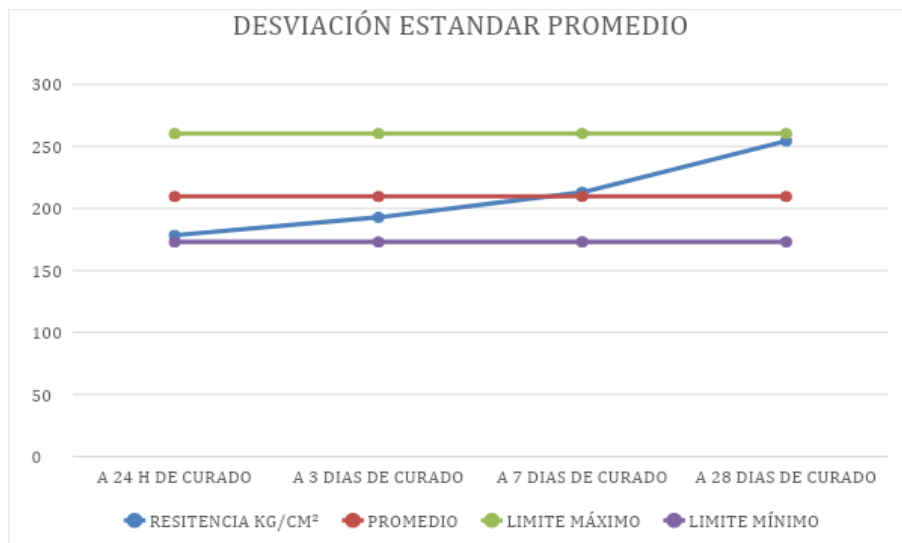


*Fuente propia*

**ANÁLISIS COMPARATIVO (GRAFICAMENTE) DE LA DESVIACIÓN ESTANDAR DE ACUERDO A LOS DÍAS PARA REALIZAR LA PRUEBA (24H, 3DÍAS, 7DÍAS, 28DÍAS) PARA UN CONCRETO PATRON F'C 210 KG/CM<sup>2</sup>**

Figura 30

*Desviación estándar promedio de concreto patrón*



*Fuente propia*

**Tabla 33***Probetas de concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 24 H*

ROTURA DE PROBETAS 24H DE CURADO ADICIÓN DE ASERRÍN 0.5%		
PESO KG	DIÁMETRO CM	RESISTENCIA kg/m <sup>2</sup>
12716	15.60	199.80
12688	15.60	193.60
12729	15.60	197.20
13353	12.59	193.40
12785	12.59	205.30
12386	12.58	198.70
12745	12.60	198.00
12660	12.59	195.50
12743	12.59	187.50
12435	12.59	183.30
12389	12.59	187.60
12568	12.59	198.50

*Fuente propia***ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

N	11	CANTIDAD DE DATOS
PROMEDIO	194.48	MEDIA ARITMETICA
$\sigma$	5.30807704	DESVIACION POBLACIONAL
S	3.50018299	DESVIACION MUESTRAL
$\sum x$	2139.25	SUMA DE LOS N DATOS
$\sum$	416317.263	SUMA DE LOS CUADRADOS
Min	185.40	VALOR MINIMO DE LOS DATOS
Max	202.00	VALOR MAXIMO DE LOS DATOS

**Tabla 34***Promedio Resistencia del concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 24 H*

N° DE PROBETAS	RESISTENCIA KG/CM <sup>2</sup>	PROMEDIO	LÍMITE MÁXIMO	LÍMITE MÍNIMO
1	196.70	194.48	202.00	185.40
2	195.40	194.48	202.00	185.40
3	195.30	194.48	202.00	185.40
4	199.35	194.48	202.00	185.40
5	202.00	194.48	202.00	185.40
6	198.35	194.48	202.00	185.40
7	196.75	194.48	202.00	185.40
8	191.50	194.48	202.00	185.40
9	185.40	194.48	202.00	185.40
10	185.45	194.48	202.00	185.40
11	193.05	194.48	202.00	185.40

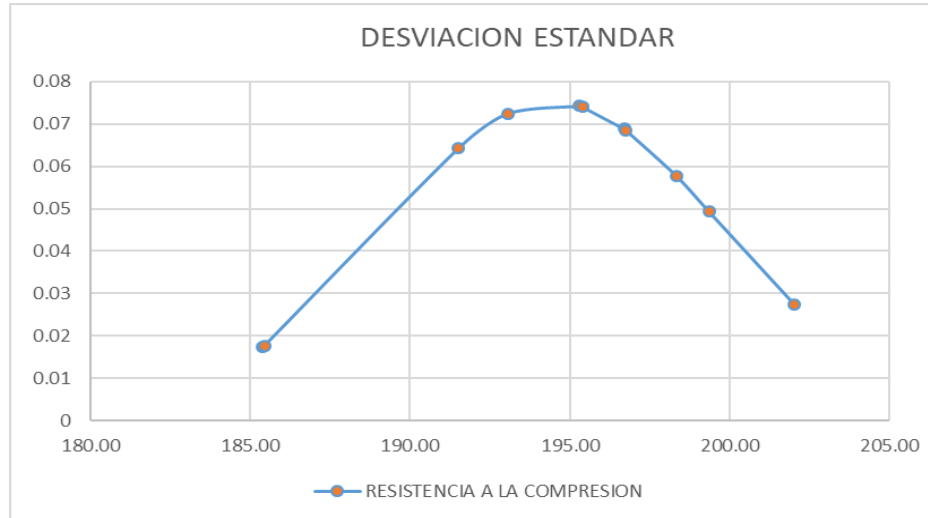
*Fuente propia*

Error Absoluto = 4.09

Error Relativo =  $(4.09/194.48) * 100 = 2.10$

**Figura 31**

*Desviación estándar concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 24 H de rotura*



**Fuente propia**

**Tabla 35**

*Roturas de probetas de concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 3 días*

ROTURA DE PROBETAS 3 DÍAS DE CURADO ADICIÓN DE ASERRÍN 0.5%		
PESO KG	DIÁMETRO CM	RESISTENCIA kg/m2
12524	12.59	223.40
12534	12.59	227.90
12567	12.59	221.10
12603	12.60	226.60
12600	12.60	228.30
12580	12.60	222.40
12576	12.59	219.50
12575	12.60	217.40
12549	12.05	218.60
12538	12.05	219.00
12550	12.60	220.50
12568	12.59	216.40

**Fuente propia**

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

N	11	CANTIDAD DE DATOS
PROMEDIO	221.93	MEDIA ARIMETICA
$\sigma$	3.48528074	DESVIACION POBLACIONAL
S	3.3230848	DESVIACION MUESTRAL
$\sum x$	2441.20	SUMA DE LOS N DATOS
$\sum$	541890.33	SUMA DE LOS CUADRADOS
Min	218.00	VALOR MINIMO DE LOS DATOS
Max	227.45	VALOR MAXIMO DE LOS DATOS

**Tabla 36**

*Promedio Resistencia del concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 3 días*

N° DE PROBETAS	RESISTENCIA KG/CM <sup>2</sup>	PROMEDIO	LIMITE MÁXIMO	LIMITE MÍNIMO
1	225.65	221.93	227.45	218.00
2	224.50	221.93	227.45	218.00
3	223.85	221.93	227.45	218.00
4	227.45	221.93	227.45	218.00
5	225.35	221.93	227.45	218.00
6	220.95	221.93	227.45	218.00
7	218.45	221.93	227.45	218.00
8	218.00	221.93	227.45	218.00
9	218.80	221.93	227.45	218.00
10	219.75	221.93	227.45	218.00
11	218.45	221.93	227.45	218.00

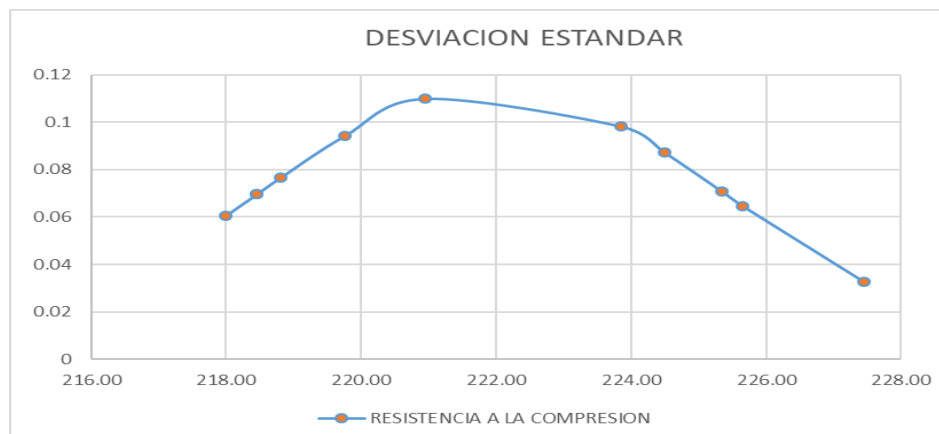
*Fuente propia*

Error Absoluto = 3.12

Error Relativo =  $(3.12/221.93) * 100 = 1.41$

**Figura 32**

*Desviación estándar concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 3 días de rotura*



*Fuente propia*

**Tabla 37***Probetas de concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 7 días*

ROTURA DE PROBETAS 7 DÍAS DE CURADO ADICIÓN DE ASERRÍN 0.5%		
PESO KG	DIÁMETRO CM	RESISTENCIA kg/m <sup>2</sup>
12723	12.59	207.40
12648	12.59	236.20
12760	12.59	238.00
12593	12.59	244.20
12791	12.59	241.00
12603	12.59	239.50
12705	12.59	234.50
12610	12.60	239.70
12748	12.05	237.50
12661	12.05	247.50
12702	12.59	241.10
12652	12.59	238.50

*Fuente propia***ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

N	11	CANTIDAD DE DATOS
PROMEDIO	238.38	MEDIA ARIMETICA
$\sigma$	6.02384278	DESVIACION POBLACIONAL
S	5.74350873	DESVIACION MUESTRAL
$\sum x$	2622.15	SUMA DE LOS N DATOS
$\sum$	625423.833	SUMA DE LOS CUADRADOS
Min	221.80	VALOR MINIMO DE LOS DATOS
Max	244.30	VALOR MAXIMO DE LOS DATOS

**Tabla 38**

*Promedio Resistencia del concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 7 días*

N° DE PROBETAS	RESISTENCIA KG/CM <sup>2</sup>	PROMEDIO	LÍMITE MÁXIMO	LÍMITE MÍNIMO
1	221.80	238.38	244.30	221.80
2	237.10	238.38	244.30	221.80
3	241.10	238.38	244.30	221.80
4	242.60	238.38	244.30	221.80
5	240.25	238.38	244.30	221.80
6	237.00	238.38	244.30	221.80
7	237.10	238.38	244.30	221.80
8	238.60	238.38	244.30	221.80
9	242.50	238.38	244.30	221.80
10	244.30	238.38	244.30	221.80
11	239.80	238.38	244.30	221.80

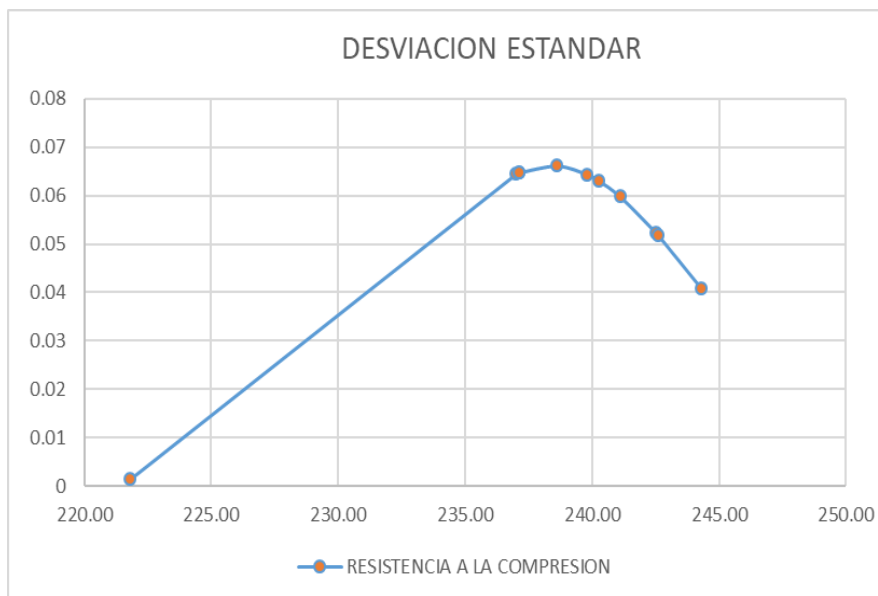
*Fuente propia*

Error Absoluto = 3.73

Error Relativo =  $(3.73/238.38) * 100 = 1.56$

**Figura 33**

*Desviación estándar concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 7 días de rotura*



*Fuente propia*

**Tabla 39***Roturas de probetas de concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 28 días*

ROTURA DE PROBETAS 28 DÍAS DE CURADO ADICIÓN DE ASERRÍN 0.5%		
PESO KG	DIAMETRO CM	RESISTENCIA kg/m <sup>2</sup>
13049	12.59	298.10
13097	12.59	297.70
13136	12.59	292.00
13138	12.60	288.30
13154	12.60	285.20
13091	12.59	288.50
13145	12.59	287.70
13045	12.59	297.80
13117	12.60	306.50
13108	12.60	291.00
13152	12.60	283.20
13048	12.60	290.80

*Fuente propia***ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

N	11	CANTIDAD DE DATOS
PROMEDIO	292.03	MEDIA ARIMETICA
$\sigma$	5.60175297	DESVIACION POBLACIONAL
S	5.34106189	DESVIACION MUESTRAL
$\sum x$	3212.35	SUMA DE LOS N DATOS
$\sum$	938422.208	SUMA DE LOS CUADRADOS
Min	286.75	VALOR MINIMO DE LOS DATOS
Max	302.15	VALOR MAXIMO DE LOS DATOS



**Tabla 40**

*Promedio de la resistencia del concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 28 días*

N° DE PROBETAS	RESISTENCIA KG/CM <sup>2</sup>	PROMEDIO	LÍMITE MÁXIMO	LÍMITE MÍNIMO
1	297.90	292.03	302.15	286.75
2	294.85	292.03	302.15	286.75
3	290.15	292.03	302.15	286.75
4	286.75	292.03	302.15	286.75
5	286.85	292.03	302.15	286.75
6	288.10	292.03	302.15	286.75
7	292.75	292.03	302.15	286.75
8	302.15	292.03	302.15	286.75
9	298.75	292.03	302.15	286.75
10	287.10	292.03	302.15	286.75
11	287.00	292.03	302.15	286.75

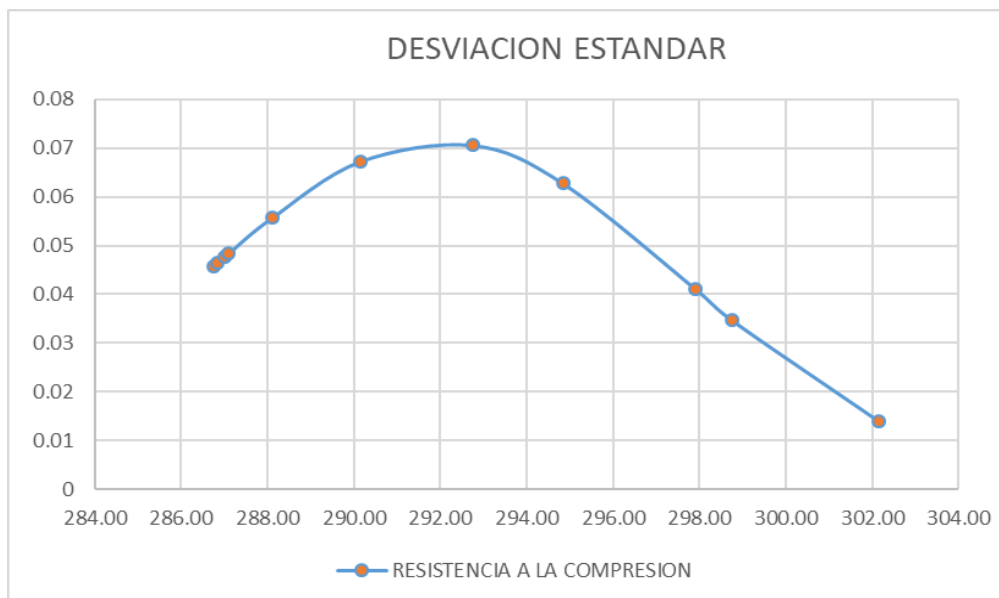
**Fuente propia**

Error Absoluto = 4.77

Error Relativo =  $(4.77/292.03) * 100 = 1.63$

**Figura 34**

*Desviación estándar concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín a 28 días de rotura*

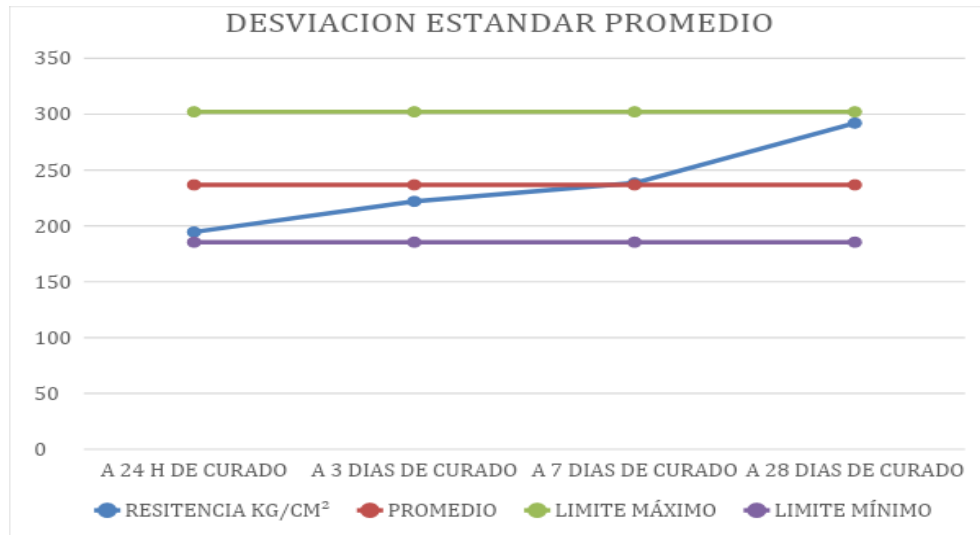


**Fuente propia**

**ANÁLISIS COMPARATIVO (GRAFICAMENTE) DE LA DESVIACIÓN ESTANDAR DE ACUERDO A LOS DÍAS DE CURADO (24H, 3DÍAS, 7DÍAS, 28DÍAS) PARA UN CONCRETO PATRON F'C 210 KG/CM<sup>2</sup> CON ADICIÓN 0.5 % DE ASERRÍN**

**Figura 35**

*Desviación estándar promedio de concreto patrón con adición de 0.5% de aserrín*



*Fuente propia*

**Tabla 41**

*Roturas de probetas de concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 24 H*

ROTURA DE PROBETAS 24H DE CURADO ADICIÓN DE ASERRÍN 1.0%		
PESO KG	DIÁMETRO CM	RESISTENCIA kg/m2
12068	12.60	177.40
12014	12.60	176.50
12011	12.59	179.10
12110	12.59	175.10
12057	12.59	171.70
12065	12.58	168.90
12078	12.58	172.50
12042	12.59	173.60
12018	12.60	174.80
12025	12.05	175.00
12037	12.60	169.40
12032	12.59	170.40

*Fuente propia*

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

N	11	CANTIDAD DE DATOS
PROMEDIO	173.68	MEDIA ARIMETICA
$\sigma$	2.79966719	DESVIACION POBLACIONAL
S	2.66937793	DESVIACION MUESTRAL
$\sum x$	1910.50	SUMA DE LOS N DATOS
$\sum$	331897.495	SUMA DE LOS CUADRADOS
Min	169.90	VALOR MINIMO DE LOS DATOS
Max	177.80	VALOR MAXIMO DE LOS DATOS

**Tabla 42**

*Promedio de la resistencia del concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 24 H*

N° DE PROBETAS	RESISTENCIA KG/CM <sup>2</sup>	PROMEDIO	LÍMITE MÁXIMO	LÍMITE MÍNIMO
1	176.95	173.68	177.8	169.90
2	177.80	173.68	177.8	169.90
3	177.10	173.68	177.8	169.90
4	173.40	173.68	177.8	169.90
5	170.30	173.68	177.8	169.90
6	170.70	173.68	177.8	169.90
7	173.05	173.68	177.8	169.90
8	174.20	173.68	177.8	169.90
9	174.90	173.68	177.8	169.90
10	172.20	173.68	177.8	169.90
11	169.90	173.68	177.8	169.90

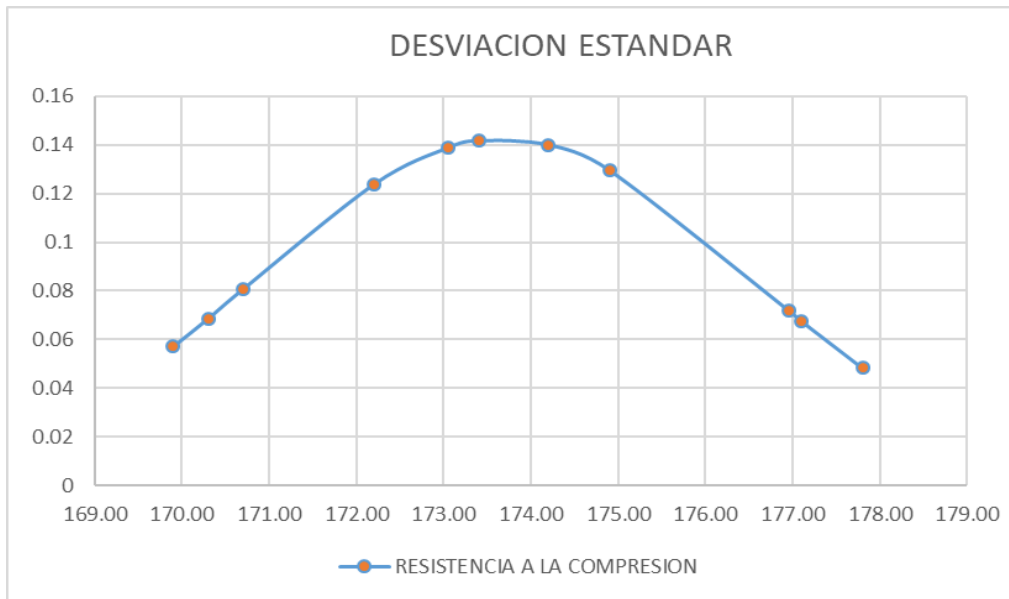
***Fuente propia***

Error Absoluto = 2.28

Error Relativo =  $(2.28/173.68) * 100 = 1.31$

**Figura 36**

Desviación estándar concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 24 H de rotura



*Fuente propia*

**Tabla 43**

*Roturas de probetas de concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 3 días*

ROTURA DE PROBETAS 3 DÍAS DE CURADO ADICIÓN DE ASERRIN 1.0%		
PESO KG	DIAMETRO CM	RESISTENCIA kg/m2
12760	12.59	195.80
12742	12.59	196.30
12348	12.59	192.20
12446	12.59	195.60
12346	12.59	197.50
12344	12.59	198.50
12540	12.60	190.40
12683	12.60	188.70
12749	12.59	188.20
12756	12.59	187.00
12430	12.59	191.50
12360	12.59	192.70

*Fuente propia*

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

N	11	CANTIDAD DE DATOS
PROMEDIO	192.74	MEDIA ARIMETICA
$\sigma$	3.56761953	DESVIACION POBLACIONAL
S	3.40159175	DESVIACION MUESTRAL
$\sum x$	2120.15	SUMA DE LOS N DATOS
$\sum$	408766.918	SUMA DE LOS CUADRADOS
Min	187.60	VALOR MINIMO DE LOS DATOS
Max	198.00	VALOR MAXIMO DE LOS DATOS

**Tabla 44**

Promedio de la resistencia del concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 3 días

N° DE PROBETAS	RESISTENCIA KG/CM <sup>2</sup>	PROMEDIO	LÍMITE MÁXIMO	LÍMITE MÍNIMO
1	196.05	192.74	198.00	187.60
2	194.25	192.74	198.00	187.60
3	193.90	192.74	198.00	187.60
4	196.55	192.74	198.00	187.60
5	198.00	192.74	198.00	187.60
6	194.45	192.74	198.00	187.60
7	189.55	192.74	198.00	187.60
8	188.45	192.74	198.00	187.60
9	187.60	192.74	198.00	187.60
10	189.25	192.74	198.00	187.60
11	192.10	192.74	198.00	187.60

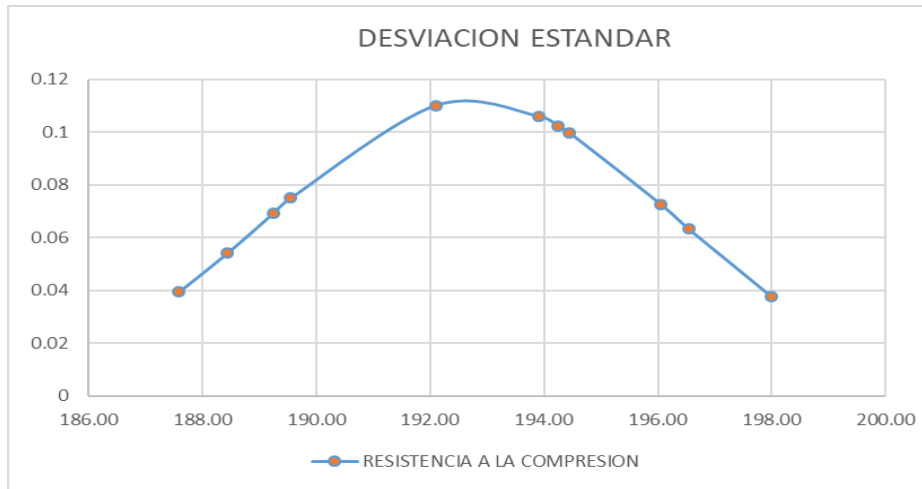
*Fuente propia*

Error Absoluto = 3.05

Error Relativo =  $(3.05/192.74) * 100 = 1.58$

**Figura 37**

*Desviación estándar concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 3 días de rotura*



**Fuente propia**

**Tabla 45**

*Roturas de probetas de concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 7 días*

ROTURA DE PROBETAS 7 DÍAS DE CURADO ADICIÓN DE ASERRÍN 1.0%		
PESO KG	DIÁMETRO CM	RESISTENCIA kg/m2
12760	12.59	190.10
12742	12.59	192.10
12348	12.59	195.40
12446	12.59	211.70
12346	12.59	198.70
12344	12.59	194.00
12540	12.60	198.90
12683	12.60	203.90
12749	12.59	202.00
12756	12.59	210.40
12430	12.59	216.80
12360	12.59	204.10

**Fuente propia**

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

N	11	CANTIDAD DE DATOS
PROMEDIO	201.91	MEDIA ARIMETICA
$\sigma$	6.97863949	DESVIACION POBLACIONAL
S	6.65387167	DESVIACION MUESTRAL
$\sum x$	2221.00	SUMA DE LOS N DATOS
$\sum$	448927.105	SUMA DE LOS CUADRADOS
Min	191.10	VALOR MINIMO DE LOS DATOS
Max	213.60	VALOR MAXIMO DE LOS DATOS

**Tabla 46**

Promedio de la resistencia del concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 7 días

N° DE PROBETAS	RESISTENCIA KG/CM <sup>2</sup>	PROMEDIO	LÍMITE MÁXIMO	LÍMITE MÍNIMO
1	191.10	201.91	213.60	191.10
2	193.75	201.91	213.60	191.10
3	203.55	201.91	213.60	191.10
4	205.20	201.91	213.60	191.10
5	196.35	201.91	213.60	191.10
6	196.45	201.91	213.60	191.10
7	201.40	201.91	213.60	191.10
8	202.95	201.91	213.60	191.10
9	206.20	201.91	213.60	191.10
10	213.60	201.91	213.60	191.10
11	210.45	201.91	213.60	191.10

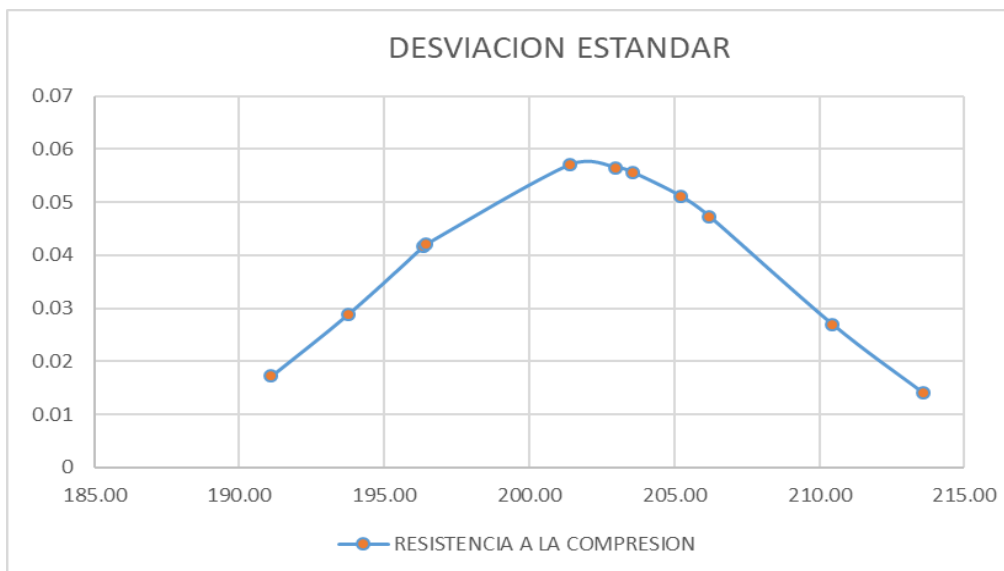
*Fuente propia*

Error Absoluto = 5.54

Error Relativo =  $(5.54/201.91) * 100 = 2.74$

**Figura 38**

Desviación estándar concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 7 días de rotura



*Fuente propia*

**Tabla 47**

*Probetas de concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 28 días*

ROTURA DE PROBETAS 28 DÍAS DE CURADO ADICIÓN DE ASERRÍN 1.0%		
PESO KG	DIÁMETRO CM	RESISTENCIA kg/m <sup>2</sup>
13049	12.59	258.90
13097	12.59	267.70
13136	12.59	252.00
13138	12.60	268.60
13154	12.60	255.80
13091	12.59	258.50
13145	12.59	267.50
13045	12.59	247.10
13117	12.60	265.50
13108	12.60	255.00
13152	12.60	260.40
13048	12.60	250.40

*Fuente propia*

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

N	11	CANTIDAD DE DATOS
PROMEDIO	259.34	MEDIA ARIMETICA
$\sigma$	2.7509833	DESVIACION POBLACIONAL
S	2.62295966	DESVIACION MUESTRAL
$\sum x$	2852.75	SUMA DE LOS N DATOS
$\sum$	739910.458	SUMA DE LOS CUADRADOS
Min	255.40	VALOR MINIMO DE LOS DATOS
Max	263.30	VALOR MAXIMO DE LOS DATOS

**Tabla 48**

*Promedio de la resistencia del concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 28 días*

Nº DE PROBETAS	RESISTENCIA KG/CM <sup>2</sup>	PROMEDIO	LÍMITE MÁXIMO	LÍMITE MÍNIMO
1	263.30	259.34	263.30	255.40
2	259.85	259.34	263.30	255.40
3	260.30	259.34	263.30	255.40
4	262.20	259.34	263.30	255.40
5	257.15	259.34	263.30	255.40
6	263.00	259.34	263.30	255.40
7	257.30	259.34	263.30	255.40
8	256.30	259.34	263.30	255.40
9	260.25	259.34	263.30	255.40
10	257.70	259.34	263.30	255.40
11	255.40	259.34	263.30	255.40

*Fuente propia*

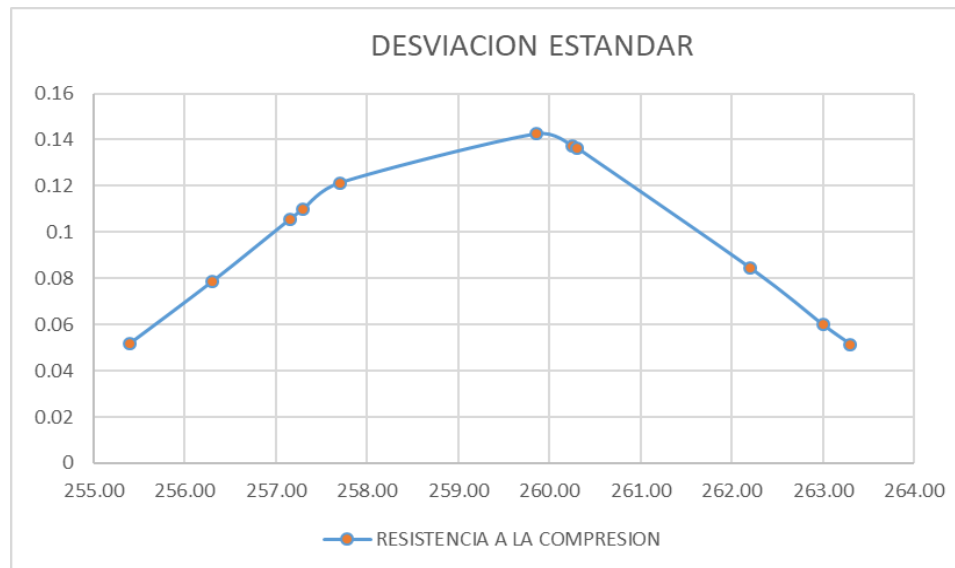


Error Absoluto = 2.34

Error Relativo =  $(2.34/259.34) * 100 = 0.90$

**Figura 39**

Desviación estándar concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín a 28 días de rotura

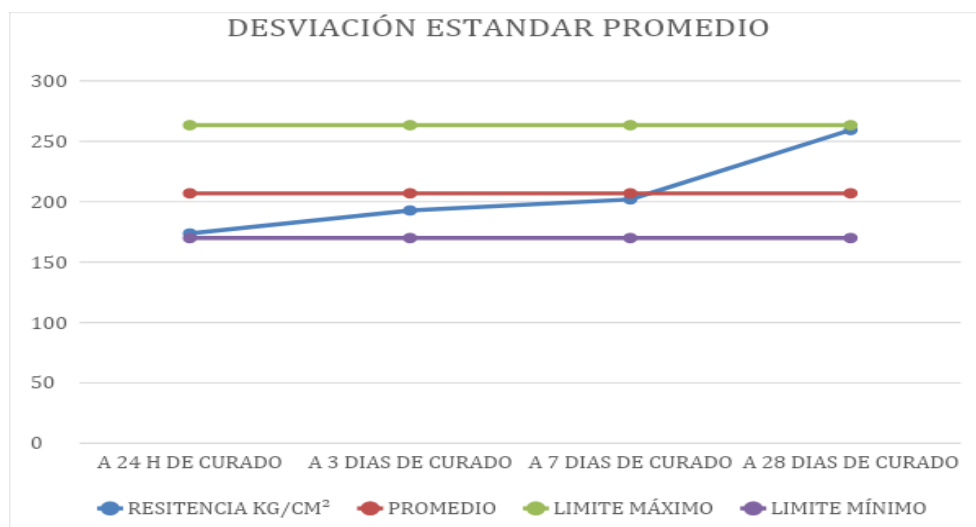


*Fuente propia*

**ANÁLISIS COMPARATIVO (GRAFICAMENTE) DE LA DESVIACIÓN ESTANDAR DE ACUERDO A LOS DÍAS DE CURADO (24H, 3DÍAS, 7DÍAS, 28DÍAS) PARA UN CONCRETO PATRON F'C 210 KG/CM<sup>2</sup> CON ADICIÓN 1.0 % DE ASERRÍN**

**Figura 40**

Desviación estándar promedio de concreto patrón con adición de 1.0% de aserrín



*Fuente propia*

## 4.2. Prueba de Hipótesis

Se planteó en la hipótesis que la adición de aserrín de Madera, en porcentajes de 0.5%, 1.0%, del volumen del concreto, mejora en un 10% la resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido, y el asentamiento en estado fresco para un concreto patrón  $f'_c = 210 \text{ kg/m}^2$ .

Debido a los estudios realizados se llegó a la conclusión que, si mejora en el estado fresco del concreto, específicamente en el slump o asentamiento, la prueba que se hizo nos dio como resultado que los 3 concreto tanto el patrón como los que adicionamos con aserrín cumplieron dentro del rango del slump para el cual diseñamos el concreto, pero cabe resaltar que no aumento el slump la adición de aserrín por el contrario la disminuyo en 20% y 40% para los concreto con adición de aserrín de 0.5% y 1.0% respectivamente, no cumpliendo con la hipótesis establecida.

Analizando los resultados en estado endurecido del concreto pudimos comprobar de acuerdo a las resistencias obtenidas, que el concreto con adición de 0.5% de aserrín mejoro en un 12 % la resistencia a la compresión, verificando la hipótesis que se planteó, en tanto el concreto con adición de 1.0% de aserrín solo llego a mejorar en un 1.8%, no cumpliendo con la hipótesis establecida, concluyendo que solo uno de los concreto con adición de aserrín cumplió con lo planteado en la hipótesis.

## V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Para el concreto en estado fresco: Asentamiento o Slump

La prueba del asentamiento se realiza para verificar la consistencia del concreto y ver cómo se va modificando respecto a los 3 concretos que diseñamos, este ensayo se realizó y los resultados según el tipo de concreto fueron los siguientes:

Para el concreto patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> el asentamiento fue de 10 cm, que hace referencia a 2" y está dentro del margen del slump con el que se realizó el diseño de mezclas que fue entre "2 y 4"

Para el concreto patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5% de aserrín el asentamiento fue de 8 cm dando un poco más de 3" y está dentro del margen del slump con el que se realizó el diseño de mezclas que fue entre "2 y 4"

Para el concreto patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 1.0% de aserrín el asentamiento fue de 6 cm dando un poco más de 2" y está dentro del margen del slump con el que se realizó el diseño de mezclas que fue entre "2 y 4"

Con esto se puede afirmar que los 3 asentamientos cumplen con el margen que se establece, pero también podemos afirmar que el slump del concreto con adición de aserrín si se modifica con respecto al slump del concreto patrón, puesto que al ser el aserrín un material que tiene bastante absorción de agua permitió reducir el slump en 2 cm para el concreto con 0.5% de adición de aserrín, y 4cm para el concreto con adición de aserrín de 1.0% y con esto podemos ver que respecto a lo que se planteó en la hipótesis no aumenta realmente el slump, sino que lo disminuye en por porcentajes de 20% y 40% para el concreto con adición de aserrín de 0.5% y 1.0% respectivamente.

Para el concreto en estado endurecido: Resistencia a la Compresión.

El ensayo de resistencia a la compresión que se realizó fue para obtener los máximos esfuerzos que resiste el concreto y ver cómo se van modificando respecto a los 3 concretos que diseñamos, este ensayo se realizó y se obtuvieron los siguientes resultados

**Tabla 49****RESUMEN DE ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO DEL CONCRETO**

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO									
ENSAYO	TIEMPO	24H	% VARIACIÓN DE RESISTENCIA	3 DÍAS	% VARIACIÓN DE RESISTENCIA	7 DÍAS	% VARIACIÓN DE RESISTENCIA	28 DÍAS	% VARIACIÓN DE RESISTENCIA
CONCRETO PATRON F'C 210		178.29 kg/cm <sup>2</sup>		192.86 kg/cm <sup>2</sup>		213.05 kg/cm <sup>2</sup>		254.46 kg/cm <sup>2</sup>	
Aserrin 0.5% - F'C 210		194.48 kg/cm <sup>2</sup>	9.22%	221.93 kg/cm <sup>2</sup>	14.10%	238.38 kg/cm <sup>2</sup>	11.63%	292.03 kg/cm <sup>2</sup>	12.86%
Aserrin 1.0% - F'C 210		173.68 kg/cm <sup>2</sup>	-2.59%	192.74 kg/cm <sup>2</sup>	-0.06%	201.91 kg/cm <sup>2</sup>	-5.23%	259.34 kg/cm <sup>2</sup>	1.89%

**Fuente propia**

Con este cuadro podemos ver que el concreto con adición de 0.5% de aserrín alcanza la máxima resistencia a los 28 días, con respecto a los otros 2 concretos

Teniendo en cuenta la hipótesis que planteamos, podemos afirmar que la resistencia a la compresión del concreto con 0.5% de adición de aserrín aumenta en 12% por ciento con respecto al concreto patrón, y la resistencia a la compresión del concreto con 0.5% de adición de aserrín aumenta en 1.8%

En la hipótesis se planteó que el concreto con adición de aserrín en porcentajes de 0.5% y 1.0% aumentaba en 10% la resistencia del concreto, con los datos ya obtenidos podemos verificar que no se cumple la hipótesis puesto que el aumento de la resistencia de acuerdo a los porcentajes usados de aserrín varía, ya que con adición de 0.5% aumenta en 12% la resistencia a la compresión y con adición de 1.0% de adición de aserrín solo aumenta un 1.8%.

## CONCLUSIONES

- 1) Los ensayos de granulometría para el agregado grueso y fino prueban que estos cumplen con los Husos Granulométricos de acuerdo a la normativa vigente, dado que los ensayos granulométricos realizados tanto del agregado grueso como del agregado fino están dentro del margen permitido. Es así que el módulo de finura del agregado fino fue 2.62 que está dentro de los parámetros establecidos (Huso 67) y el tamaño máximo nominal del agregado grueso fue  $\frac{3}{4}$ "
- 2) Del ensayo de abrasión, se obtuvo el 23% de desgaste del agregado grueso, por lo tanto este no supera el 40% (NTP 400.019), cumpliendo con la normativa.
- 3) Del resultado del ensayo físico-Químico realizado al Aserrín (madera tornillo) en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo se determinó que las propiedades de este material se encuentran dentro de los parámetros normales, que además fueron verificados de acuerdo a la normativa E 0.10 de madera. Se comprobó que debido a su contenido de celulosa y lignina dentro del concreto hace que en estado plástico esté disminuya su trabajabilidad tal como se observa en la tabla 10.
- 4) Se han realizado el diseño de mezcla para un concreto de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , considerando como única variante los porcentajes de adición de aserrín; teniendo como resultados las dosificaciones mostradas en la tabla 21. Se prepararon probetas y se realizó el ensayo a la compresión a las 24 horas, 3 días, 7 días y 28 días para analizar el concreto en estado endurecido con la adición de aserrín y logramos obtener los siguientes resultados Tabla 49.

- Para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con relación a/c 0.558:

Concreto Patrón $F'C = 210 \text{ kg/cm}^2$	=	254.46 $\text{kg/cm}^2$
Aserrín 0.5% - $F'C = 210 \text{ kg/cm}^2$	=	292.03 $\text{kg/cm}^2$
Aserrín 1.0% - $F'C = 210 \text{ kg/cm}^2$	=	259.34 $\text{kg/cm}^2$

Con los resultados se pudo comprobar que el incremento de la resistencia a la compresión encontrado con 0.5% de adición de aserrín respecto al volumen del concreto es de un 12% mayor en base al Concreto Patrón, a la edad de 28 días, pero también cabe resaltar que con la adición de 1.0% de aserrín, el aumento no fue significativo, ni el que se esperaba, puesto que solo aumento en 1.8% la resistencia a la compresión del concreto

5) Con los resultados anteriormente mostrados, podemos inferir que la adición de aserrín modifica la propiedad del slump o asentamiento en estado fresco y la propiedad de resistencia a la compresión en estado endurecido del concreto. Además, se encontró que el porcentaje adecuado de adición de aserrín con respecto al volumen del concreto con el cual se logra los mejores resultados a la compresión para el diseño de mezcla establecido fue de 0.5%.

○ Para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ : El porcentaje óptimo de adición de Aserrín es el de 0.5% del volumen del concreto logrando  $292.03 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia a la compresión según se muestra en la tabla 49.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda seguir experimentando con materiales reciclables y poco usados que podrían abrir un gran campo de estudio para el concreto y sus propiedades.
2. Realizar un estudio utilizando agregados de diferentes canteras que se encuentran en la ciudad de Trujillo, para poder saber cuáles son más confiables, teniendo en consideración la variación de las propiedades físicas y mecánicas de cada uno de los agregados y así obtener mejores resultados
3. Efectuar otras pruebas químicas al aserrín para determinar su composición más exacta puesto que en el ensayo físico-químico, nos arrojó un 10% de sustancias extraíbles no identificadas, además analizar sus propiedades mecánicas y de absorción para poder analizar cómo podrían estar brindarle alguna mejora al concreto.
4. Investigar la influencia del aserrín en otras propiedades del concreto diferentes a las que se realizó en este proyecto, para ver en qué medida modifican sus propiedades.
5. Algo importante que se tiene que tomar en cuenta es que las características químicas de todas las clases de manera no son las mismas, es por esto que, se recomienda realizar ensayos del aserrín con el concreto, pero con otro tipo de madera que ya no sea tornillo, para evaluar si los cambios respecto a los ensayos realizados en la presente tesis son significativos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carhuanambo, J. (2016). Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, Cajamarca 2016. Universidad Privada del Norte, Trujillo-Perú

Camac, R. (2012). Influencia de la mezcla de aserrín-cemento en las propiedades de absorción, hinchamiento, y a la flexión estática de los tableros virola spp. Universidad Nacional del Centro del Perú

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  $f'c= 210 \text{ Kg/m}^2$ . Universidad Andina del Cusco

Sánchez, C. (2017). Comportamiento del aserrín sobre la resistencia a la compresión, absorción, densidad y asentamiento del concreto para bloques en la construcción. Universidad Privada del Norte.

Ychuta, S. (2016), Propuesta de Gestión de Residuos Sólidos mediante un relleno sanitario manual, para el Municipio de Taraco. (Tesis de Titulación a Ingeniero Civil) Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

Norma Técnica Peruana 339.034. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

NTP 334.001: 2011 – CEMENTO. Definiciones y Nomenclatura.

NTP 334.009: 2011 – CEMENTOS. Cemento Portland. Requisitos.

NTP 339.033: 2015 – CONCRETO. Practica normalizada para la elaboración de especímenes de concreto en campo.



NTP 339.034: 2015 – CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

NTP 339.035: 2015 – CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.

NTP 339.036: 2017 – CONCRETO. Practica para muestreo de mezclas de concreto fresco.

Norma Técnica Peruana 339.084. Método de Ensayo para determinar la resistencia a la tracción por compresión diametral.

Norma Técnica Peruana 400.012. Análisis Granulométrico del agregado fino, grueso y global.

Norma Técnica Peruana 400.019. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles.

Norma Técnica Peruana 339.127. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Norma Técnica Peruana 400.017. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

Norma Técnica Peruana 400.021. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.

Norma Técnica Peruana 400.022. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.

Reglamento Nacional de Edificaciones

## ANEXOS

### FICHA TECNICA CEMENTO EXTRAFORTE TIPO ICO



**CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.**  
Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima  
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad  
Teléfono 317 - 6000



SGC-REG-06-G0002 -  
Versión 01

## CEMENTO EXTRAFORTE

### Cemento Portland Compuesto Tipo ICo

Conforme a la NTP 334.090  
Pacasmayo, 04 de Enero del 2010

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.090
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO3	%	2.8	Máximo 4.0

PROPIEDADES FISICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.090
Contenido de Aire	%	6	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.22	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm <sup>2</sup> /g	5150	NO ESPECIFICA
Retenido M325	%	9.2	NO ESPECIFICA
Densidad	g/mL	3.02	NO ESPECIFICA

**Resistencia Compresión :**

Resistencia Compresión a 3días	MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	20.8 (212)	Mínimo 13.0 (Mínimo 133)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	25.5 (260)	Mínimo 20.0 (Mínimo 204)
Resistencia Compresión a 28días	MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	30.5 (311)	Mínimo 25.0 (Mínimo 255)

**Tiempo de Fraguado Vicat :**

Fraguado Inicial	min	133	Mínimo 45
Fraguado Final	min	278	Máximo 420

Expansión Barra de Mortero a 14 días (*)	%	0.010	Máximo 0.020
--	---	-------	--------------

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-12-2009 al 31-12-2009.

La resistencia a compresión a 28 días corresponde al mes de Noviembre del 2009.

(\*) Requisito opcional.

Ing. Alexander Rojas Ortiz  
Jefe de Control de Calidad

Ing. Julio A. Luján Túpez  
Superintendente de Materiales y Procesos

Solicitado por :

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

# ENSAYO FÍSICO-QUÍMICO DEL ASERRÍN



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**  
LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION  
**LASACI**



## INFORME DE ANÁLISIS

SOLICITANTE	: PABLO CIGUEÑAS CABRERA
MUESTRA	: ASERRIN - FISICO QUIMICO
FECHA DE INGRESO	: 23 DE JULIO DEL 2019
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

DETERMINACION	UNIDADES	RESULTADOS
Hidrógeno	%	8
Oxígeno	%	46
Carbono	%	48
Nitrógeno	%	0.13
Cenizas	%	0.26

DETERMINACION	UNIDADES	RESULTADOS
Humedad	%	10.24
Celulosa	%	46.12
Liguina	%	32.11
Sustancias Extraíbles	%	10.34
Taminos	%	0.16

TRUJILLO 31 DE JULIO DEL 2019

  
Ing. Carlos Valqui Mendoza  
DIRECTOR LASACI

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**

☎ 949959632 / 933623974

## RESULTADOS DE ENSAYOS LABORATORIO



Figura 2: Ilustración del pesaje de la Arena Gruesa y Piedra 1/2" después del horno

### RESULTADOS

#### ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

ARENA GRUESA	PESO RECIPIENTE	PESO DESPUES DEL HORNO
200g	105.5 g	303.04g
PIEDRA 1/2"	PESO RECIPIENTE	PESO DESPUES DEL HORNO
200g	276.6g	475.7g

$$PA_g = ((200-197.9) / 197.9) * 100 = 1.06\%$$

$$P_{1/2"} = ((200-198.9) / 198.9) * 100 = 0.55\%$$

#### ENSAYO DE GRANULOMETRIA

##### MATERIALES

- Balanza
- Tamices 1" - 3/4" - 1/2" - 3/8" - 1/4" - N°4 (muestra de la piedra de 1/2")
- Tamices N°4 - N°8 - N°16 - N°30 - N°50 - N°80 - N°100 - N°200 (muestra de la arena gruesa)
- Recipientes
- Agua
- Horno
- Cepillo



**RESULTADOS**

**ENSAYO DE GRANULOMETRIA PIEDRA 1/2"**

ANALISIS GRANULOMETRICO					
N° TAMIZ	Abertura(mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	P. RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
1 1/2"	45	0	0%	0%	100%
1"	25	0	0%	0%	100%
3/4"	19	161.7g	32.34%	32.34%	67.66%
1/2"	12.5	2357.4g	47.15%	79.49%	20.51%
3/8"	9.5	560g	11.20%	90.69%	9.31%
1/4"	6.3	432.2g	8.64%	99.33%	0.67%
N° 4	4.75	30.1g	0.60%	99.93%	0.07%
FONDO		3.3g	0.07%	100%	0%

TAMAÑO MAXIMO = 1"

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL = 1/2"

MODULO DE FINEZA =  $(0+79.49+90.69+99.93+(100*5)) / 100 = 7.7$

**ENSAYO DE GRANULOMETRIA ARENA GRUESA**

ANALISIS GRANULOMETRICO					
N° TAMIZ	Abertura(mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	P. RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
3/8"	-	0	0%	0%	100%
N° 4	-	31g	1.39%	1.39%	98.61%
N° 8	-	272.5g	12.20%	13.59%	86.41%
N° 16	-	335.4g	15.02%	28.61%	71.39%
N° 30	-	375g	16.88%	45.49%	54.51%
N° 50	-	736.4g	32.96%	78.37%	21.63%
N° 80	-	326.9g	14.63%	93.00%	7.00%
N° 100		41.5g	1.86%	94.86%	5.14%
N° 200		82.9g	3.71%	98.57%	1.43%
FONDO		32g	1.43%	100%	0%

TAMAÑO MAXIMO 3/8"

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL N° 4

MODULO DE FINEZA =  $(0+0+0+1.39+13.59+28.59+45.41+78.37+94.86) / 100 = 2.62$





Figura 8 y 9: Ilustración del Ensayo Peso Especifico del Agregado Grueso-Fino

## RESULTADOS

### AGREGADO FINO

MUESTRA	PESO DEL MOLDE (kg)	PESO DEL MOLDE + AGUA	PESO DEL AGUA	FACTOR CALIBRACION	VOLUMEN MOLDE
VOLUMEN DEL MOLDE	2739g	5527g	2789g	1000	0.00279m <sup>3</sup>

PESO UNITARIO SUELTO ( PUS)					
MUESTRA	PESO DEL MOLDE (kg)	PESO DEL MOLDE + ARENA	PESO DEL ARENA	VOLUMEN MOLDE	PESO UNITARIO SUELTO
VOLUMEN DEL MOLDE	2738g	7376g	4638g	0.00279	1662.37

PESO UNITARIO COMPACTADO ( PUC)					
MUESTRA	PESO DEL MOLDE (kg)	PESO DEL MOLDE + ARENA	PESO DEL ARENA	VOLUMEN MOLDE	PESO UNITARIO COMPACTADO
VOLUMEN DEL MOLDE	2738g	7834	5096	0.00279	1826.52



- CORRECCION RELATIVA DE LOS AGREGADOS

PESO AGREGADO (H) = P Ag x (1+ (H%/100)) donde H es el porcentaje de Humedad

$$\text{Ag Fino} = 708.1 \times (1 + (1.06/100)) = 715.61 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ag Grueso} = 1140.96 \times (1 + (0.55/100)) = 1147.24 \text{ kg/m}^3$$

- CORRECCION DE ABSORCION DE AGREGADOS Y AGUA EFECTIVA

$$\text{Peso Agregado (Abs)} = \text{P Ag} \times ((H\% - \text{Abs}\%)/100)$$

$$\text{Peso Ag Fino} = 708.1 \times ((1.06 - 1.36)/100) = -2.12$$

$$\text{Peso Ag Grueso} = 1147.24 \times ((0.55 - 1.05)/100) = -5.74$$

$$\text{Humedad de los agregados} = -2.12 - 5.74 = -7.86$$

- CALCULAMOS EL AGUA NETA EFECTIVA

Agua de Diseño – Humedad de Agregados

$$205 - 7.86 = 197.14 \text{ lt/m}^3$$

- CALCULAR RELACION AGUA CEMENTO EFECTIVA

$$\text{Diseño} = 0.578$$

$$\text{Efectiva} = 197.14/367.38 = 0.537$$

#### RESULTADOS

#### PROPORCIONES

CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA
368	716/368	1147/368	(197/368) X 42.5
1	1.95	3.12	22.75 LT/BOL

#### Determinación del Asentamiento Del Concreto Fresco NTP (339.035)

#### Materiales

- Molde/Cono de Abrams
- Diámetro de base inferior: 20 cm
- Varilla Compactadora
- Diámetro de la base superior: 10 cm
- Pala



NOTA DE PROBETAS 7 DIA DE CURADO CONCRETO PATRON		
PESO KG	DIAMETRO CM	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
13001	12.59	234.80
13001	12.59	232.00
13003	12.59	225.00
12995	12.60	232.00
13090	12.60	209.50
12999	12.60	211.50
13037	12.60	236.50
12980	12.59	233.50
13000	12.59	233.50
13015	12.59	207.20
13045	12.59	206.00
13053	12.60	232.40

NOTA DE PROBETAS 7 DIAS DE CURADO ADICION DE ASERRIN 0.5%		
PESO KG	DIAMETRO CM	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
12723	12.59	207.40
12648	12.59	236.20
12760	12.59	230.00
12999	12.59	244.20
12790	12.59	241.00
12625	12.59	235.50
12795	12.59	234.50
12610	12.60	235.70
12740	12.60	237.50
12660	12.60	247.50
12792	12.59	241.10
12652	12.59	235.50

NOTA DE PROBETAS 7 DIA DE CURADO ADICION DE ASERRIN 1.0%		
PESO KG	DIAMETRO CM	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
12700	12.59	190.10
12742	12.59	192.10
12948	12.59	195.40
12446	12.59	211.70
12945	12.59	198.70
12944	12.59	194.00
12540	12.60	198.90
12823	12.60	201.90
12749	12.59	202.00
12796	12.59	238.40
12430	12.59	236.80
12360	12.59	204.10

NOTA DE PROBETAS 28 DIA DE CURADO CONCRETO PATRON		
PESO KG	DIAMETRO CM	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
13049	12.59	240.50
13000	12.59	247.70
13136	12.59	252.00
13138	12.60	200.50
13154	12.60	245.50
13090	12.59	250.50
13145	12.59	247.70
13045	12.59	257.00
13117	12.60	256.50
13100	12.60	251.00
13152	12.60	203.20
13040	12.60	250.00

NOTA DE PROBETAS 28 DIA DE CURADO ADICION DE ASERRIN 0.5%		
PESO KG	DIAMETRO CM	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
13049	12.59	200.10
13090	12.59	207.70
13136	12.59	200.00
13138	12.60	200.30
13154	12.60	205.20
13090	12.59	200.50
13145	12.59	207.70
13045	12.59	207.00
13117	12.60	206.50
13100	12.60	200.00
13152	12.60	203.30
13040	12.60	200.00

NOTA DE PROBETAS 28 DIA DE CURADO ADICION DE ASERRIN 1.0%		
PESO KG	DIAMETRO CM	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
13049	12.59	204.50
13090	12.59	207.70
13136	12.59	202.00
13138	12.60	200.60
13154	12.60	205.80
13090	12.59	200.50
13145	12.59	207.50
13045	12.59	207.10
13117	12.60	205.50
13100	12.60	200.00
13152	12.60	200.40
13040	12.60	200.00





**RESULTADOS**

ROTURA DE PROBETAS 1 DIA DE CURADO CONCRETO PATRON		
PESO KG	DIAMETRO CM	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
13002	15.12	179.50
13009	15.21	179.20
13029	15.20	178.90
13095	15.21	172.30
13058	15.20	180.40
13059	15.22	172.00
13094	15.20	174.00
13056	15.22	181.10
13079	15.21	177.00
13053	15.25	183.30
13026	15.21	180.60
13054	15.18	185.30

ROTURA DE PROBETAS 1 DIA DE CURADO ADICION DE ASERRIN 0.5%		
PESO KG	DIAMETRO CM	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
12716	15.60	299.80
12888	15.60	193.60
12729	15.60	197.20
13353	12.59	193.40
12785	12.59	205.30
12386	12.58	198.70
12745	12.60	198.00
12660	12.59	195.50
12743	12.59	187.50
12435	12.59	183.30
12389	12.59	187.60
12568	12.59	198.50

ROTURA DE PROBETAS 1 DIA DE CURADO ADICION DE ASERRIN 1.0%		
PESO KG	DIAMETRO CM	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
12668	12.60	177.40
12014	12.60	176.50
12011	12.59	178.10
12100	12.59	175.10
12057	12.59	171.70
12065	12.58	168.90
12078	12.58	172.50
12042	12.59	173.60
12018	12.60	174.80
12025	12.05	175.00
12097	12.60	169.40
12032	12.59	170.40

ROTURA DE PROBETAS 3 DIA DE CURADO CONCRETO PATRON		
PESO KG	DIAMETRO CM	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
12905	12.59	199.80
12906	12.59	196.10
12919	12.58	197.80
12915	12.60	188.80
12926	12.60	195.50
12816	12.60	191.30
12996	12.60	194.60
12975	12.58	198.70
12856	12.59	195.00
12874	12.59	184.00
12984	12.59	186.30
12920	12.60	185.90

ROTURA DE PROBETAS 3 DIA DE CURADO ADICION DE ASERRIN 0.5%		
PESO KG	DIAMETRO CM	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
12524	12.59	223.40
12534	12.59	227.90
12567	12.59	221.10
12609	12.60	226.60
12600	12.60	228.30
12580	12.60	222.40
12576	12.59	219.50
12575	12.60	217.40
12549	12.05	218.60
12538	12.05	219.00
12550	12.60	220.50
12568	12.59	216.40

ROTURA DE PROBETAS 3 DIA DE CURADO ADICION DE ASERRIN 1.0%		
PESO KG	DIAMETRO CM	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
12760	12.59	195.80
12740	12.59	196.30
12348	12.59	192.20
12446	12.59	196.60
12346	12.59	197.50
12344	12.59	198.50
12540	12.60	190.40
12683	12.60	188.70
12749	12.59	188.20
12756	12.59	187.00
12430	12.59	191.50
12360	12.59	192.70



**Ensayo de la Resistencia al Desgaste o Abrasión (NTP 400.019 - NTP 400.019)**



*Figura 20,21,22: Ilustración de la Prueba de Abrasion*



**RESULTADOS**

5000 KG (PIEDRA)

2500 KG (PIEDRA 3/4")

2500 KG (PIEDRA 1/2")

12 BOLAS DE ACERO

**DESPUES DEL ENSAYO**

Peso final = 3802.3 = 23.95 % < 40% entonces si cumple.



# PERMISO LABORATORIO

Solicito: Permiso para uso de laboratorio de suelos y materiales.



Señor  
Ing. Enrique Francisco Lujan Silva  
Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil  
Universidad Privada Antenor Orrego

Mediante el presente, Pablo Cesar Cigüeñas Cabrera identificado con ID: 000109171; Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, ante usted me presento y expongo:

Que por motivo de obtener mi título profesional de ingeniería civil, solicito permiso para el uso de laboratorio de suelos y materiales con el fin de hacer uso de los recursos para el desarrollo de nuestro proyecto de tesis titulado: "Determinación del comportamiento mecánico del concreto con adición de aserrín", perteneciente a la línea de investigación: construcción y materiales.

Durante los meses comprendidos entre Junio y Julio.

Sin otro particular en espera de una respuesta favorable reitero a usted mis cordiales saludos.

Trujillo, 26 de Junio del 2019

Br. Pablo Cesar Cigüeñas Cabrera

Para el Técnico Hndero  
Lopez Vera, para su  
atención respectiva

Atte



Msc. Enrique Francisco Lujan Silva  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Civil