



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Determinación de las propiedades mecánicas del concreto  $F'c = 210kg/cm^2$  para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018”.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

Hernández Huaripata, Marianelly Del Pilar

Rodas Mendoza, Royder

**ASESORA:**

Mg. Ing. Torres Bardales, Lyta Victoria

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**MOYOBAMBA – PERÚ**

**2018**



**ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS**

Código : F07-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 2 de 2

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don **Marianelly del Pilar Hernández Huaripata** cuyo título es: **“Determinación de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018”**,

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **15, QUINCE**.

Moyobamba, 21 de diciembre de 2018

.....  
PRESIDENTE  
**Zadith N. Garrido Campaña**  
ING. CIVIL  
R. CIP. 96766

.....  
SECRETARIO



**Ing. Benjamin López Cahuaza**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 73365

.....  
VOCAL

**Mg. Lynn Victoria Torres Bardales**  
Maestra Gestión Pública  
CIP 68886



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don **Royder Rodas Mendoza** cuyo título es: **"Determinación de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018"**,

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **15, QUINCE.**

Moyobamba, 21 de diciembre de 2018

  
 .....  
 PRESIDENTE  
 -----  
**Zadith N. Garrido Campaña**  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. 96766

  
 .....  
 SECRETARIO  
 -----  
 **Ing. Benjamin López Cahuaza**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 73365

  
 .....  
 VOCAL  
 -----  
**Mg. Lyza Victoria Torres Bardales**  
 Maestra Gestión Pública  
 CIP 85935



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## **Dedicatoria.**

A **Dios**, por darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar ante los problemas que se presentaban para así lograr mis objetivos trazados.

A mi hija **Jazmín Ceferino Hernández**, por ser mi inspiración, por ser la razón de mi vida, por ser mi motor y motivo para seguir adelante. Te amo princesita mía (rayito de luz).

A mi madre **Juana Dianiara Huaripata Jauregui**, por su gran apoyo, consejos, amor, por guiarme en cada proyecto que emprendo y ayudarme en los momentos difíciles en todo el transcurso de mi vida.

A mi hermano **Juan Hernández Huaripata**, por su ejemplo de perseverancia y brindarme su constante apoyo incondicional en todo lo necesario para mi formación profesional.

No lo hubiera logrado sin ustedes, inmensamente gracias.

**Marianelly Del Pilar, Hernández Huaripata**

A mis padres, **Cesar Rodas Castañeda** y **Elizabeth Mendoza Pérez**, quienes siempre se han esforzado por brindarme todo lo necesario para mi formación académica; por sus consejos y la confianza que me brindan.

A mis Abuelitos, **Santiago Mendoza Hernández** y **Rosula Pérez Rodas**, por sus consejos y por el apoyo incondicional quienes ayudaron en mi formación personal y académica.

**Royder, Rodas Mendoza.**



## **Agradecimiento.**

A **Dios**, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y seguir adelante para poder culminar mis proyectos.

A mi madre **Juana Dianira Huaripata Jaureguí** y a mi hermano **Juan Hernández Huaripata**, por su comprensión y su apoyo constante para alcanzar mis metas trazadas, por estar siempre a mi lado en todo momento y apoyarme en todo lo que quiera lograr.

A la asesora **Ing. Lyta Victoria Torres**, por haberme transmitido los conocimientos y experiencias adquiridas.

A “Osito Pooh” y a nuestros amigos **Ing. Eldon Valle Oquendo, Ing. Erick Torres Rubio e Ing. Lener Villanueva Vásquez** nuestro más sincero agradecimiento por brindarnos su apoyo en todo momento; a todas las personas que nos apoyaron para realizar esta tesis, su colaboración es muy apreciada y estimada, inmensamente gracias a todos.

**Marianelly Del Pilar, Hernández Huaripata**

Primero a **Dios** por darme salud y sabiduría para cumplir con mis metas trazadas como estudiante.

A mis padres, **Cesar Rodas** y **Elizabeth Mendoza**, por guiarme en cada proyecto que emprendo y brindarme su constante apoyo.

A la **Ing. Lyta Victoria Torres**, asesora por compartir sus conocimientos y a todos los que de alguna forma apoyaron para hacer posible esta investigación.

**Royder, Rodas Mendoza.**

### **Declaratoria de autenticidad.**

Yo MARIANELLY DEL PILAR HERNANDEZ HUARIPATA, identificados con los DNI N° 75784597 , estudiante del programa de estudios de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada: “Determinación de las propiedades mecánicas del concreto  $F'c = 210kg/cm^2$  para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018.”;

**Declaro bajo juramento que:**

La Tesis es de mi autoría.

He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

La tesis no ha sido auto plagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Moyobamba, 21 de diciembre de 2018

  
.....  
**MARIANELLY DEL PILAR HERNANDEZ HUARIPATA**  
**DNI: 75784597**

### **Declaratoria de Autenticidad.**

Yo ROYDER RODAS MENDOZA, identificado con los DNI N° 77480836, estudiante del programa de estudios de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada: “Determinación de las propiedades mecánicas del concreto  $F'c = 210kg/cm^2$  para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018.”;

**Declaro bajo juramento que:**

La Tesis es de mi autoría.

He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

La tesis no ha sido auto plagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Moyobamba, 21 de diciembre de 2018



ROYDER RODAS MENDOZA  
DNI: 77480836

## **Presentación.**

Señores miembros del jurado calificador; cumpliendo con las disposiciones establecidas en el reglamento de grado y títulos de la Universidad César Vallejo; pongo a vuestra consideración la presente investigación titulada ““Determinación de las propiedades mecánicas del concreto  $F'c = 210kg/cm^2$  para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018.” con la finalidad de optar el título de Ingeniero Civil.

La investigación está dividida en siete capítulos:

**I. INTRODUCCIÓN.** Se considera la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos de la investigación.

**II. MÉTODO.** Se menciona el diseño de investigación; variables, operacionalización; población y muestra; técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad y métodos de análisis de datos.

**III. RESULTADOS.** En esta parte se menciona las consecuencias del procesamiento de la información.

**IV. DISCUSIÓN.** Se presenta el análisis y discusión de los resultados encontrados durante la tesis.

**V. CONCLUSIONES.** Se considera en enunciados cortos, teniendo en cuenta los objetivos planteados.

**VI. RECOMENDACIONES.** Se precisa en base a los hallazgos encontrados.

**VIII. REFERENCIAS.** Se consigna todos los autores de la investigación.

## Índice.

Página del jurado.....	ii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Declaratoria de autenticidad.....	vii
Presentación.....	viii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>15</b>
1.1. Realidad problemática.....	15
1.2. Trabajos previos.....	16
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	18
1.4. Formulación del problema.....	23
1.5. Justificación del estudio.....	23
1.6. Hipótesis.....	25
1.7. Objetivos.....	25
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>26</b>
2.1. Diseño de investigación.....	26
2.2. Variables, operacionalización.....	26
2.3. Población y muestra.....	28
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	29
2.5. Métodos de análisis de datos.....	31
2.6. Aspectos éticos.....	33
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>64</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>VII. REFERENCIAS.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>70</b>
Instrumentos de recolección de datos	
Certificado de ensayos	
Presupuesto	
Normas técnicas	
Planos	
Panel fotográfico	
Matriz de consistencia	
Validación de instrumentos	
Acta de aprobación de originalidad	
Autorización de publicación de tesis al repositorio	
Autorización final de trabajo de investigación	

## Índice tablas.

Tabla 1. Composición química de cenizas de caña de azúcar.....	19
Tabla 2. Parámetros que deben cumplir los tipos de pavimento.....	22
Tabla 3. Operacionalización de Variable.....	27
Tabla 4. Población.....	28
Tabla 5. Testigos Cilíndricos de Concreto.....	29
Tabla 6. Testigos cúbicos de concreto.....	29
Tabla 7. Instrumentos de Recolección de datos.....	30
Tabla 8. Porcentaje de compuestos químicos existente en la muestra de cenizas de azúcar.....	34
Tabla 9. Determinación de cloruros, Ph y sulfatos en el agua para la mezcla de concreto.....	34
Tabla 10. Resistencia a compresión de concreto patrón y 2% de CBCA.....	46
Tabla 11. Resistencia a la flexión del concreto patrón y 2 % de CBCA.....	47
Tabla 12. Resistencia a compresión de concreto patrón y 4% de CBCA.....	49
Tabla 13. Resistencia a la flexión del concreto patrón y 4 % de CBCA.....	50
Tabla 14. Resistencia a compresión de concreto patrón y 6% de CBCA.....	52
Tabla 15. Resistencia a la flexión del concreto patrón y 6 % de CBCA.....	53
Tabla 16. Resistencia a compresión de concreto patrón y 8% de CBCA.....	55
Tabla 17. Resistencia a la flexión del concreto patrón y 8 % de CBCA.....	56
Tabla 18. Resistencia a compresión de concreto patrón y 10 % de CBCA.....	58
Tabla 19. Resistencia a la flexión del concreto patrón y 10 % de CBCA.....	59
Tabla 20. Contenido de Humedad Agregado Fino.....	75
Tabla 21. Contenido de Humedad Agregado grueso.....	75
Tabla 22. Porcentaje retenidos y que pasan cada una de las mallas del agregado fino.....	78
Tabla 23. Porcentaje retenidos y que pasan cada una de las mallas del agregado grueso.....	78
Tabla 24. Peso unitario suelto del agregado grueso.....	80
Tabla 25. Peso unitario suelto del agregado fino.....	81
Tabla 26. Peso unitario compactado del agregado grueso.....	82
Tabla 27. Peso unitario compactado del agregado fino.....	83
Tabla 28. Gravedad específica y absorción de agregado fino.....	83
Tabla 29. Gravedad específica y absorción de agregado grueso.....	84



Tabla 30. Cantidades para un metro cubico de concreto.....	87
Tabla 31. Dosificaciones por porcentaje de adición de CBCA para un metro cubico de concreto...	87
Tabla 32. Resistencia a compresión de mezcla patrón a 7, 14 y 28 días.....	88
Tabla 33. Resistencia a flexión de mezcla patrón a 7, 14 y 28 días.....	89
Tabla 34. Resistencia a compresión de mezcla con 2% de adición a 7, 14 y 28 días.....	89
Tabla 35. Resistencia a flexión de mezcla con 2% de adición a 7, 14 y 28 días.....	90
Tabla 36. Resistencia a compresión de mezcla con 4% de adición a 7, 14 y 28 días.....	90
Tabla 37. Resistencia a flexión de mezcla con 4% de adición a 7, 14 y 28 días.....	91
Tabla 38. Resistencia a compresión de mezcla con 6% de adición a 7, 14 y 28 días.....	91
Tabla 39. Resistencia a flexión de mezcla con 6% de adición a 7, 14 y 28 días.....	92
Tabla 40. Resistencia a compresión de mezcla con 8% de adición a 7, 14 y 28 días.....	92
Tabla 41. Resistencia a flexión de mezcla con 8% de adición a 7, 14 y 28 días.....	93
Tabla 42. Resistencia a compresión de mezcla con 10% de adición a 7, 14 y 28 días.....	93
Tabla 43. Resistencia a flexión de mezcla con 10% de adición a 7, 14 y 28 días.....	94

### **Índice figuras.**

Figura 1. Evolución de la resistencia a la compresión de mezcla patrón.....	34
Figura 2. Evolución de la resistencia a la flexión de mezcla patrón.....	35
Figura 3. Evolución de la resistencia a la compresión de mezcla con 2% de CBCA.....	36
Figura 4. Evolución de la resistencia a la flexión de mezcla con 2% de CBCA.....	37
Figura 5. Evolución de la resistencia a la compresión de mezcla con 4% de CBCA.....	38
Figura 6. Evolución de la resistencia a la flexión de mezcla con 4% de CBCA.....	39
Figura 7. Evolución de la resistencia a la compresión de mezcla con 6% de CBCA.....	40
Figura 8. Evolución de la resistencia a la flexión de mezcla con 6% de CBCA.....	41
Figura 9. Evolución de la resistencia a la compresión de mezcla con 8% de CBCA.....	42
Figura 10. Evolución de la resistencia a la flexión de mezcla con 8% de CBCA.....	43
Figura 11. Evolución de la resistencia a la compresión de mezcla con 10% de CBCA.....	44
Figura 12. Evolución de la resistencia a la flexión de mezcla con 10% de CBCA.....	45

Figura 13. Comparación de la resistencia a la compresión entre mezcla patrón con adición de 2% de CBCA.....	47
Figura 14. Comparación de la resistencia a la flexión de mezcla patrón con adición de 2% de CBCA.....	48
Figura 15. Comparación de la resistencia a la compresión entre mezcla patrón con adición de 4% de CBCA.....	49
Figura 16. Comparación de la resistencia a la flexión de mezcla patrón con adición de 4% de CBCA.....	51
Figura 17. Comparación de la resistencia a la compresión entre mezcla patrón con adición de 6% de CBCA.....	52
Figura 18. Comparación de la resistencia a la flexión de mezcla patrón con adición de 6% de CBCA.....	54
Figura 19. Comparación de la resistencia a la compresión entre mezcla patrón con adición de 8% de CBCA.....	55
Figura 20. Comparación de la resistencia a la flexión de mezcla patrón con adición de 8% de CBCA.....	57
Figura 21. Comparación de la resistencia a la compresión entre mezcla patrón con adición de 10% de CBCA.....	58
Figura 22. Comparación de la resistencia a la flexión de mezcla patrón con adición de 10% de CBCA.....	60
Figura 23. Resumen de la comparación de la resistencia a la compresión entre mezcla patrón con adición de CBCA.....	61
Figura 24. Resumen de la comparación de la resistencia a la flexión entre mezcla patrón con adición de CBCA.....	62
Figura 25. Diseño de mezcla ideal.....	63

## **Resumen.**

La presente investigación, propone una alternativa de producción de concreto para pavimento rígido mejorado, adicionando cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como un aditivo en diversos porcentajes, además se verificó la resistencia a compresión y flexión. Se procedió a realizar todos los ensayos en el laboratorio de la UCV - Nuevo Chimbote, iniciando con la obtención del bagazo de caña de azúcar para luego realizar el proceso de calcinación de estas y así obtener las cenizas de caña de azúcar ; luego se procedió a realizar la determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados (finos y gruesos), luego se diseñó de mezclas en base al método del comité 211 del ACI y después se determinó las propiedades químicas de las cenizas de caña de azúcar y del agua y por último se realizó los ensayos a compresión y flexión. Esta investigación tuvo por objetivo determinar las propiedades mecánicas del concreto para pavimento  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ , adicionando porcentajes de cenizas de caña de azúcar al 2%, 4%, 6%, 8% y 10%; De los resultados, se concluyó que: Las propiedades mecánicas del concreto, se ven mejoradas al 6% de adición de cenizas de caña de azúcar del peso del cemento; así mismo a mayor tiempo, mayor resistencia, siendo esto explicable que las cenizas de caña de azúcar contiene compuestos químicos, tales como la sílice amorfa ( $\text{SiO}_2$ ) y la alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), incluido el óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), siendo dichos compuestos los que generarían la alta resistencia.

**Palabras clave:** cenizas, concreto y resistencia.

## **Abstract.**

Present research, proposes an alternative concrete production for improved rigid pavement, adding sugarcane bagasse ash (CBCA) as an additive in various percentages, also verified the resistance to compression and bending. All the tests were carried out in the laboratory of the UCV - Nuevo Chimbote, starting with the bagasse of sugarcane and then the process of calcination of these and obtaining the ashes of sugarcane; then proceeded to make the determination of the physical and mechanical properties of the aggregates (fine and coarse), then was designed mixtures based on the method of the committee 211 of the ACI and then determined the chemical properties of the ashes of sugar cane and of the water and finally, compression and bending tests were carried out. The objective of this research was to determine the mechanical properties of concrete for pavement  $f'_c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$ , adding percentages of ash from sugarcane at 2%, 4%, 6%, 8% and 10%; From the results, it was concluded that: The mechanical properties of the concrete, are improved to 6% of addition of sugarcane ashes of the weight of the cement; likewise, at a longer time, greater resistance, being this explained that the ashes of sugarcane contain chemical compounds, such as amorphous silica ( $\text{SiO}_2$ ) and alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), including iron oxide ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), said compounds those that would generate high resistance.

Key words: Ashes, concrete and resistance

## **I. INTRODUCCIÓN.**

### **1.1. Realidad problemática.**

En la actualidad se observa que en la elaboración de materiales para la construcción se emiten impactos perjudiciales al medio ambiente, por mucho tiempo las grandes industrias producen el agotamiento de los recursos naturales, ya que la materia prima demandados para obtenerlos son totalmente irrecuperables, añadiendo la contaminación ambiental creadas en sus procesos de fabricación; esto indujo a investigar nuevas fuentes renovables que pueden conseguir sustituir o integrar cierta fracción de ciertos materiales, tal es el tema de los subproductos agrícolas e industriales, como la caña de azúcar que de ser aprovechados correctamente puedan reducir el impacto ambiental, por lo que es necesario realizar pruebas mecánicas de forma experimental para comprobar la viabilidad de lo planteado, logrando así conocer una manera de aprovechar y dar un uso adecuado al bagazo de caña de azúcar y por ende una conservación del medio ambiente.

En el ámbito internacional, el cemento es el aglomerante más utilizado en el sector la construcción y un producto responsable de gran cantidad de CO<sub>2</sub> y el 5% del total de las emisiones mundiales de este gas, el cemento requiere para su elaboración gran cantidad de energía de combustión, con lo que para elaborar 1 tonelada de cemento se expulsa a la atmosfera aproximadamente 1 tonelada de CO<sub>2</sub>, mismo que es responsable en su mayoría por el calentamiento global y el cambio climático. (Cagliao, 2010, p. 2).

INEI (2018) El consumo interno de cemento aumentó en 2,15%, en julio de 2018, explicado por el crecimiento de obras de construcción del sector privado; informó el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el informe técnico Avance Coyuntural de la Actividad Económica, ante estos datos estadísticos, se observa que al aumentar el consumo interno de cemento, aumenta proporcionalmente la producción de CO<sub>2</sub> en nuestro país.

INEI (2016) “La producción de caña de azúcar a nivel nacional fue de 922 mil 216 toneladas y aumentó en 8,7%, en comparación con similar del año 2015”. El Jefe del INEI, Dr. Aníbal Sánchez Aguilar indicó que la producción del mencionado cultivo aumentó en los departamentos de Lambayeque (30,9%), La Libertad (7,4%), Áncash (5,1%) y San Martín (4,1%), los que en conjunto concentraron el 91.5% del total nacional.

En la actualidad en el sector de la construcción del Perú se producen cementos puzolánicos, pero no utilizan puzolanas artificiales como bagazo de caña de azúcar; en este contexto, es factible realizar la presente investigación consistente en mejorar las propiedades mecánicas de concreto  $F'c = 210kg/cm^2$  para pavimento rígido con la adición de diferentes porcentajes de cenizas de caña de azúcar.

El proyecto nace por la necesidad de innovar y mejorar las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido utilizando las cenizas de caña de azúcar, que estas son muy abundantes en el distrito de Jepelacio. Ante la situación antes expuesta, es indispensable la puesta en marcha de una investigación, donde se garantice que un concreto  $F'c = 210kg/cm^2$  para pavimento rígido, donde el concreto mejore las propiedades mecánicas adicionando diferentes porcentajes de cenizas de caña de azúcar, cumpliendo con las normativas vigentes para poder ser usado de forma convencional en el sector construcción, se trata en todo caso de realizar un experimento, en el que al ejecutar los análisis y pruebas necesarias donde se pueda confirmar que la nueva formulación de concreto adicionando cenizas de caña de azúcar, pueda cumplir con las funciones específicas del concreto  $F'c = 210kg/cm^2$  para pavimento rígido estándar que es usado en las construcciones de obras civiles.

## 1.2. Trabajos previos

### A nivel internacional.

- COYASAMIN, Oscar. En su tesis titulada: *Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón tradicional, con hormigón adicionado con cenizas de cáscara de arroz (cca) y hormigón adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar (cbc)*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. 2016. Llegó a las siguientes conclusiones:
  - Se adquirió un porcentaje óptimo de sustitución de cenizas de cascarilla de arroz y cenizas de bagazo de caña de azúcar es de 15%, presentan una resistencia superior a la establecida de 240 Kg/cm<sup>2</sup>.
  - Se determinó que la resistencia a compresión máximas dadas, sustituyendo las cenizas del bagazo de caña de azúcar (CBC) a los 28 días con el 15%, da una resistencia promedio de 304.30 Kg/cm<sup>2</sup>.
- MA-TAY, Daniel. En su Tesis Titulada: *Valorización de cenizas de bagazo procedentes de Honduras: posibilidades de uso en matrices de cemento Portland*. (Tesis de Maestría). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia,



España. 2014. Concluyó que: La influencia de la ceniza de bagazo sobre la resistencia a compresión de morteros fue significativa. Para probetas con un 25% de sustitución de cemento por ceniza curadas a 40 °C durante 28 días, las probetas de San Pedro Sula fueron un 15% más resistentes que las probetas de control, mientras que las probetas de Choluteca presentaron un 9% más de resistencia que las de control. En el caso de probetas curadas a 20 °C durante 90 días, las probetas San Pedro Sula fueron un 14% más resistentes que las de control las probetas de Choluteca presentaron un 11% de resistencia que las de control.

- ALVARADO, José; ANDRADE, Nelson y HERNÁNDEZ, Juan. En su Tesis Titulada: *Estudio del empleo de cenizas producidas en ingenios azucareros como sustituto parcial del cemento portland en el diseño de mezclas de concreto*. (Tesis de pregrado). Universidad de El Salvador. San Miguel, El Salvador. 2016. Concluyó que: Mediante el método estadístico Dunnett se logra rechazar la hipótesis alternativa, ya que ninguna mezcla con adición de cenizas de ambos ingenios azucareros logra superar la resistencia del concreto convencional, aceptando así la hipótesis nula en base que la mezcla patrón es la que presenta mejor resistencia que todas.

#### **A nivel nacional.**

- JARA, Ruth y PALACIOS, Rocío. En su Tesis Titulada: *Utilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del cemento en la elaboración de ladrillos de concreto*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa. Ancash, Perú. 2015. Concluyó que: Resultados obtenidos demuestran que la sustitución del cemento Portland por los diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) utilizados (10%, 20% y 30%), no son los ideales para mejorar las propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto, pero se obtuvo resultados similares a las unidades patrón con el uso del 10% de CBCA.
- RUIZ, Annel. En su Tesis Titulada: *Resistencia a compresión del mortero cemento-arena incorporando ceniza de cáscara de arroz, afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar*. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte. Cajamarca, Perú. 2015. Concluyó que: Para cada tipo de ceniza incorporada, los resultados han variado notoriamente, cabe decir que se ha logrado incrementar la resistencia con respecto al mortero cemento, con ceniza de cáscara de arroz, incremento la resistencia incorporando 0.5%, para el caso de ceniza de afrecho de cebada, con 0.5% de incorporación y para el caso de ceniza de bagazo de caña de azúcar con 1% de incorporación, pero entre los tres porcentajes máximos mencionados la resistencia máxima total se ha logrado con la incorporación de 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar.
- JIMÉNEZ, Geoffrey. En su Tesis Titulada: *Resistencia a la compresión del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la adición de diferentes porcentajes de ceniza de*

bagazo de caña de azúcar, UPNC 2016. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte. Cajamarca, Perú. 2016. Concluyó que: Según las edades de curado a los 7 días el máximo valor de la resistencia a compresión es de 152.27 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días el máximo valor de la resistencia a compresión es de 209.21 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días el máximo valor de la resistencia a compresión es de 245.31 Kg/cm<sup>2</sup>.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Caña de azúcar.**

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es una gramínea tropical, un pasto gigante emparentado con el sorgo y el maíz en cuyo tallo se forma y acumula un jugo rico en sacarosa, compuesto que al ser extraído y cristalizado forma el azúcar. La sacarosa es sintetizada por la caña gracias a la energía tomada del sol durante la fotosíntesis. (PERAFÁN, 2009, párrafo 1).

INEI (2013) publicó: “El Perú en el 2013 produjo 10 992,240 toneladas de caña de azúcar aproximadamente 25.4% es bagazo; en la actualidad este residuo es considerado un desperdicio y solamente es aprovechado como fertilizante”. (p. 5).

##### **1.3.1.1. Usos de la caña de azúcar.**

CADENA (2014) manifestó:

Investigaciones recientes a nivel mundial, efectuadas en países como la India, Brasil y Cuba demostraron la posibilidad de utilizar la ceniza de bagazo de caña de azúcar como un compuesto que se le adiciona al cemento Portland, con la finalidad de mejorar sus propiedades físicas y químicas del concreto, sustituyendo en un determinado porcentaje el contenido de cemento con ceniza de bagazo de caña de azúcar en morteros y en concretos sin afectar su resistencia. (párrafo 6)

Para GANEZAN (2007), citado por ALVARADO, ANDRADE y HERNÁNDEZ (2016, p. 15), sostuvieron que: Hasta un 20% de cemento Portland puede ser sustituido por ceniza de bagazo sin tener ningún efecto adverso en las propiedades del hormigón. Las ventajas de la adición de ceniza son mayor resistencia a compresión y una apreciable disminución en la penetración de cloruros.

##### **1.3.1.2. Cenizas de caña de azúcar.**

Para CHUSILP (2009), citado por ALVARADO, ANDRADE y HERNÁNDEZ (2016, p. 15), sostuvieron que: La ceniza de bagazo es un material puzolánico apto para ser utilizado en el hormigón. La adición de ceniza mejora la resistencia, la permeabilidad y la evolución del calor en el hormigón. Además el porcentaje de sustitución óptimo a utilizarse es de 20%.

ALVARADO, ANDRADE y HERNÁNDEZ (2016), sostuvieron: “La ceniza que queda después de que el bagazo se queme, es el último residuo generado por la cadena de la caña de azúcar; 25 kg de ceniza son generados por cada tonelada de bagazo quemado”. (p. 35).

### 1.3.1.3. Propiedades químicas de las cenizas de caña de azúcar.

En un estudio realizado por Betancourt, en las provincias centrales de Villa Clara, Cienfuegos, Sancti Espíritus, y Ciego de Ávila en Cuba, se puede considerar según la composición química media la ceniza de bagazo de caña de azúcar presenta un mayor contenido de óxidos fundamentales ( $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ).

**Tabla 1.**

*Composición química de cenizas de bagazo de caña de azúcar.*

Compuesto	Investigadores		
	Martirena	Ganesan	Oliveira
$SiO_2$	72.74	64.15	83.77
$Al_2O_3$	5.26	9.05	-
$Fe_2O_3$	3.92	5.52	6.53
$TiO_2$	0.32	-	1.16
$CaO$	7.99	8.14	1.18
$MgO$	2.78	2.28	-
$SO_3$	0.13		0.68
$K_2O$	3.47	1.35	6.146
$Na_2O$	0.84	0.92	
$P_2O_5$	1.59		
Perdida por ignición	0.77	4.90	

*Fuente:* Tesis elaborada por Eduardo Ríos González en la Universidad Veracruzana de Xalapa. (2011).

### **1.3.2. Concreto.**

#### **1.3.2.1. Definición.**

El concreto también llamado hormigón, está básicamente constituido por dos partes: la pasta (cemento Portland y agua) que tiene la propiedad de endurecer con el tiempo; y la otra cuyos componentes son pétreos (arena y grava o piedra triturada). El agua en la pasta aporta fluidez a la mezcla y posteriormente endurece debido a una reacción química con el cemento. (PORRERO, 2014, p. 31).

Mezcla de material aglomerante (conglomerante) y agregados fino y grueso. En el concreto normal, comúnmente se usan como medio aglomerante el cemento Portland y el agua, pero también pueden contener puzolanas y/o aditivos químicos (NTP 339.047, 2008).

#### **1.3.2.2. Propiedades del concreto.**

El concreto tiene propiedades físicas, químicas y mecánicas que varían dependiendo de su composición y el proceso de la mezcla, estas propiedades son las que determinan su durabilidad y vida útil dependiendo de a qué condiciones es sometida. La reacción entre la sílice amorfa y la alúmina del metacaolín con el hidróxido de calcio (HC) producido en la hidratación del cemento da lugar a la formación de silicato de calcio hidratado (CSH) y aluminato de calcio hidratado (C<sub>4</sub>AH<sub>13</sub>), los cuales promueven en las mezclas (morteros o concretos) alta resistencia y baja permeabilidad. (SINGH & GARG, 2016, p. 31).

#### **1.3.2.3. Propiedades mecánicas del concreto.**

MORALES (2014), nos indica: “Las propiedades mecánicas son las características inherentes que permiten diferenciar a un material de otro, es el comportamiento que puede tener en los diferentes procesos de mecanización que pueda tener”. (p.22).

##### **1.3.2.3.1. Resistencia a la compresión.**

Indica la fuerza máxima con la que puede comprimirse el concreto antes de que se rompa. Es la compresión la resistencia más elevada, siendo diez veces más elevada a la tracción (flexión y tracción indirecta), se calcula a 7 y 28 días de la puesta en obra, siendo esta última la que se considera para el cálculo de las estructuras”. (ÁVILA, 2015, p. 320).

##### **1.3.2.3.2. Resistencia a la tracción por flexión.**

La resistencia es baja en comparación con su resistencia a compresión y se mide por el módulo de rotura. El método que se emplea para medir la resistencia a

flexión es usando una viga simplemente apoyada, aplicando una carga a los tercios de la luz o al punto medio, los resultados difieren según el método utilizado. (RIVERA, 2016, p. 78).

Los pavimentos de concreto se pandean bajo las cargas repetidas por eje, produciendo esfuerzos de compresión y flexión. Desde que la relación del esfuerzo de compresión a la resistencia a compresión es relativamente pequeña, comparada con la relación del esfuerzo de flexión a la resistencia a la flexión del concreto, es esta última la que controla el diseño de los pavimentos. La resistencia a flexión del concreto se determina mediante el ensayo del módulo de rotura (MR), usualmente hecho sobre una viga de 150 mm x 150 mm x 500 mm (carga en los tercios del ASTM C78). La resistencia a los 28 días es comúnmente usada como una representación de la resistencia de diseño del concreto. Se debe usar el módulo de rotura promedio a los 28 días. La resistencia promedio es usualmente 10 a 15 por ciento mayor que la resistencia mínima especificada para la aceptación del concreto. (NTE CE.010, 2010, p. 56).

#### **1.3.2.4. Diseño de mezcla de concreto.**

Existen diferentes métodos de diseños de mezcla; algunos pueden ser muy complejos como consecuencia a la existencia de múltiples variables de las que dependen los resultados de dichos métodos. Se deben tomar en consideración las características más importantes de los agregados, la granulometría y el tamaño máximo. Con respecto a la granulometría solo se deben usar piedras o arenas balanceadas en sus diferentes tamaños de granos, sin exceso o ausencia. Existen tres alternativas correspondientes al tamaño máximo que se vaya a usar. El agua debe aplicarse con una cantidad tal que se mantenga la Trabajabilidad, y la colocación de moldes y encofrados. Esta dosis debe ser lo más precisa posible ya que un exceso de agua disminuye la resistencia, por ello los encargados de esta tarea deben tener experiencia mínima exigida. Es necesario disponer de un procedimiento detallado, preciso y complejo para obtener resultados óptimos en cuanto a cantidades y proporciones de los componentes del concreto se refiere, así existe la posibilidad de tomar en cuenta los posibles cambios que afectan las características de los componentes, incrementando así mayor índice de calidad. Algunos métodos son probados en laboratorio y en plantas de preparación comercial, el que se mencionará a continuación dio excelentes resultados y es muy usado en el caso del empleo de agregados pocos controlados. Se basa en cuatro aspectos fundamentales; dosis de cemento, trabajabilidad, relación agua/cemento y resistencia, todos estos fundamentos se relacionan a través de dos leyes: relación triangular y la ley de Abrams. También toma en cuenta dos variables importantes: tamaño máximo y tipos de agregados, además de explicar la calidad del cemento y el efecto reductor del agua de los aditivos químicos en su parte final; la incorporación de aire, la presencia elevada de ultra finos o el empleo de dos o más agregados. (MAFUS, 2014, p. 18).

### 1.3.3. Pavimentos.

Los pavimentos, son estructuras formadas por una carpeta de rodadura y un conjunto de capas granulares, simples o tratadas, que descansan sobre el suelo de cimentación, también conocido como: subrasante. El pavimento está diseñado para transferir y distribuir cargas vehiculares, durante un periodo de tiempo establecido. Dado que, los esfuerzos producidos por el paso de las cargas vehiculares decrecen con la profundidad, se deben colocar los materiales de mayor capacidad portante en las capas superiores. Toda la estructura trabaja para proteger el suelo natural. (BECERRA, 2012, p.5).

NTE CE.010 (2010) nos indica: “Para el diseño de pavimento rígido el módulo de rotura debe cumplir la siguiente:  $MR \geq 3,4 \text{ MPa}$  ( $34 \text{ kg/cm}^2$ )”. (p.31).

NTE CE.010 (2010) nos indica: “Estos pavimentos deberán cumplir los siguientes requisitos”. (p.32).

**Tabla 2.**

*Parámetros que deben cumplir los tipos de pavimento.*

Elemento		Tipo de Pavimento	Aceras o Veredas	Pasajes Peatonales	Ciclovías	
		Sub-rasante	95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar			
		Espesor compactado: $\geq 150 \text{ mm}$				
Base		$CBR \geq 30 \%$			$CBR \geq 60\%$	
Espesor de la capa de rodadura	Asfáltico	$\geq 30 \text{ mm}$				
	Concreto de cemento Portland	$\geq 100 \text{ mm}$				
	Adoquines	$\geq 40 \text{ mm}$ (Se deberán apoyar sobre una cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm)				
Material	Asfáltico	Concreto asfáltico*				
	Concreto de cemento Portland	$f_c \geq 17,5 \text{ MPa}$ ( $175 \text{ kg/cm}^2$ )				
	Adoquines	$f_c \geq 32 \text{ MPa}$ ( $320 \text{ kg/cm}^2$ )	N.R. **			

*Fuente:* NTE CE.010 Pavimentos Urbanos (2010).

#### 1.3.3.1. Pavimentos rígidos.

BECERRA (2012), nos indica: “Son aquellos que tienen una carpeta de rodadura conformada por concreto de cemento hidráulico. Recibe el nombre de pavimento rígido debido a las propiedades de la carpeta de concreto, que absorbe en mayor grado las cargas vehiculares”. (p.6).



#### **1.4. Formulación del problema**

##### **1.4.1. Problema general.**

¿Mejorará las propiedades mecánicas de un concreto  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento con adición del 2, 4, 6, 8 y el 10% de cenizas de caña de azúcar en comparación de mezcla patrón?

##### **1.4.2. Problemas específicos.**

- ¿Cuáles son las propiedades químicas de las cenizas de caña de azúcar usada en la mezcla?
- ¿Cuáles son las cantidades de cloruros, pH y sulfatos del agua usada para la mezcla del concreto?
- ¿Cuál es la resistencia a la compresión de un concreto  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando cenizas de caña de azúcar al 2%, 4%, 6%, 8% y 10% en comparación con una mezcla patrón?
- ¿Cuál es la resistencia a la tracción por flexión de un concreto  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando cenizas de caña de azúcar al 2%, 4%, 6%, 8% y 10% en comparación con una mezcla patrón?
- ¿Qué porcentaje de cenizas de caña de azúcar se debe adicionar para obtener un óptimo diseño de mezcla que mejore la resistencia a compresión y tracción por flexión de un concreto  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ?

#### **1.5. Justificación del estudio**

##### **1.5.1. Justificación teórica.**

El estudio busca una alternativa tecnológica que utiliza puzolanas, especialmente la caña de azúcar, muy abundante en el distrito de Jepelacio, para obtener un concreto  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido, con adición de cenizas de caña de azúcar, aumentando las propiedades del concreto para pavimento rígido,

cumpliendo con los parámetros mecánicos que indican las normas vigentes. Un resultado añadido es contribuir a la utilización de este material puzolánico, que por su alto volumen de producción en muchos casos es arrojado y quemado generando problemas medioambientales. Es así como tiene su origen el proyecto.

#### **1.5.2. Justificación práctica.**

La presente investigación se realiza porque existe la necesidad de mejorar el concreto para pavimento rígido. Las cenizas de caña de azúcar, constituyen una innovadora alternativa de recurso renovable, ya que su aprovechamiento implica la solución de un problema ambiental ya que la disposición de estos residuos es muy abundante.

#### **1.5.3. Justificación por conveniencia.**

En la provincia de Moyobamba no existen estudios sobre concretos para pavimentos adicionando materiales alternativos como son las cenizas de caña de azúcar, ya que no les da importancia investigar nuevos materiales para utilizar en los concretos, por lo que están regidos a lo tradicional, las fabricadoras de hormigón de la provincia no hacen mención en implementar estos materiales en sus productos constructivos.

#### **1.5.4. Justificación social.**

En tal sentido el presente proyecto mejorará los aspectos de: Innovación tecnológica y el acceso al conocimiento, generar nuevas actividades que ayuden a la conservación de los ecosistemas y contribuir en la reducción de CO<sub>2</sub> causado por las grandes industrias cementeras. Porque la utilización de cenizas de caña de azúcar contribuye al uso de materia renovable no contaminantes.

#### **1.5.5. Justificación metodológica.**

La investigación realizada contribuirá a generar mayor entendimiento del empleo de materiales puzolánicos artificiales en el concreto. Asimismo, los resultados del estudio ayudarán a demostrar que adicionando cenizas de caña de azúcar mejoran las propiedades mecánicas del concreto.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general.**

La adición de cenizas de caña de azúcar mejorará significativamente las propiedades mecánicas para un concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , al 2, 4, 6, 8 y 10% de adición en comparación.

### **1.6.2. Hipótesis específica.**

- Las propiedades químicas de las cenizas de caña de azúcar tienen mayor contenido de óxidos ácidos ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), representan un 68.38% de compuestos químicos.
- La cantidad de cloruro en el agua es de 4 mg/l, el valor pH es de 7.10 y los sulfatos 49 mg/l.
- La resistencia a la compresión de un concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de diversos porcentajes de cenizas de caña de azúcar supera la resistencia obtenido por la mezcla patrón.
- La resistencia a la tracción por flexión de un concreto patrón y con adición de diversos porcentajes está comprendido entre 3,34 MPa - 6,20 MPa.
- El óptimo diseño de mezcla se obtiene con la adición del 6% de cenizas de caña de azúcar al diseño de mezcla del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento, donde aumenta las resistencias a compresión y flexión.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo general.**

Determinar las propiedades mecánicas de un concreto para pavimento con adición de cenizas de caña de azúcar al 2, 4, 6, 8 y 10% de un concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y compararla con la mezcla patrón.

### 1.7.2. Objetivos específicos.

- Determinar las propiedades químicas de las cenizas de caña de azúcar usada en la mezcla.
- Determinar las cantidades de cloruros, pH y sulfatos del agua usada en la mezcla.
- Determinar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando cenizas de caña de azúcar al 2, 4, 6, 8 y 10% en comparación con una mezcla patrón.
- Determinar la resistencia a la tracción por flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando cenizas de caña de azúcar al 2, 4, 6, 8 y 10% en comparación con una mezcla patrón.
- Determinar el óptimo diseño de mezcla del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando diversos porcentajes de cenizas de caña de azúcar.

## II. MÉTODO.

### 2.1. Diseño de investigación.

La investigación es aplicada, porque usa los conocimientos existentes para resolver problemas de la realidad. De acuerdo a la contrastación de resultados: Correlacional; porque miden dos variables y establecen una relación estadística entre las mismas (correlación), sin necesidad de incluir variables externas para llegar a conclusiones relevantes.



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

Y= PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

Oi= RESULTADOS

Xi= CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR

### 2.2. Variables, operacionalización.

- Variable independiente: cenizas de caña de azúcar.

- Variable dependiente: propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**TABLA 3**

*Operacionalización de Variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Cenizas de caña de azúcar</b>	Las cenizas del bagazo de caña de azúcar o de algunos residuos agrícolas son puzolanas que presentan altos contenidos de silicio y si la quema se realiza bajo un control adecuado con condiciones de temperatura de 350 – 600 °C, el material molido es muy puzolánico	Incineración del bagazo de caña de azúcar hasta obtener una materia similar al cemento, con las mismas características granulométricas, (pasante de la malla N°200), el cual se adicionará en 2, 4, 6, 8 y 10% en la mezcla	Propiedades Químicas de Cenizas de caña de azúcar	Compuestos Químicos	Razón
<b>Propiedades mecánicas del concreto <math>f'c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup> para pavimento</b>	Son las propiedades inherentes al concreto que le permite ser usado en pavimentos rígidos, las cuales pueden variar dependiendo de la condición específica para la que es usado.	Se adicione un porcentaje de ceniza del bagazo de caña de azúcar, las cuales 2, 4, 6, 8 y 10% para determinar las propiedades de dicho concreto con las adiciones respectivas.	Propiedades químicas	Ph en agua	Intervalo
				Cloruro en el agua	Razón
				Sulfatos en agua	
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión testigos cilíndricos	Razón
Resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los Tercios del tramo					

*Fuente:* Elaboración propia.

## 2.3. Población y muestra.

### 2.3.1. Población.

**Tabla 4.**

*Población.*

<b>Propiedades mecánicas</b>	NTP 339.034. Ensayo de resistencia a la compresión. (54 probetas en total. 9 en cada tratamiento).
	NTP 339.084. Ensayo de resistencia a la flexión. (54 probetas en total. 9 en cada tratamiento).
<b>Propiedades químicas</b>	Valores de pH, cloruros y sulfatos en el agua usada en la mezcla.
	Compuestos químicos de las cenizas de caña de azúcar.

*Fuente:* NTE CE.010 Pavimentos Urbanos (2010).

La población general estará conformada por 54 testigos cilíndricos de concreto y 54 testigos cúbicos de concreto. Cada testigo cilíndrico tendrá una sección de 0.15 m x 0.30 m. Cada testigo cubico tendrá una sección de 0.15 m. x 0.15 m x 0.50 m. Las probetas y las vigas de concreto, con adición de un porcentaje con cenizas de caña de azúcar al 2%, 4%, 6%, 8% y 10% del peso del cemento; además se considerarán testigos cilíndricos y vigas convencionales de  $f'c = 210kg/cm^2$ . Los testigos cilíndricos y testigos cúbicos adicionando diversos porcentajes de cenizas de caña de azúcar y las probetas y vigas convencionales, serán evaluadas a los 7, 14 y 28 días. Los testigos cilíndricos se realizaran ensayos de resistencia a compresión; y los testigos cúbicos se realizaran ensayos de resistencia a la flexión por tracción del concreto de vigas, serán mediante cargas apoyadas en los tercios del tramo.

Para obtener la ceniza, se obtuvo el bagazo de caña de azúcar del distrito de Jepelacio del Fundo del Sr. Pedro. Para obtener el concreto, se obtuvieron los agregados de la cantera concesión minera EDVO. De acuerdo a la NTP 339.183 (2003). “El número mínimo de especímenes elaborados es de tres (03) especímenes para cada edad”. Las muestras son setenta y dos (108) especímenes de concreto elaborados los cuales son descritos a continuación:



**Tabla 5.**  
*Testigos cilíndricos de concreto.*

EDAD (días)	NÚMERO DE TESTIGOS CILINDRICOS						TOTAL DE N° DE TESTIGOS CILINDRICOS
	MEZCLA PATRÓN	2% DE ADICIÓN DE CCA	4% DE ADICIÓN DE CCA	6% DE ADICIÓN DE CCA	8% DE ADICIÓN DE CCA	10% DE ADICIÓN DE CCA	
7	3	3	3	3	3	3	54
14	3	3	3	3	3	3	
28	3	3	3	3	3	3	

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 6.**  
*Testigos cúbicos de concreto.*

EDAD (días)	NÚMERO DE TESTIGOS CÚBICOS						TOTAL DE N° DE TESTIGOS CÚBICOS
	MEZCLA PATRÓN	2% DE ADICIÓN DE CCA	4% DE ADICIÓN DE CCA	6% DE ADICIÓN DE CCA	8% DE ADICIÓN DE CCA	10% DE ADICIÓN DE CCA	
7	3	3	3	3	3	3	54
14	3	3	3	3	3	3	
28	3	3	3	3	3	3	

*Fuente:* Elaboración propia.

### 2.3.2. Muestra.

Estará conformada por el total de la población, es decir, la misma cantidad de probetas y vigas para todas las pruebas mencionadas anteriormente, por lo tanto resulta innecesario aplicar alguna estadística de muestreo.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

### 2.4.1. Técnica.

Observación directa en el laboratorio: Esto permitirá orientarse de forma que las muestras y resultados obtenidos en el laboratorio para los distintos tipos ensayos del concreto pudieran ser modificadas, observadas y registradas sin haber tenido un registro previo. La técnica en mención se materializará en unos formatos de ensayo, donde las diferentes pruebas fueron registradas para su posterior análisis.

La técnica en mención se materializará en unos formatos de ensayo, donde las diferentes pruebas fueron registradas para su posterior análisis.

### 2.4.2. Instrumentos.

El instrumento se desarrolla en base a protocolos, para recoger información de laboratorio correspondiente al estudio de las propiedades mecánicas del concreto, propiedades químicas de las cenizas de caña de azúcar, propiedades

químicas del agua, propiedades físico - mecánicas de los agregados gruesos y finos entre las cuales tenemos:

**Tabla 7**

*Testigos cilíndricos de concreto*

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
PROPIEDADES MECÁNICAS	NTP 339.034 ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
	NTP 339.078 ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS Y DISEÑO DE MEZCLA	NTP 400.012 GRANULOMETRÍA (ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO) DEL AGREGADO FINO Y GRUESO
	NTP 339.185 CONTENIDO DE HÚMEDAD DEL AGREGADO FINO Y GRUESO
	NTP 400.017 PESO UNITARIO Y DE VACIOS DE LOS AGREGADOS
	NTP 400.022 GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
	NTP 400.021 GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS
	COMITÉ DE DISEÑO 211 ACI DISEÑO DE MEZCLA
PROPIEDADES QUÍMICAS	AS TM C- 618 COMPUESTOS QUÍMICOS DE LA CENIZA DE CAÑA DE AZÚCAR
	ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE PH, CLORUROS Y SULFATOS DEL AGUA

*Fuente:* Elaboración propia.

De los cuales se determinaron sus especificaciones técnicas para definir criterios y tolerancias. (**Anexo N°02**)

### 2.4.3. Validez.

Los ensayos de análisis físicos, mecánico y químicos de los agregados, del concreto, de las cenizas y del agua se realizaron en el laboratorio de la universidad Cesar Vallejo de la ciudad de Nuevo Chimbote ya que cuenta con equipos certificados, calibrados y con un profesional especializado y capacitado en el uso y manejo de los mismos. Los ensayos de laboratorio no necesitan estar validados, debido a que ya se encuentran estandarizados y normados.

### 2.4.4. Confiabilidad.

Los resultados obtenidos de los diferentes ensayos que se realizaron están 100% de confiabilidad ya que cuenta con equipos certificados, calibrados y con un profesional especializado y capacitado en el uso y manejo de los mismos. Los ensayos de laboratorio no necesitan estar validados, debido a que ya se encuentran estandarizados y normados.

## **2.5. Métodos de análisis de datos.**

Los resultados fueron analizados en base a la hipótesis, esto permite el análisis de la hipótesis planteada, empleando cálculos matemáticos y procedimientos observacionales, como medidas de las propiedades químicas y mecánicas; y la representación en tablas y gráficos de los resultados.

### **2.5.1. Metodología del trabajo.**

#### **a. Primero:**

Se recolectaron muestras de la concesión EDVO ubicada en el Centro Poblado Santa Isabel en el distrito de Segunda Jerusalén, para determinar sus propiedades físico – mecánicas de los agregados en el laboratorio de Mecánica de Suelos.

#### **b. Segundo:**

Se recolectaron las muestras de bagazo de caña de la huerta del señor Pedro en el Distrito de Japelacio para su posterior calcinación.

#### **c. Tercero:**

Luego se procedió a la calcinación del bagazo de caña de azúcar por 5 horas a una temperatura entre un rango de 350 °C a 400 °C.

#### **d. Cuarto:**

Luego de calcinadas se hizo la molienda de la ceniza de caña de azúcar para luego ser tamizado por la malla número 200.

#### **e. Quinto:**

Se determinó las propiedades químicas de las cenizas de caña de azúcar en el laboratorio de servicios a la comunidad e investigación LASACI de la “Universidad Nacional de Trujillo”.

#### **f. Sexto:**

Se determinó las propiedades químicas del agua a utilizar en el diseño de mezclas en el laboratorio Corporacion de laboratorios de ensayos clínicos, biológicos e industriales S.A.C. “COLECBI” e INACAL DA Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 046.

**g. Séptimo:**

Se realizó los ensayos descritos a continuación:

1. Se determinó la granulometría (análisis granulométrico) del agregado fino y grueso según la norma NTP 400.012/ASTM C-136.
2. Se determinó el contenido de humedad del agregado fino y grueso según la norma NTP 339.185/ASTM C-566.
3. Se determinó el peso unitario del agregado fino y grueso según la norma NTP 400.017 /ASTM C-29.

**h. Octavo:**

Determinadas las propiedades físico – mecánicas de los agregados, se procedió a realizar el diseño de mezclas patrón de resistencia  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, usando el método del comité ACI 211.

**i. Noveno:**

Primero se procedió a elaborar los especímenes de concreto según la norma NTP 339.183 (nueve testigos patrón, y nueve testigos por cada porcentaje de 2%, 4%, 6%, 8% y 10%). Luego se desencofraron los testigos a las 24 horas de haber sido realizados, los cuales fueron curados en una poza a temperatura de 23°C +-2, según la norma NTP 339.183/ASTM C-192.

Luego se procedió a elaborar los especímenes de concreto según la norma NTP 339.183 (nueve vigas patrón, y nueve vigas por cada porcentaje de 2%, 4%, 6%, 8% y 10%). Luego se desencofraron las vigas a las 24 horas de haber sido realizados, los cuales fueron curados en una poza a temperatura de 23°C +-2, según la norma NTP 339.183/ASTM C-192.

**j. Décimo:**

Los especímenes se retiraron de la poza de curado, para luego ser ensayadas en la máquina de compresión axial (según norma NTP 339.034/ASTM C – 39); a la edad de 7 días, 14 días y 28 días según lo establece la norma y en la máquina de resistencia a la flexión (según norma NTP 339.034/ASTM C – 39); a la edad de 7 días, 14 días y 28 días según lo establece la norma.

## 2.6. Aspectos éticos.

La credibilidad de la información se sustenta al realizarse un estudio basado en las muestras reales descritas en esta investigación, lo cual se pudo evidenciar en base a las evidencias del trabajo de campo que se realizó.

## III. RESULTADOS.

Los resultados obtenidos en laboratorio constan de los ensayos físicos – mecánicos de los agregados, ensayos químicos del agua para medir el pH, las cantidades de cloruros y sulfatos existentes en la muestra, la composición química de las cenizas de caña de azúcar; y los ensayos mecánicos que constan de ensayos de rotura de especímenes de concreto ensayados a compresión, y flexión; dichos estudios buscan comparar el comportamiento del concreto con diferentes porcentajes de adición, para verificar la cantidad óptima a usar para concreto convencional con adición de un porcentaje de cemento determinado.

### 3.1. Propiedades químicas de la ceniza de caña de azúcar y las características del agua usada en la mezcla.

**Tabla 8.**

*Porcentaje de compuestos químicos existentes en la muestra de cenizas de caña de azúcar.*

DETERMINACIÓN	UNIDADES	MUESTRA
$SiO_2$	%	50.70
$Al_2O_3$	%	7.10
$Fe_2O_3$	%	6.40
$CaO$	%	1.50
$MgO$	%	0.36
$K_2O$	%	1.70
$Na_2O$	%	0.60
$Ti_2O_2$	%	0.02

*Fuente:* LASACI de la Universidad Nacional de Trujillo.

#### **Interpretación:**

La tabla 8 muestra las composiciones químicas porcentajes de compuestos existentes en las cenizas de caña de azúcar. Dichos compuestos corresponden a la clase N de puzolanas según el ASTM. Siendo factible destacar que los principales óxidos requeridos para lograr la obtención de nuevos compuestos hidráulicos estables (producto de la combinación gradual de dichos óxidos con la

cal liberada en la hidratación de los cementos), se aproximan al requerimiento mínimo de la norma de 70%, siendo que la suma de la Sílice (SiO<sub>2</sub>), más la aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), el óxido Férrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y otros compuestos es de 68,38%.

**Tabla 9.**

*Determinación de cloruros, pH y sulfatos en el agua usada para la mezcla de concreto.*

ENSAYOS	MUESTRA (Laboratorio de Suelos de la UCV)
Cloruros (mg/L)	4
Ph	6.19
Sulfatos (mg/L)	49

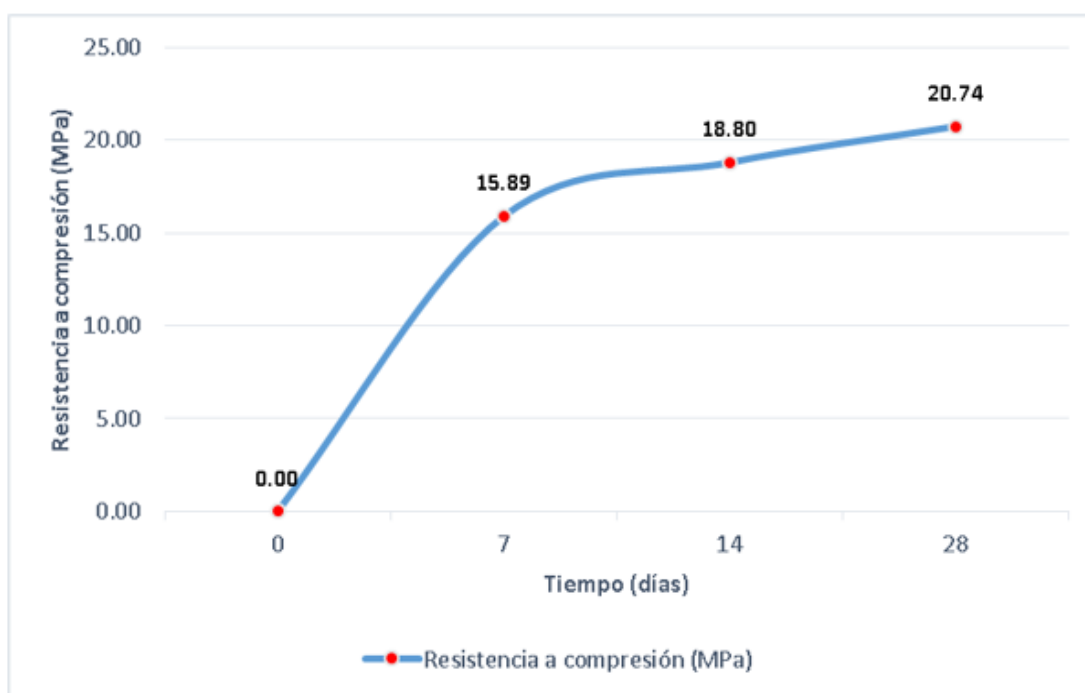
*Fuente:* Laboratorio COLECBI.

**Interpretación:**

La tabla 5, muestra la cantidad de cloruro en el agua que es de 4 mg/l, el valor pH es de 6.19 y los sulfatos 49 mg/l. los valores pertenecen a la muestra del agua potable del laboratorio de suelos de la Universidad César Vallejo - Moyobamba.

**3.2. Propiedades mecánicas del concreto con mezcla patrón y con la mezcla con adición de cenizas de caña de azúcar al 2%, 4%, 6%, 8% y 10%.**

**3.2.1. Mezcla patrón.**

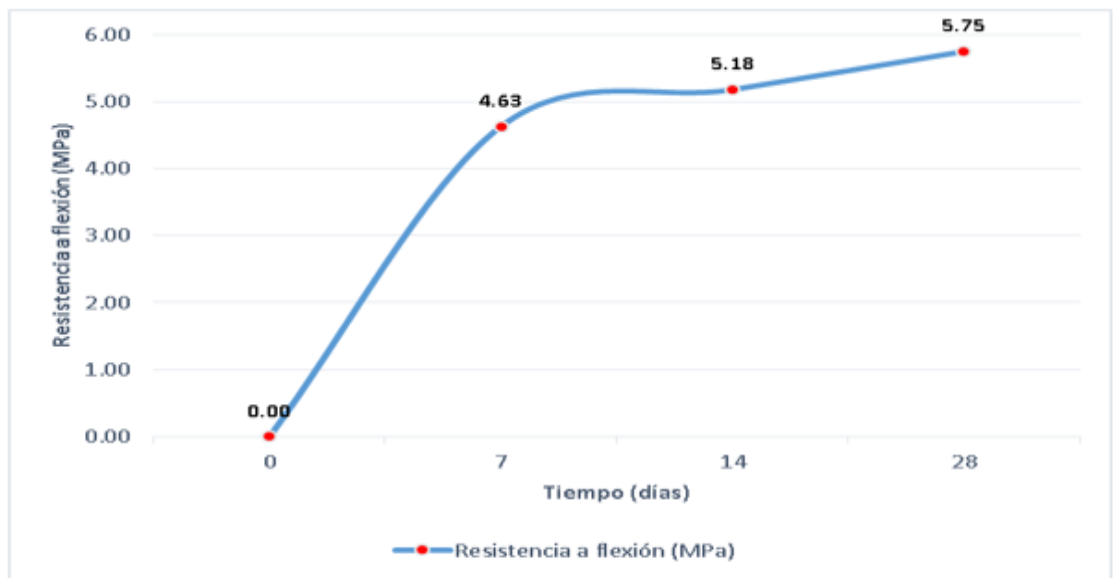


**Figura 1.** Evolución de la resistencia a la compresión de mezcla patrón.

*Fuente:* Elaboración propia.

**Interpretación:**

En la figura 1, se describe la evolución de la resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 16.20 MPa la resistencia a 7 días, 19.17 MPa a 14 días y 21.15 MPa a 28 días. Cada resistencia determinada en cada edad es el promedio del ensayo de 3 probetas. La resistencia a los 7 días es de 76%, la de 14 días 91% y la de 28 días 101%, dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma. El tipo de falla más frecuente es la falla tipo cono (a); seguido de la falla tipo cono y hendedura (b) y tipo corte (d), (Ver Anexo).



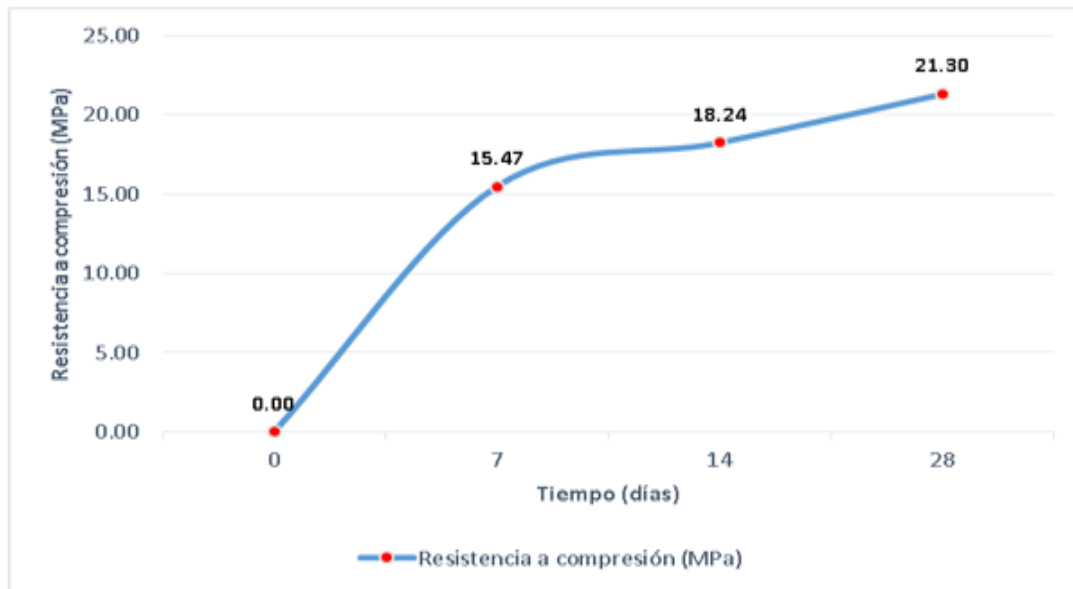
**Figura 2.** Evolución de la resistencia a la flexión de mezcla patrón.

*Fuente:* Elaboración propia.

**Interpretación:**

En la figura 2, se describe la evolución de la resistencia a la flexión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 4.63 MPa la resistencia a 7 días, 5.18 MPa a 14 días y 5.75 MPa a 28 días. Cada resistencia determinada en cada edad es el promedio del ensayo de 3 probetas. Dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma  $MR \geq 3,4$  MPa. El tipo de falla más frecuente es la falla tipo cono (a); seguido de la falla tipo cono y hendedura (b) y tipo corte (d), (Ver Anexo).

### 3.2.2. Mezcla con 2% de adición de cenizas de caña de azúcar.



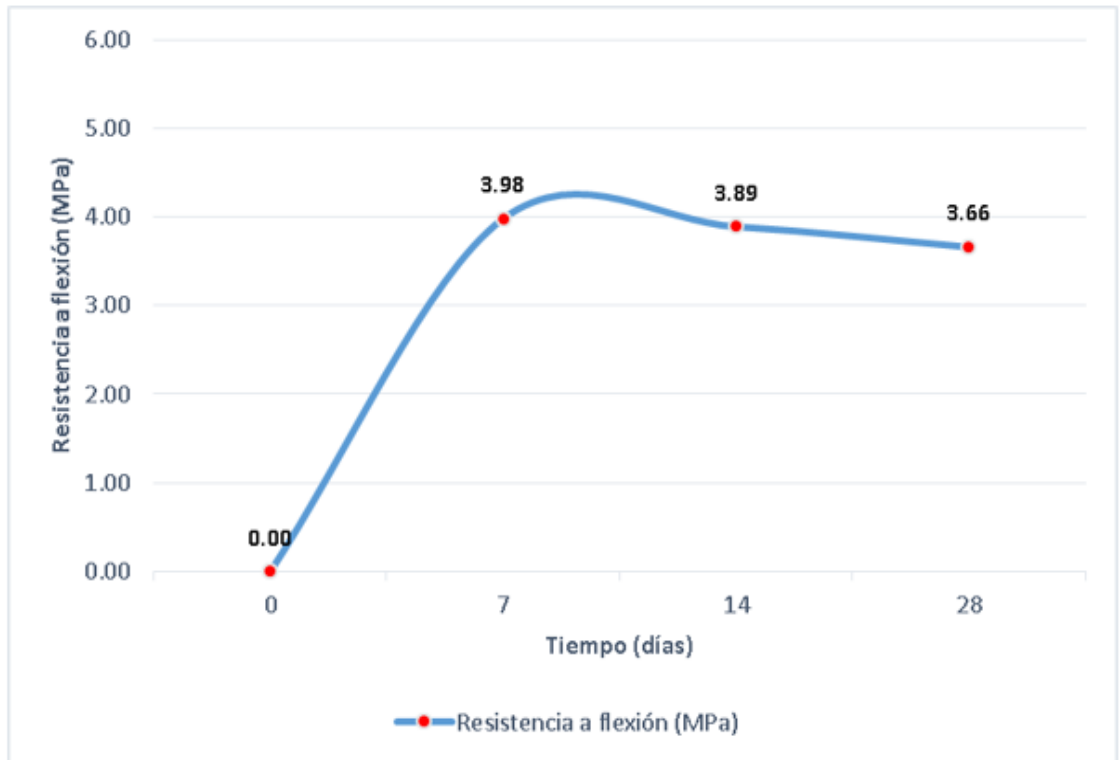
**Figura 3.** Evolución de la resistencia a la compresión de mezcla con 2% de CBCA.

*Fuente:* Elaboración propia.

#### **Interpretación:**

En la figura 3, se describe la evolución de la resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 15.47 MPa la resistencia a 7 días, 18.24 MPa a 14 días y 21.30 MPa a 28 días. Cada resistencia determinada en cada edad es el promedio del ensayo de 3 probetas. La resistencia a los 7 días es de 75%, la de 14 días 89% y la de 28 días 103%, dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma. El tipo de falla más frecuente es la falla tipo cono (a); seguido de la falla tipo cono y hendedura (b) y tipo corte (d), (Ver Anexo).





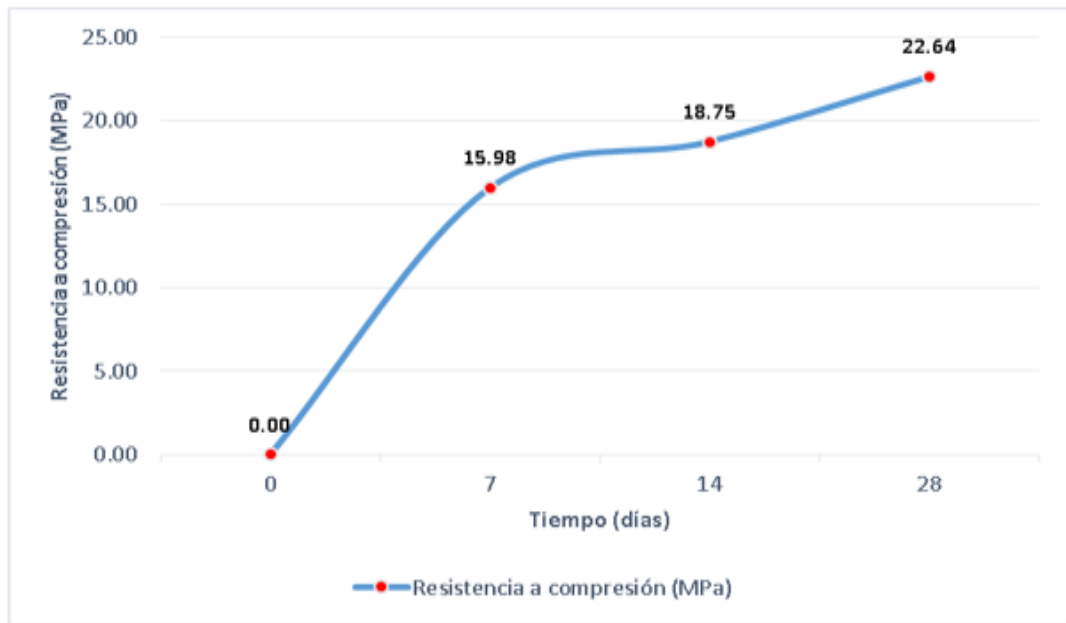
**Figura 4.** Evolución de la resistencia a la flexión de mezcla con 2% de CBCA.

*Fuente:* Elaboración propia.

**Interpretación:**

En la figura 4, se describe la evolución de la resistencia a la flexión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 3.98 MPa la resistencia a 7 días, 3.89 MPa a 14 días y 3.66 MPa a 28 días. Cada resistencia determinada en cada edad es el promedio del ensayo de 3 probetas. Dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma  $MR \geq 3,4$  MPa. El tipo de falla más frecuente es la falla tipo cono (a); seguido de la falla tipo cono y hendedura (b) y tipo corte (d), (Ver Anexo).

### 3.2.3. Mezcla con 4% de adición de cenizas de caña de azúcar.

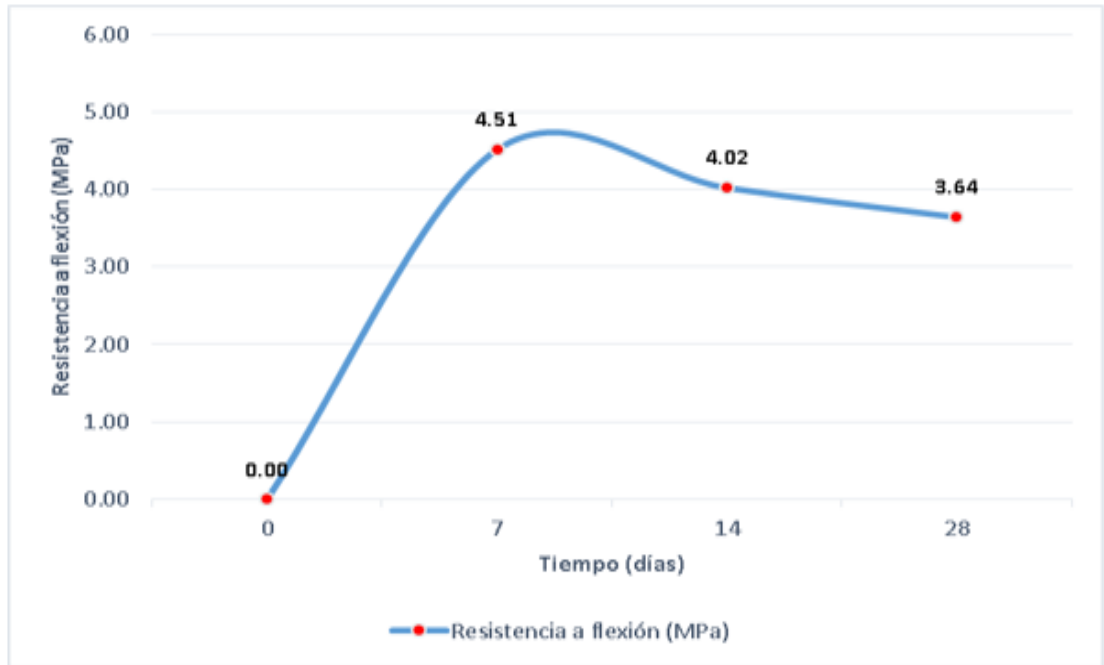


**Figura 5.** Evolución de la resistencia a la compresión de mezcla con 4% de CBCA.

*Fuente:* Elaboración propia.

#### **Interpretación:**

En la figura 5, se describe la evolución de la resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 15.98 MPa la resistencia a 7 días, 18.75 MPa a 14 días y 22.64 MPa a 28 días. Cada resistencia determinada en cada edad es el promedio del ensayo de 3 probetas. La resistencia a los 7 días es de 78%, la de 14 días 91% y la de 28 días 110%, dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma. El tipo de falla más frecuente es la falla tipo cono (a); seguido de la falla tipo cono y hendedura (b) y tipo corte (d), (Ver Anexo).



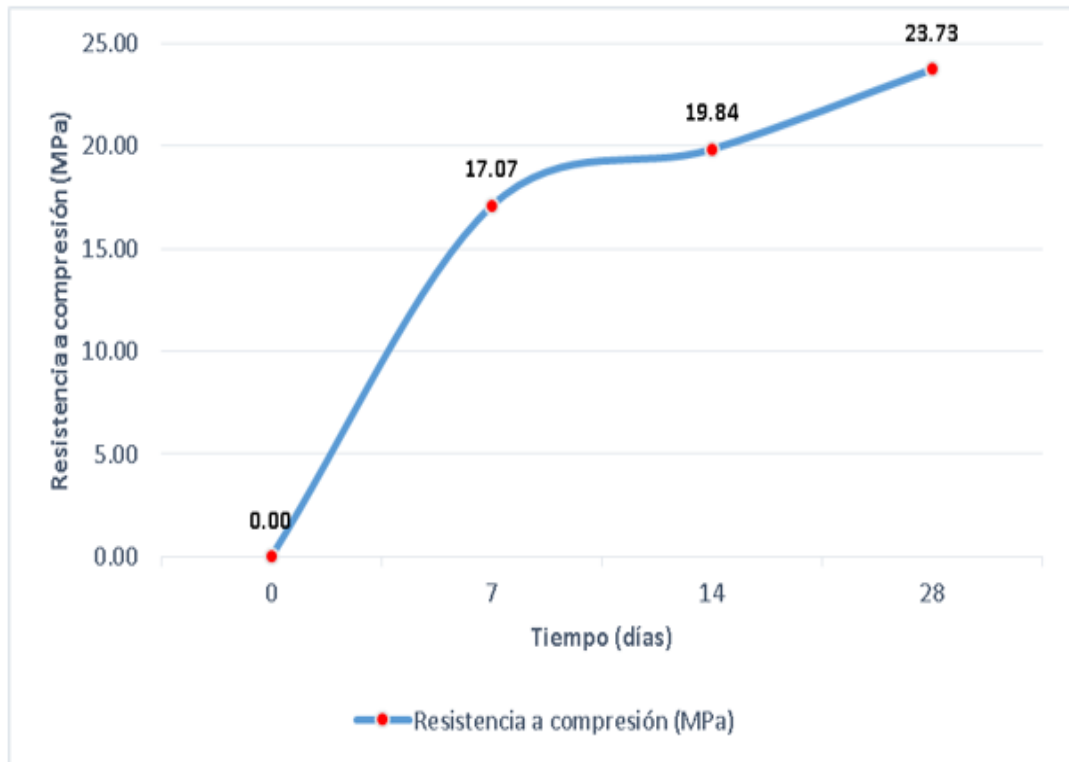
**Figura 6.** Evolución de la resistencia a la flexión de mezcla con 4% de CBCA.

*Fuente:* Elaboración propia.

**Interpretación:**

En la figura 6, se describe la evolución de la resistencia a la flexión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 4.51 MPa la resistencia a 7 días, 4.02 MPa a 14 días y 3.64 MPa a 28 días. Cada resistencia determinada en cada edad es el promedio del ensayo de 3 probetas. Dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma  $MR \geq 3,4$  MPa. El tipo de falla más frecuente es la falla tipo cono (a); seguido de la falla tipo cono y hendedura (b) y tipo corte (d), (Ver Anexo).

### 3.2.4. Mezcla con 6% de adición de cenizas de caña de azúcar.

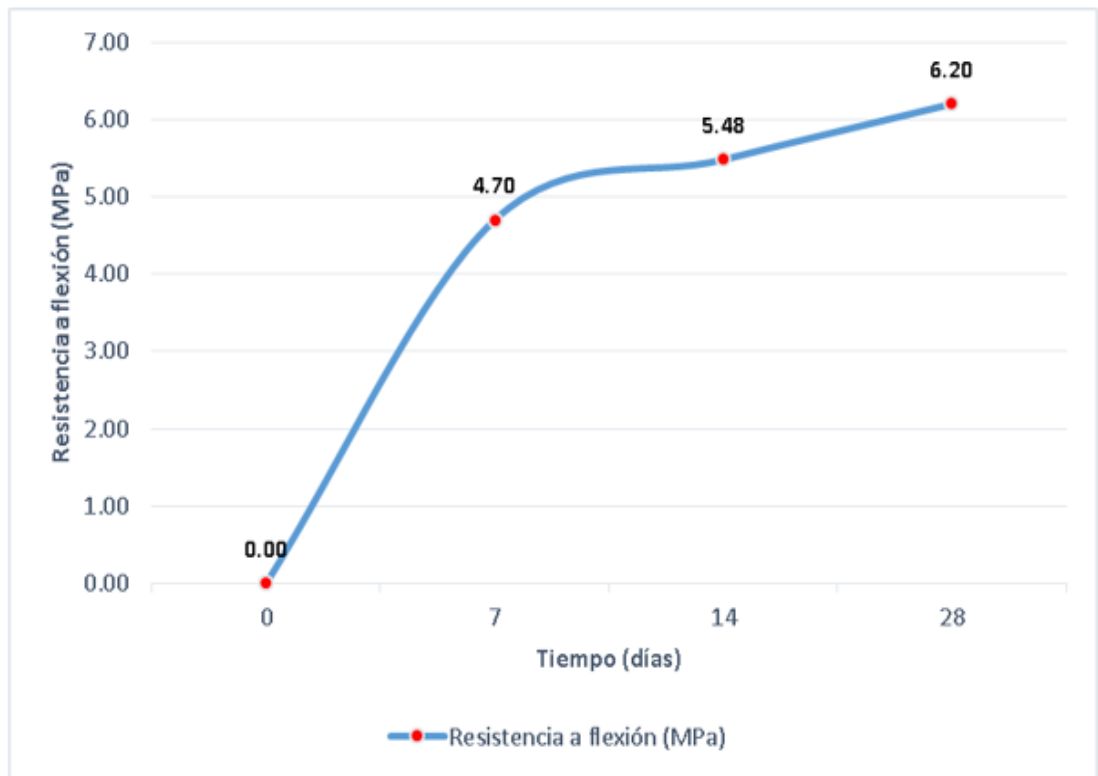


**Figura 7.** Evolución de la resistencia a la compresión de mezcla con 6% de CBCA.

*Fuente:* Elaboración propia.

#### **Interpretación:**

En la figura 7, se describe la evolución de la resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 17.07 MPa la resistencia a 7 días, 19.84 MPa a 14 días y 23.73 MPa a 28 días. Cada resistencia determinada en cada edad es el promedio del ensayo de 3 probetas. La resistencia a los 7 días es de 83%, la de 14 días 96% y la de 28 días 115%, dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma. El tipo de falla más frecuente es la falla tipo cono (a); seguido de la falla tipo cono y hendedura (b) y tipo corte (d), (Ver Anexo).



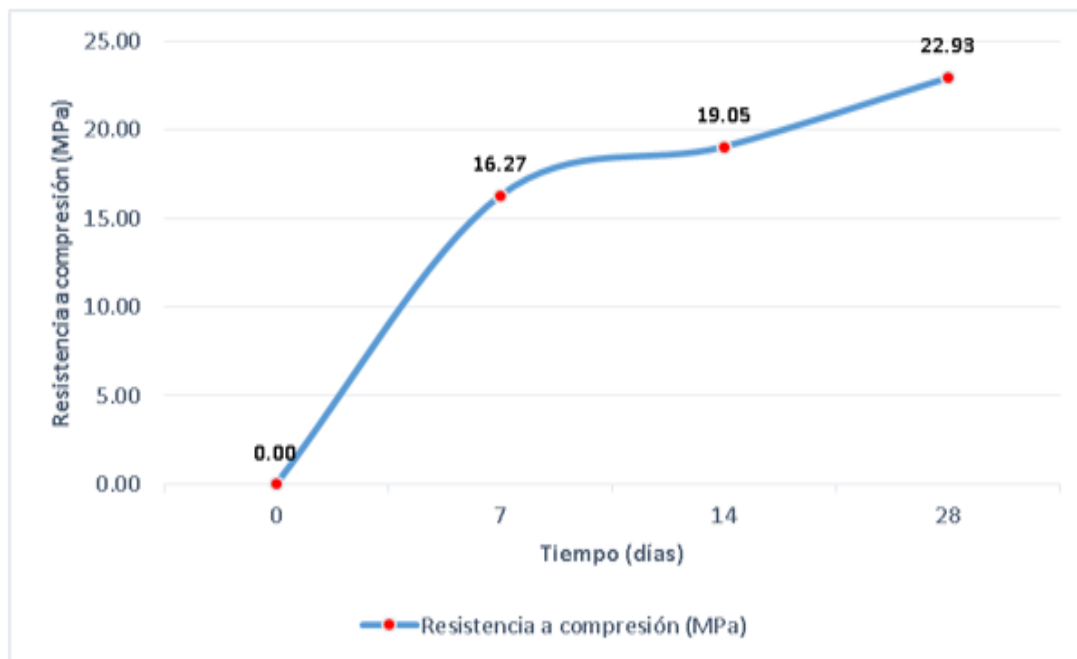
**Figura 8.** Evolución de la resistencia a la flexión de mezcla con 6% de CBCA.

*Fuente:* Elaboración propia.

### **Interpretación:**

En la figura 8, se describe la evolución de la resistencia a la flexión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 4.70 MPa la resistencia a 7 días, 5.48 MPa a 14 días y 6.20 MPa a 28 días. Cada resistencia determinada en cada edad es el promedio del ensayo de 3 probetas. Dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma  $MR \geq 3,4$  MPa. El tipo de falla más frecuente es la falla tipo cono (a); seguido de la falla tipo cono y hendedura (b) y tipo corte (d), (Ver Anexo).

### 3.2.5. Mezcla con 8% de adición de cenizas de caña de azúcar.

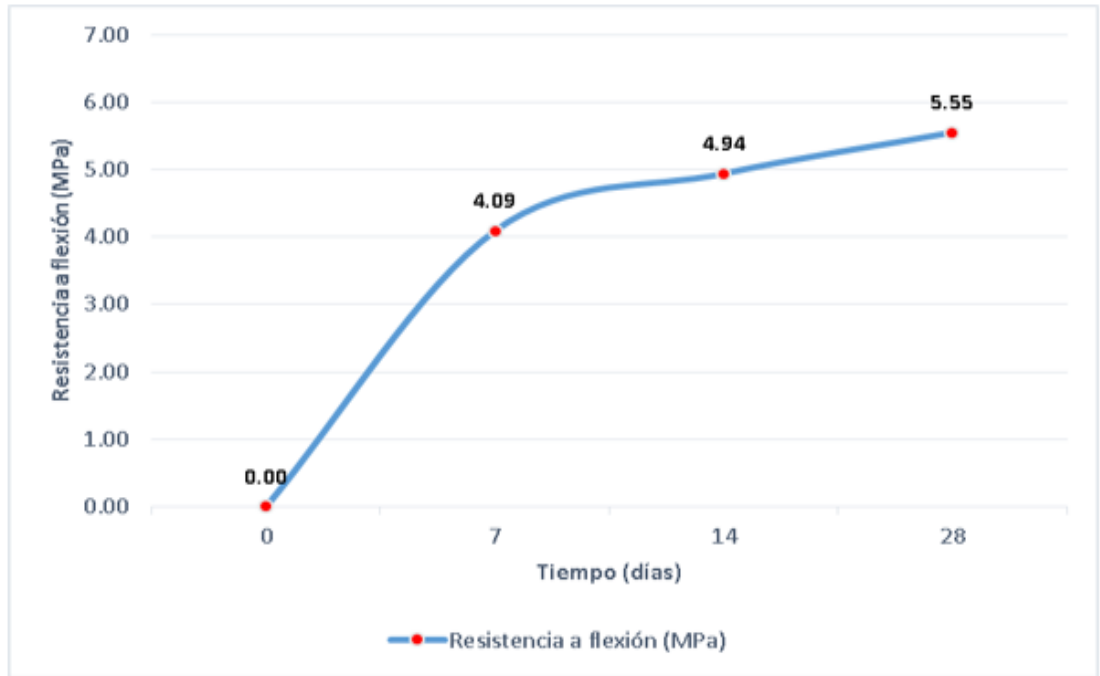


**Figura 9.** Evolución de la resistencia a la compresión de mezcla con 8% de CBCA.

*Fuente:* Elaboración propia.

#### **Interpretación:**

En la figura 9, se describe la evolución de la resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 16.27 MPa la resistencia a 7 días, 19.05 MPa a 14 días y 22.93 MPa a 28 días. Cada resistencia determinada en cada edad es el promedio del ensayo de 3 probetas. La resistencia a los 7 días es de 79%, la de 14 días 92% y la de 28 días 111%, dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma. El tipo de falla más frecuente es la falla tipo cono (a); seguido de la falla tipo cono y hendedura (b) y tipo corte (d), (Ver Anexo).



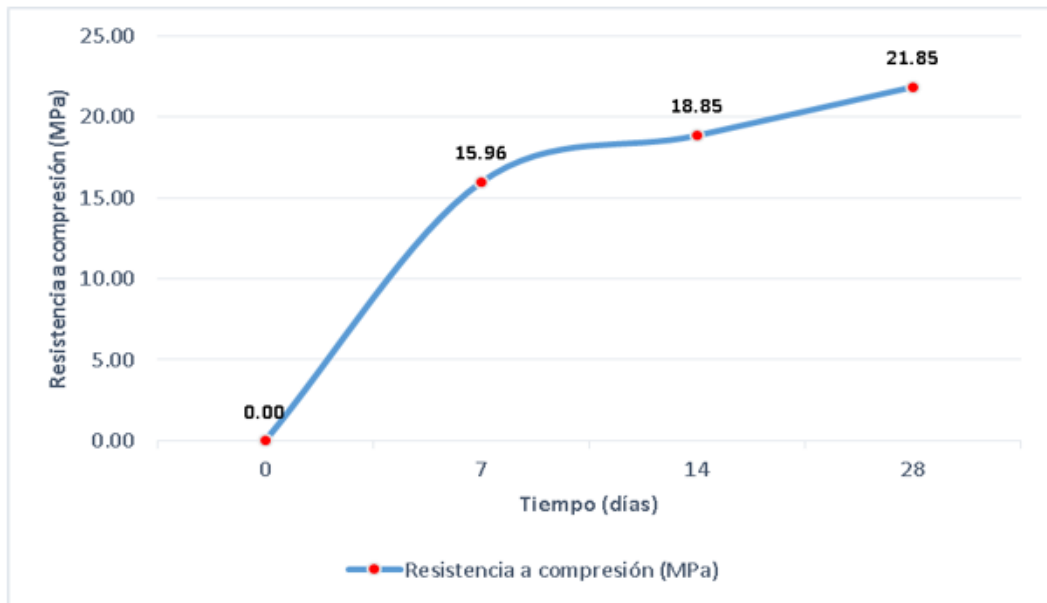
**Figura 10.** Evolución de la resistencia a la flexión de mezcla con 8% de CBCA.

*Fuente:* Elaboración propia.

**Interpretación:**

En la figura 10, se describe la evolución de la resistencia a la flexión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 4.09 MPa la resistencia a 7 días, 4.94 MPa a 14 días y 5.55 MPa a 28 días. Cada resistencia determinada en cada edad es el promedio del ensayo de 3 probetas. Dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma  $MR \geq 3,4$  MPa. El tipo de falla más frecuente es la falla tipo cono (a); seguido de la falla tipo cono y hendedura (b) y tipo corte (d), (Ver Anexo).

### 3.2.6. Mezcla con 10% de adición de cenizas de caña de azúcar.



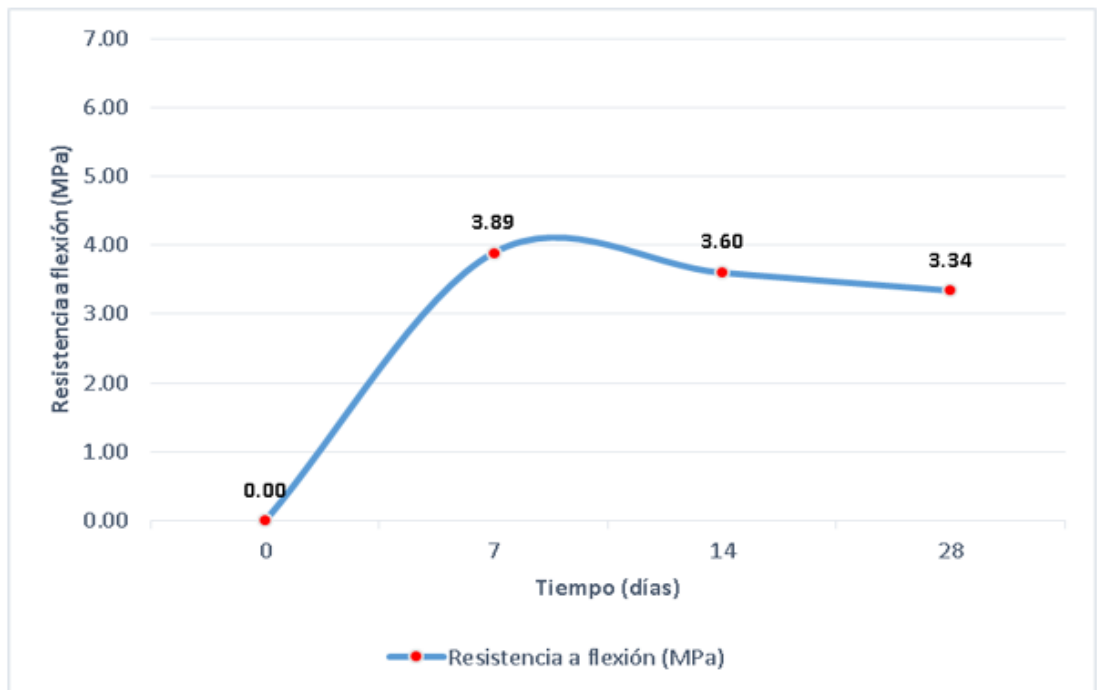
**Figura 11.** Evolución de la resistencia a la compresión de mezcla con 10% de CBCA.

*Fuente:* Elaboración propia.

#### **Interpretación:**

En la figura 11, se describe la evolución de la resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 15.96 MPa la resistencia a 7 días, 18.85 MPa a 14 días y 21.85 MPa a 28 días. Cada resistencia determinada en cada edad es el promedio del ensayo de 3 probetas. La resistencia a los 7 días es de 77%, la de 14 días 92% y la de 28 días 106%, dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma. El tipo de falla más frecuente es la falla tipo cono (a); seguido de la falla tipo cono y hendedura (b) y tipo corte (d), (Ver Anexo).





**Figura 12.** Evolución de la resistencia a la flexión de mezcla con 10% de CBCA.

*Fuente:* Elaboración propia.

### **Interpretación:**

En la figura 12, se describe la evolución de la resistencia a la flexión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 3.89 MPa la resistencia a 7 días, 3.60 MPa a 14 días y 3.34 MPa a 28 días. Cada resistencia determinada en cada edad es el promedio del ensayo de 3 probetas. Dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma  $MR \geq 3,4$  MPa. El tipo de falla más frecuente es la falla tipo cono (a); seguido de la falla tipo cono y hendedura (b) y tipo corte (d), (Ver Anexo).

### 3.3. Comparación de ensayos mecánicos de mezcla patrón y mezclas con adición de 2%, 4%, 6%, 8% y 10% de cenizas de caña de azúcar.

Teniendo como punto de referencia los objetivos y alcances de la investigación se realiza un análisis comparativo entre la mezcla patrón y las mezclas con adición cenizas, de acuerdo con los resultados obtenidos y presentados en la sección 3.2. La mezcla patrón será comparada con las mezcla del 2% al 8% de cenizas, dado que todas fueron hechas con las mismas condiciones de acuerdo a la relación agua- cemento ( $a/c= 0.558$ ).

#### 3.3.1. Comparación de mezcla patrón y mezcla de 2% de adición de CBCA

##### 3.3.1.1. Resistencia a compresión.

Los resultados a comparar de acuerdo a la tabla 6 son los promedios de las resistencias de los cilindros ensayados a los 7, 14 y 28 días. De dichos valores se genera la figura 13 de la resistencia adquirida en las distintas edades, con el fin de ver el comportamiento de cada una de las mezclas.

**Tabla 10.**

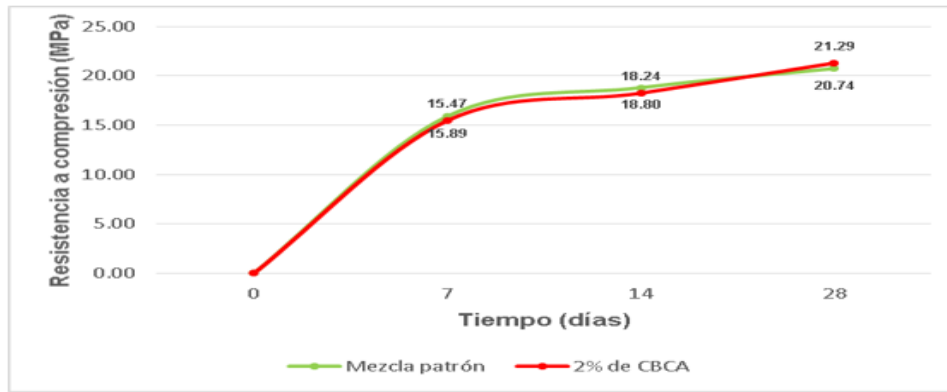
*Resistencia a compresión del concreto patrón y 2% de CBCA.*

Edad (días)	N° de Cilindro	Resistencia (MPa)	
		Mezcla patrón	2% de CBCA
7	1	15.89	15.35
	2	15.28	15.63
	3	16.51	15.42
<b>Promedio</b>		<b>15.89</b>	<b>15.47</b>
14	1	18.80	18.13
	2	18.25	18.41
	3	19.36	18.19
<b>Promedio</b>		<b>18.80</b>	<b>18.24</b>
28	1	20.85	21.46
	2	20.74	21.18
	3	20.63	21.24
<b>Promedio</b>		<b>20.74</b>	<b>21.29</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

#### **Interpretación:**

La tabla 10, muestra que el concreto con adición de 2% no supera la resistencia de la mezcla patrón a los 7 y 14 días; pero igual logra mayor resistencia a los 28 días con respecto a la mezcla patrón.



**Figura 13.** Comparación de la Mezcla patrón con la mezcla con adición del 2% de CBCA.

*Fuente:* Elaboración propia.

### Interpretación:

En la figura 13, se observa que la mezcla con 2% de CBCA, que a los 7 y 14 días no supera la resistencia a la compresión con respecto a la mezcla patrón, pero a los 28 días supera la resistencia en comparación con a la mezcla patrón. Se observa también el 3% de aumento de resistencia de mezcla con 2% de CBCA con respecto a la mezcla patrón.

#### 3.3.1.2. Resistencia a flexión.

Los resultados a comparar de acuerdo a la tabla 7 son los promedios de las resistencias de los cilindros ensayados a los 7, 14 y 28 días. De dichos valores se genera la figura 14 de la resistencia adquirida en las distintas edades, con el fin de ver el comportamiento de cada una de las mezclas.

**Tabla 11.**

*Resistencia a flexión del concreto patrón y 2% de CBCA.*

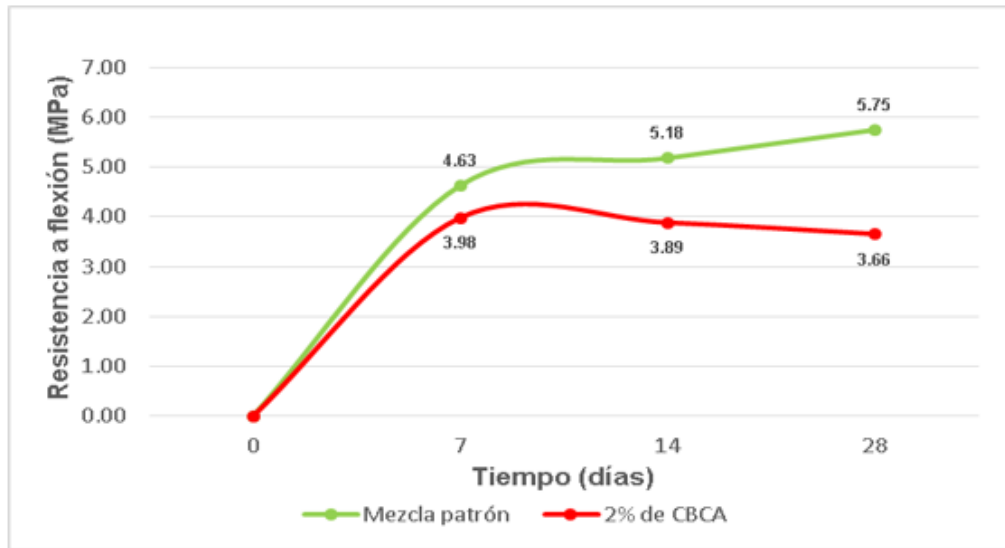
Edad (días)	N° de Viga	Resistencia (MPa)	
		Mezcla patrón	2% de CBCA
7	1	4.63	3.98
	2	4.41	3.77
	3	4.85	4.20
<b>Promedio</b>		<b>4.63</b>	<b>3.98</b>
14	1	4.96	3.88
	2	5.20	3.84
	3	5.38	3.94
<b>Promedio</b>		<b>5.18</b>	<b>3.89</b>
28	1	5.75	3.79
	2	5.55	3.57
	3	5.94	3.61
<b>Promedio</b>		<b>5.75</b>	<b>3.66</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

### Interpretación:

La tabla 11, muestra que el concreto con adición de 2% no supera la resistencia

de la mezcla patrón a los 7,14 y 28 días. Pero supera la resistencia deseada para el diseño de pavimento rígido  $MR \geq 3,4$  MPa.



**Figura 14.** Comparación de la *Mezcla patrón* con la *mezcla con adición del 2% de CBCA*.

*Fuente:* Elaboración propia.

### **Interpretación:**

En la figura 14, se observa que la mezcla con 2% de CBCA, que a los 7, 14 y 28 días no supera la resistencia a la flexión con respecto a la mezcla patrón, pero dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma  $MR \geq 3,4$  MPa.

### **3.3.2. Comparación de mezcla patrón y mezcla de 4% de adición de CBCA**

#### **3.3.2.1. Resistencia a compresión.**

Los resultados a comparar de acuerdo a la tabla 8 son los promedios de las resistencias de los cilindros ensayados a los 7, 14 y 28 días. De dichos valores se genera la figura 15 de la resistencia adquirida en las distintas edades, con el fin de ver el comportamiento de cada una de las mezclas.

**Tabla 12.**

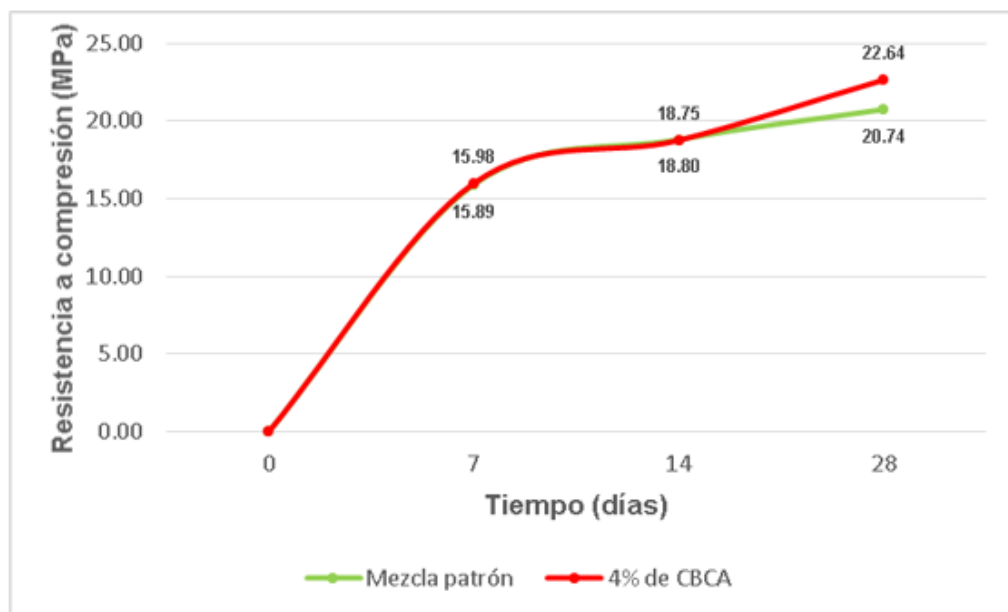
*Resistencia a compresión del concreto patrón y 4% de CBCA.*

Edad (días)	N° de Cilindro	Resistencia (MPa)	
		Mezcla patrón	4% de CBCA
7	1	15.89	15.87
	2	15.28	16.14
	3	16.51	15.93
<b>Promedio</b>		<b>15.89</b>	<b>15.98</b>
14	1	18.80	18.64
	2	18.25	18.92
	3	19.36	18.70
<b>Promedio</b>		<b>18.80</b>	<b>18.75</b>
28	1	20.85	22.53
	2	20.74	22.80
	3	20.63	22.59
<b>Promedio</b>		<b>20.74</b>	<b>22.64</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

**Interpretación:**

La tabla 12, muestra que el concreto con adición de 4%, supera la resistencia de la mezcla patrón a los 7 y 28 días; pero a los 14 días no supera la resistencia a la mezcla patrón.



**Figura 15.** Comparación de la *Mezcla patrón* con la *mezcla con adición del 4% de CBCA*.

*Fuente:* Elaboración propia.

**Interpretación:**

En la figura 15, se observa que la mezcla con 4% de CBCA, que a los 7, 14 y 28 días supera la resistencia a la compresión con respecto a la mezcla patrón. Se observa también el 10% de aumento de resistencia de mezcla con 2% de CBCA con respecto a la mezcla patrón.

### 3.3.2.2. Resistencia a flexión.

Los resultados a comparar de acuerdo a la tabla 9 son los promedios de las resistencias de los cilindros ensayados a los 7, 14 y 28 días. De dichos valores se genera la figura 16 de la resistencia adquirida en las distintas edades, con el fin de ver el comportamiento de cada una de las mezclas.

**Tabla 13.**

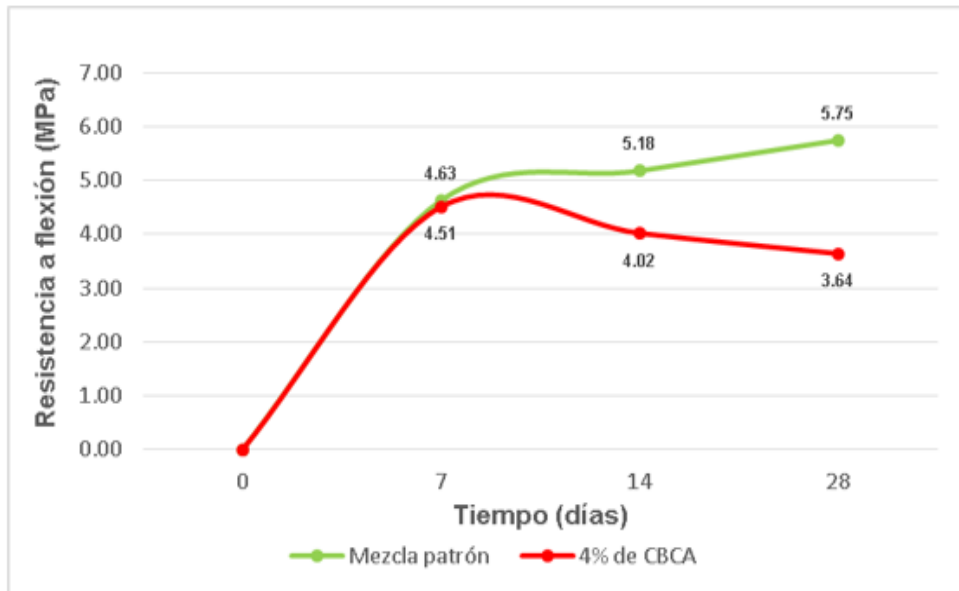
*Resistencia a flexión del concreto patrón y 4% de CBCA.*

Edad (días)	N° de Viga	Resistencia (MPa)	
		Mezcla patrón	4% de CBCA
7	1	4.63	4.51
	2	4.41	4.30
	3	4.85	4.72
<b>Promedio</b>		<b>4.63</b>	<b>4.51</b>
14	1	4.96	3.97
	2	5.20	3.93
	3	5.38	4.16
<b>Promedio</b>		<b>5.18</b>	<b>4.02</b>
28	1	5.75	3.64
	2	5.55	3.43
	3	5.94	3.85
<b>Promedio</b>		<b>5.75</b>	<b>3.64</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

### **Interpretación:**

La tabla 13, muestra que el concreto con adición de 4% no supera la resistencia de la mezcla patrón a los 7,14 y 28 días. Pero supera la resistencia deseada para el diseño de pavimento rígido  $MR \geq 3,4$  MPa.



**Figura 16.** Comparación de la *Mezcla patrón* con la *mezcla con adición del 4% de CBCA*.

*Fuente:* Elaboración propia.

**Interpretación:**

En la figura 16, se observa que la mezcla con 4% de CBCA, que a los 7, 14 y 28 días no supera la resistencia a la flexión con respecto a la mezcla patrón, pero dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma  $MR \geq 3,4$  MPa.

**3.3.3. Comparación de mezcla patrón y mezcla de 6% de adición de CBCA**

**3.3.3.1. Resistencia a compresión.**

Los resultados a comparar de acuerdo a la tabla 10 son los promedios de las resistencias de los cilindros ensayados a los 7, 14 y 28 días. De dichos valores se genera la figura 17 de la resistencia adquirida en las distintas edades, con el fin de ver el comportamiento de cada una de las mezclas.

**Tabla 14.**

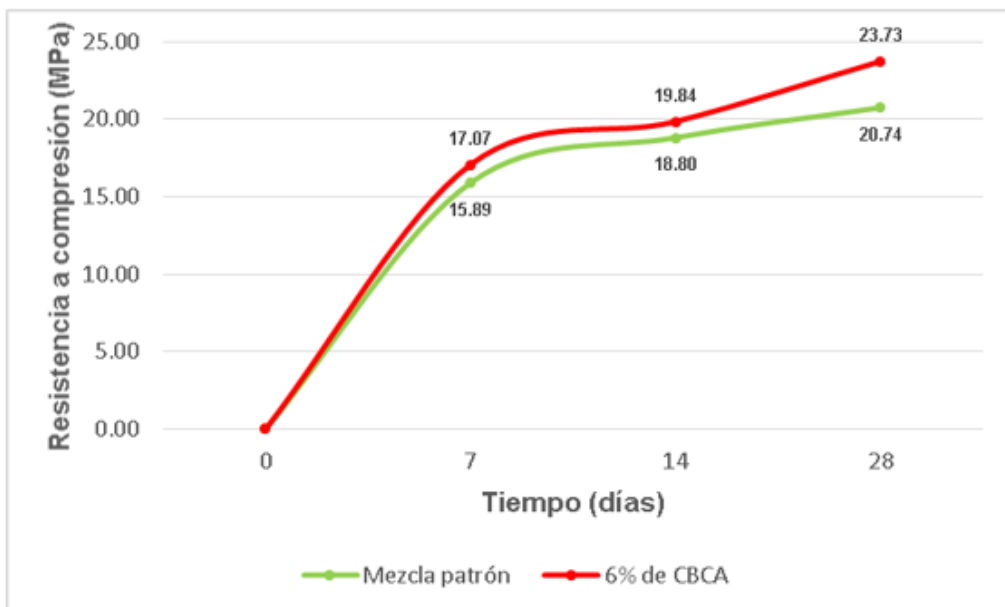
*Resistencia a compresión del concreto patrón y 6% de CBCA.*

Edad (días)	N° de Cilindro	Resistencia (MPa)	
		Mezcla patrón	6% de CBCA
7	1	15.89	16.95
	2	15.28	17.23
	3	16.51	17.02
<b>Promedio</b>		<b>15.89</b>	<b>17.07</b>
14	1	18.80	19.73
	2	18.25	20.01
	3	19.36	19.79
<b>Promedio</b>		<b>18.80</b>	<b>19.84</b>
28	1	20.85	23.62
	2	20.74	23.89
	3	20.63	23.68
<b>Promedio</b>		<b>20.74</b>	<b>23.73</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

**Interpretación:**

La tabla 10, muestra que el concreto con adición de 6% supera la resistencia de la mezcla patrón a los 7, 14 y 28 días; también se obtiene la mayor resistencia a la compresión con adición de 6% de CBCA con respecto a todas las demás mezclas realizada.



**Figura 17.** Comparación de la *Mezcla patrón* con la mezcla con adición del 6% de CBCA.

*Fuente:* Elaboración propia.

**Interpretación:**



En la figura 17, se observa que la mezcla con 6% de CBCA, que a los 7, 14 y 18 días supera la resistencia a la compresión con respecto a la mezcla patrón. Se observa también el 15% de aumento de resistencia de mezcla con 6% de CBCA con respecto a la mezcla patrón.

### 3.3.3.2. Resistencia a flexión.

Los resultados a comparar de acuerdo a la tabla 11 son los promedios de las resistencias de los cilindros ensayados a los 7, 14 y 28 días. De dichos valores se genera la figura 18 de la resistencia adquirida en las distintas edades, con el fin de ver el comportamiento de cada una de las mezclas.

**Tabla 15.**

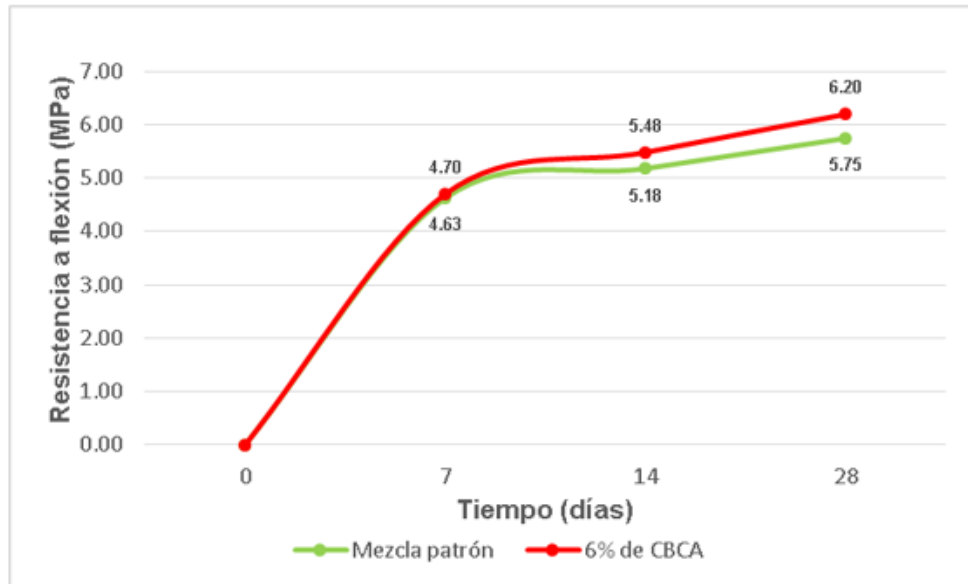
*Resistencia a flexión del concreto patrón y 6% de CBCA.*

Edad (días)	N° de Viga	Resistencia (MPa)	
		Mezcla patrón	6% de CBCA
7	1	4.63	4.70
	2	4.41	4.49
	3	4.85	4.92
<b>Promedio</b>		<b>4.63</b>	<b>4.70</b>
14	1	4.96	5.44
	2	5.20	5.71
	3	5.38	5.30
<b>Promedio</b>		<b>5.18</b>	<b>5.48</b>
28	1	5.75	6.20
	2	5.55	5.98
	3	5.94	6.41
<b>Promedio</b>		<b>5.75</b>	<b>6.20</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

#### **Interpretación:**

La tabla 15, muestra que el concreto con adición de 6% supera la resistencia de la mezcla patrón a los 7, 14 y 28 días. Pero también supera la resistencia deseada para el diseño de pavimento rígido  $MR \geq 3,4$  MPa; también se obtiene la mayor resistencia a la flexión con adición de 6% de CBCA con respecto a todas las demás mezclas realizada.



**Figura 18.** *Me Comparación de la Mezcla patrón con la mezcla con adición del 6% de CBCA.*

*Fuente:* Elaboración propia.

#### **Interpretación:**

En la figura 18, se observa que la mezcla con 8% de CBCA, que a los 7, 14 y 28 días supera la resistencia a la flexión con respecto a la mezcla patrón, pero dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma  $MR \geq 3,4$  MPa.

### **3.3.4. Comparación de mezcla patrón y mezcla de 8% de adición de CBCA**

#### **3.3.4.1. Resistencia a compresión.**

Los resultados a comparar de acuerdo a la tabla 12 son los promedios de las resistencias de los cilindros ensayados a los 7, 14 y 28 días. De dichos valores se genera la figura 19 de la resistencia adquirida en las distintas edades, con el fin de ver el comportamiento de cada una de las mezclas.

**Tabla 16.**

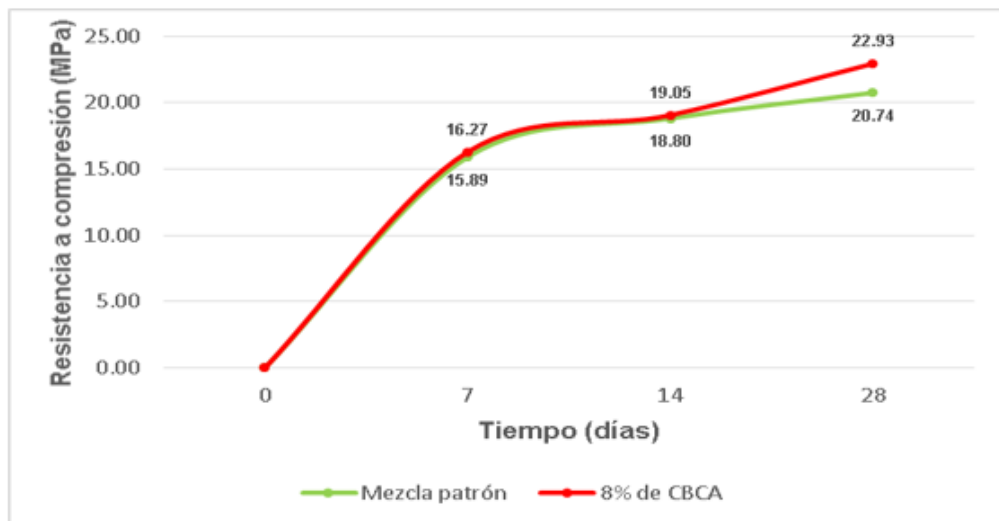
*Resistencia a compresión del concreto patrón y 8% de CBCA.*

Edad (días)	N° de Cilindro	Resistencia (MPa)	
		Mezcla patrón	8% de CBCA
7	1	15.89	16.16
	2	15.28	16.44
	3	16.51	16.22
<b>Promedio</b>		<b>15.89</b>	<b>16.27</b>
14	1	18.80	18.94
	2	18.25	19.21
	3	19.36	19.00
<b>Promedio</b>		<b>18.80</b>	<b>19.05</b>
28	1	20.85	22.82
	2	20.74	23.10
	3	20.63	22.88
<b>Promedio</b>		<b>20.74</b>	<b>22.93</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

**Interpretación:**

La tabla 12, muestra que el concreto con adición de 8%, supera la resistencia de la mezcla patrón a los 7 y 28 días.



**Figura 19.** Comparación de la *Mezcla patrón* con la *mezcla con adición del 8% de CBCA*.

*Fuente:* Elaboración propia.

**Interpretación:**

En la figura 19, se observa que la mezcla con 8% de CBCA, que a los 7, 14 y 18 días supera la resistencia a la compresión con respecto a la mezcla patrón. Se observa también el 11% de aumento de resistencia de mezcla con 8% de CBCA con respecto a la mezcla patrón.

### 3.3.4.2. Resistencia a flexión.

Los resultados a comparar de acuerdo a la tabla 13 son los promedios de las resistencias de los cilindros ensayados a los 7, 14 y 28 días. De dichos valores se genera la figura 20 de la resistencia adquirida en las distintas edades, con el fin de ver el comportamiento de cada una de las mezclas.

**Tabla 17.**

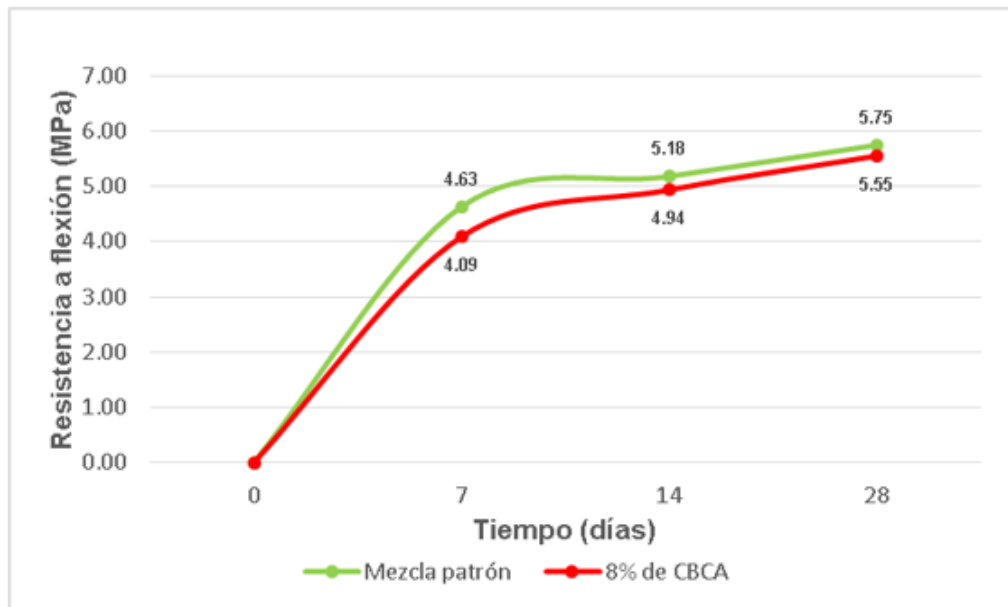
*Resistencia a flexión del concreto patrón y 8% de CBCA.*

Edad (días)	N° de Viga	Resistencia (MPa)	
		Mezcla patrón	8% de CBCA
7	1	4.63	4.09
	2	4.41	3.87
	3	4.85	4.30
<b>Promedio</b>		<b>4.63</b>	<b>4.09</b>
14	1	4.96	4.94
	2	5.20	4.72
	3	5.38	5.15
<b>Promedio</b>		<b>5.18</b>	<b>4.94</b>
28	1	5.75	5.56
	2	5.55	5.34
	3	5.94	5.75
<b>Promedio</b>		<b>5.75</b>	<b>5.55</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

#### **Interpretación:**

La tabla 17, muestra que el concreto con adición de 8% no supera la resistencia de la mezcla patrón a los 7,14 y 28 días. Pero también supera la resistencia deseada para el diseño de pavimento rígido  $MR \geq 3,4$  MPa.



**Figura 20.** Comparación de la *Mezcla patrón* con la *mezcla con adición del 8% de CBCA*.

*Fuente:* Elaboración propia.

**Interpretación:**

En la figura 20, se observa que la mezcla con 8% de CBCA, que a los 7 ,14 y 28 días supera la resistencia a la flexión con respecto a la mezcla patrón, pero dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma  $MR \geq 3,4$  MPa.

**3.3.5. Comparación de mezcla patrón y mezcla de 10% de adición de CBCA**

**3.3.5.1. Resistencia a compresión.**

Los resultados a comparar de acuerdo a la tabla 14 son los promedios de las resistencias de los cilindros ensayados a los 7, 14 y 28 días. De dichos valores se genera la figura 21 de la resistencia adquirida en las distintas edades, con el fin de ver el comportamiento de cada una de las mezclas.

**Tabla 18.**

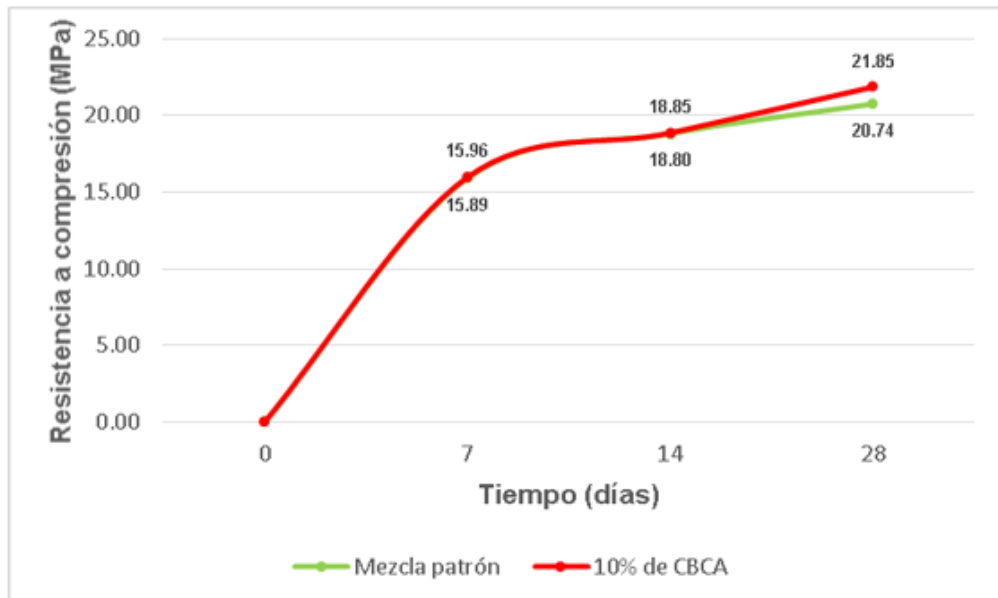
*Resistencia a compresión del concreto patrón y 10% de CBCA.*

Edad (días)	N° de Cilindro	Resistencia (MPa)	
		Mezcla patrón	10% de CBCA
7	1	15.89	15.84
	2	15.28	16.12
	3	16.51	15.90
<b>Promedio</b>		<b>15.89</b>	<b>15.96</b>
14	1	18.80	18.57
	2	18.25	19.13
	3	19.36	18.84
<b>Promedio</b>		<b>18.80</b>	<b>18.85</b>
28	1	20.85	21.76
	2	20.74	22.21
	3	20.63	21.60
<b>Promedio</b>		<b>20.74</b>	<b>21.85</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

**Interpretación:**

La tabla 18, muestra que el concreto con adición de 8%, supera la resistencia de la mezcla patrón a los 7 y 28 días.



**Figura 21.** Comparación de la Mezcla patrón con la mezcla con adición del 10% de CBCA.

*Fuente:* Elaboración propia.

**Interpretación:**

En la figura 21, se observa que la mezcla con 10% de CBCA, que a los 7, 14 y 18 días supera la resistencia a la compresión con respecto a la mezcla patrón.

Se observa también el 6% de aumento de resistencia de mezcla con 8% de CBCA con respecto a la mezcla patrón.

### 3.3.5.2. Resistencia a flexión.

Los resultados a comparar de acuerdo a la tabla 15 son los promedios de las resistencias de las vigas ensayados a los 7, 14 y 28 días. De dichos valores se genera la figura 22 de la resistencia adquirida en las distintas edades, con el fin de ver el comportamiento de cada una de las mezclas.

**Tabla 19.**

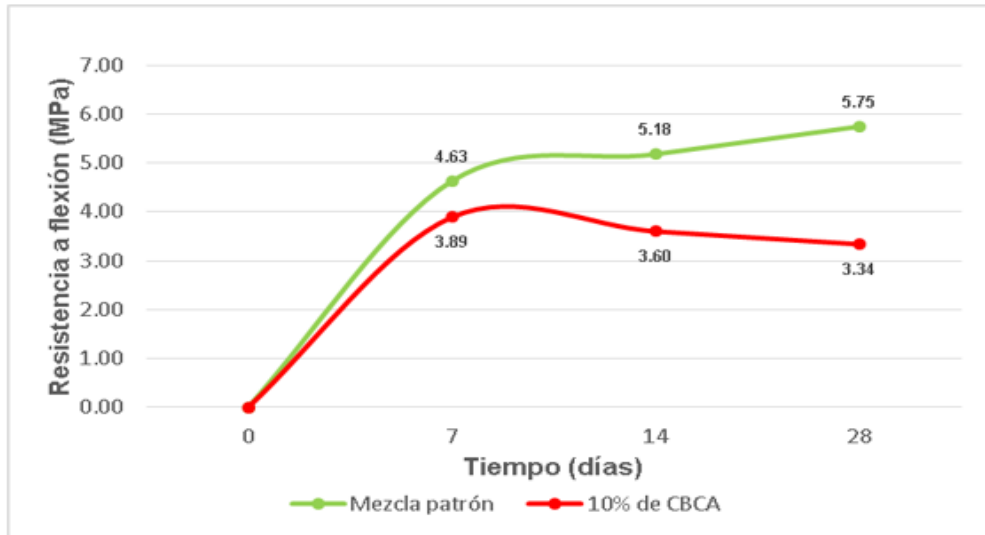
*Resistencia a flexión del concreto patrón y 10% de CBCA.*

Edad (días)	N° de Viga	Resistencia (MPa)	
		Mezcla patrón	10% de CBCA
7	1	4.63	3.89
	2	4.41	3.68
	3	4.85	4.10
<b>Promedio</b>		<b>4.63</b>	<b>3.89</b>
14	1	4.96	3.70
	2	5.20	3.58
	3	5.38	3.52
<b>Promedio</b>		<b>5.18</b>	<b>3.60</b>
28	1	5.75	3.35
	2	5.55	3.27
	3	5.94	3.39
<b>Promedio</b>		<b>5.75</b>	<b>3.34</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

#### **Interpretación:**

La tabla 19, muestra que el concreto con adición de 10% no supera la resistencia de la mezcla patrón a los 7,14 y 28 días. Pero tampoco no supera la resistencia deseada para el diseño de pavimento rígido  $MR \geq 3,4$  MPa.



**Figura 22.** Comparación de la *Mezcla patrón* con la *mezcla con adición del 10% de CBCA*.

*Fuente:* Elaboración propia.

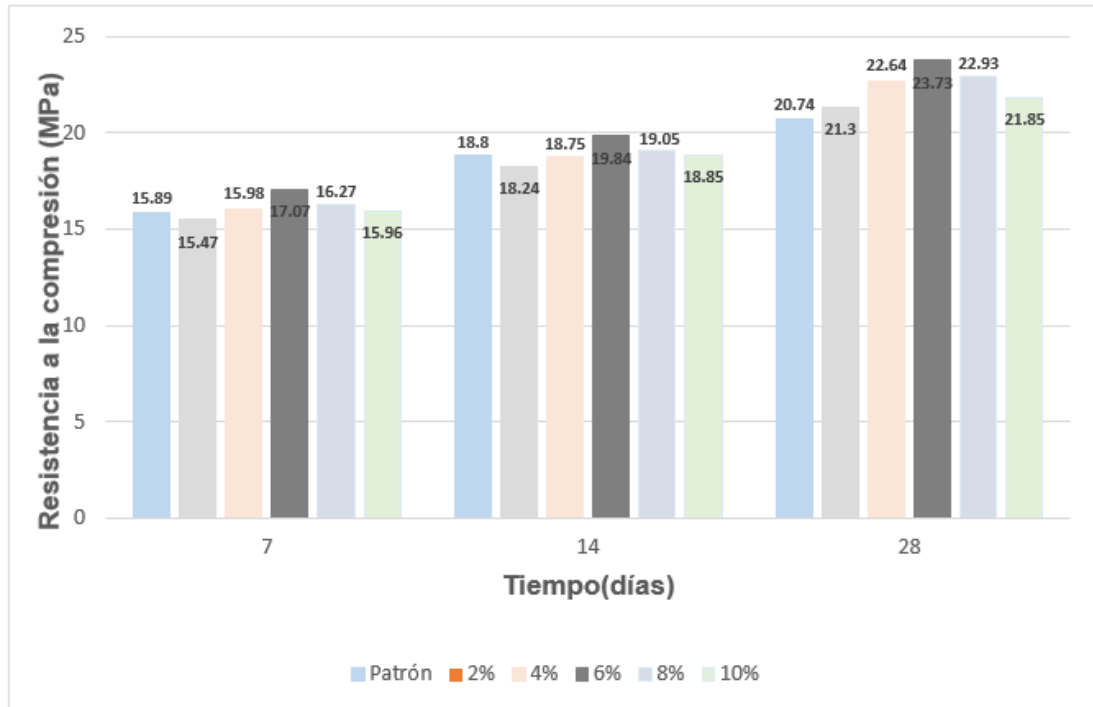
### **Interpretación:**

En la figura 22, se observa que la mezcla con 10% de CBCA, que a los 7, 14 y 28 días no supera la resistencia a la flexión con respecto a la mezcla patrón, pero dichas resistencias tampoco están dentro de los parámetros de la norma  $MR \geq 3,4$  MPa.

### **3.4. Resumen de la comparación de ensayos mecánicos de mezcla patrón y mezclas con adición de 2%, 4%, 6%, 8% y 10% de cenizas de caña de azúcar.**

Los resultados a comparar son los promedios de las resistencias de los cilindros ensayados a los 7, 14 y 28 días, de dichos valores se genera la figura 23 de la resistencia a compresión adquirida en las distintas edades y los promedio de las resistencias de las vigas ensayados a los 7, 14 y 28 días, de dichos valores se generan en la figura 24 de la resistencia a la flexión en las distintas edades. Con el fin de ver el comportamiento de cada una de las mezclas.



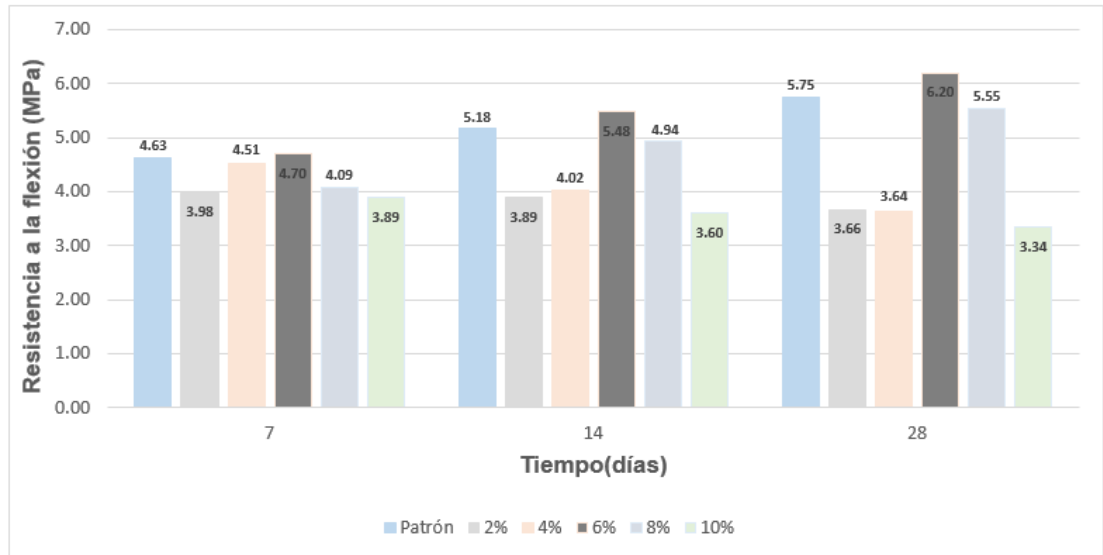


**Figura 23.** Comparación de resistencia a la compresión.

*Fuente:* Elaboración propia.

**Interpretación:**

En la figura 23, se muestra la comparación de las resistencias a compresión a los 7, 14 y 28 días de los seis grupos de mezcla, siendo a los 28 días 20.74MPa la resistencia de la mezcla patrón, 21.30MPa con 2% de adición de CBCA, 22.64MPa con 4% de adición de CBCA, 23.73MPa con 6% de adición de CBCA, 22.93MPa con 8% de adición de CBCA y 21.85MPa con 10% de adición de CBCA. La máxima resistencia a compresión ocurre a 6% de adición de CBCA; también se observa que todas las adiciones de CBCA son mayores la resistencia a comparación de la mezcla patrón.



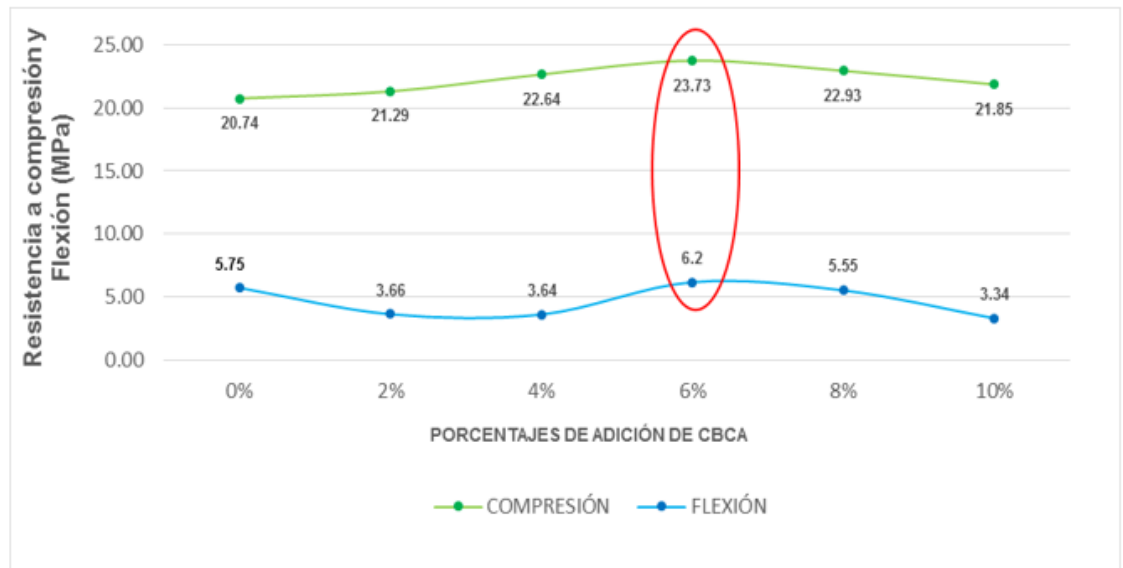
**Figura 24.** Comparación de resistencia a la flexión.

*Fuente:* Elaboración propia.

### Interpretación:

En la figura 24, se muestra la comparación de las resistencias a flexión a 7, 14 y 28 días de los seis grupos de mezcla, siendo a los 28 días 3.34MPa la resistencia de la mezcla patrón, 3.66MPa con 2% de adición de CBCA, 3.64MPa con 4% de adición de CBCA, 6.20MPa con 6% de adición de CBCA, 5.55MPa con 8% de adición de CBCA y 3.34MPa con 10% de adición de CBCA. Además se evidencia que la resistencia a la flexión máxima ocurre al 6% de adición de CBCA; también se observa que la resistencia alcanzada al 6% Y 8% van aumentando la resistencia a los 7, 14 y 28 días; mientras que las demás mezclas disminuyen su resistencia; por lo que se corrobora aún más que la mejor resistencia a la flexión ocurre con (6%) de CBCA , así mismo a diferencia de las otras sustituciones, la resistencia a la flexión cumple con el porcentaje mínimo del 10% respecto de la compresión. De otro lado, al igual como sucede con la resistencia a la compresión, es de observar que, estas diferencias mantienen el comportamiento en el tiempo.

### 3.5. Diseño de mezcla ideal.



**Figura 25.** *Diseño de mezcla ideal*

*Fuente:* Elaboración propia

#### **Interpretación:**

En la figura 25, se muestra la comparación de las resistencias a compresión y flexión a 28 días de los seis grupos de mezcla, observando que el mejor comportamiento mecánico del concreto ocurre con la adición del 6% de CBCA, a compresión 23.73 MPa y flexión 6.2 MPa. Cumpliendo con las normas técnicas peruanas.

#### **IV. DISCUSIÓN.**

Los resultados antes descritos han evidenciado que, el material puzolánico obtenido de la caña de azúcar (CBCA), mejora las propiedades mecánicas del concreto, al 6% de adición de CBCA alcanza máximas resistencias, para el caso de la resistencia a la compresión (Tabla 14 y figura 17) y al 6% de adición de CBCA para el caso de la resistencia a la flexión (Tabla n° 15 y figura 18), así mismo esta se ve mejorada en función del tiempo, para el caso del estudio, alcanzando la máxima resistencia a los 28 días.

Con la adición de cenizas de caña de azúcar al 2%, 4%, 6%, 8% y 10% se ha logrado determinar que la hipótesis cumple parcialmente, ya que la resistencia a compresión a los 28 días de edad es mayor que la resistencia de la mezcla patrón. Mientras que a flexión solo es superior a la mezcla patrón a la adición del 6% de CBCA.

Según la tesis de Ma-Tay (2014), mencionado y referenciado en los trabajos previos a nivel Internacional, indica que la cenizas caña de azúcar obtenida de hornos de plantas agroindustriales al ser sustituido por el cemento tiene incrementos en la resistencia menores o iguales al 15% con una sustitución de CBCA del 25%. Comparando los resultados que se han obtenido se concluye que al tener una quema controlada se puede mejorar las características de la ceniza incrementando la resistencia iguales o menores a 15% con adiciones menores al 10%.

Según la tesis de ALVARADO, ANDRADE y HERNÁNDEZ (2106), mencionado y referenciado en los trabajos previos a nivel Internacional, indica en su Tesis Titulada: Estudio del empleo de cenizas producidas en ingenios azucareros como sustituto parcial del cemento portland en el diseño de mezclas de concreto. Menciona que mediante el método estadístico Dunnett se logra rechazar la hipótesis alternativa, ya que ninguna mezcla con adición de 5% de cenizas de ambos ingenios azucareros logra superar la resistencia del concreto convencional. Comparando los resultados que se han obtenido se concluye que al tener una adición del 6 % de CBCA mejorara las características de la mezcla patrón, incrementando la resistencia iguales o menores a 15%.

Según la tesis de JARA y PALACIOS (2010), mencionado y referenciado en los trabajos previos a nivel Internacional, indica en su Tesis Titulada: Utilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del cemento en la elaboración de ladrillos de concreto. Concluyó que: Resultados obtenidos demuestran que la sustitución del cemento Portland por los diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) utilizados (10%, 20% y 30%), no son los ideales para mejorar las propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto, pero se obtuvo resultados similares a las unidades patrón con el uso del 10% de CBCA. Comparando los resultados que se han obtenido se concluye que al tener una adición del 6 % de CBCA mejorara las características de la mezcla patrón, incrementando la resistencia iguales o menores a 15%.

RUIZ (2015), mencionado y referenciado en los trabajos previos a nivel Internacional, indica en su Tesis Titulada: Resistencia a compresión del mortero cemento-arena incorporando ceniza de cáscara de arroz, afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar. Concluyó que para el caso de ceniza de bagazo de caña de azúcar con 1% de incorporación, pero entre los tres porcentajes máximos mencionados la resistencia máxima total se ha logrado con la incorporación de 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar. Comparando los resultados que se han obtenido se concluye que al tener una adición del 6 % de CBCA mejorara las características de la mezcla patrón, incrementando la resistencia iguales o menores a 15%.

JIMÉNEZ (2016), mencionado y referenciado en los trabajos previos a nivel Internacional, indica en su Tesis Titulada: Resistencia a la compresión del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la adición de diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar. Comparando los resultados que se han obtenido se concluye que Según las edades de curado el máximo valor de la resistencia a compresión es de  $245.31 \text{ Kg/cm}^2$ . Comparado con los resultados obtenidos se puede concluir que valor máximo de la resistencia a compresión es de  $241.88 \text{ Kg/cm}^2$ .

## V. CONCLUSIONES.

Se logró determinar que la adición de 2%, 4%, 6%, 8% y 10% de cenizas de caña de azúcar mejora las propiedades mecánicas del concreto en comparación a mezcla patrón. Superando la resistencia a compresión  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y cumpliendo la resistencia a flexión para pavimentos rígidos.

5.1 Las propiedades químicas de las cenizas de caña de azúcar evidencian que los principales óxidos ácidos, tales como la Sílice amorfa ( $\text{SiO}_2$ ), más la alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), incluido el óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) representan el 68,38%, estando muy cerca al mínimo requerido por norma (70%); así mismo la pérdida por calcinación es de, una tonelada de bagazo de caña de azúcar se obtiene 25 kg de cenizas de caña de azúcar.

5.2 El agua usada fue potable, el pH fue de 6.19, las concentraciones de cloruro y sulfato fueron de 4mg/l y 49mg/l respectivamente, estando dichos parámetros dentro de lo aceptable.

5.3 Según las edades de curado a los 7 días el máximo valor de la resistencia a compresión es de 173.98 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días el máximo valor de la resistencia a compresión es de 202.27 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días el máximo valor de la resistencia a compresión es de 241.88 Kg/cm<sup>2</sup>. Superando las resistencias a compresión de la mezcla patrón.

5.4 Según las edades de curado a los 7 días el máximo valor de la resistencia a flexión es de 47.96 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días el máximo valor de la resistencia a flexión es de 55.91 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días el máximo valor de la resistencia a flexión es de 63.16 Kg/cm<sup>2</sup>. Superando la resistencia a flexión de la mezcla patrón.

5.5 Se logró obtener que el óptimo diseño de mezcla ocurre con la adición del 6% de cenizas de caña de azúcar obteniendo una resistencia de compresión de  $f'_c = 241.88 \text{ Kg/cm}^2$  y una resistencia a flexión de  $MR = 6.20 \text{ Mpa}$ .

## **VI. RECOMENDACIONES.**

Se recomienda a los futuros investigadores determinar y comparar las propiedades del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  utilizando otros porcentajes de adiciones de cenizas de caña de azúcar, para evaluar el comportamiento de sus propiedades.

5.1 Se recomienda a los futuros investigadores que, para un mejor control del material puzolánico obtenido del bagazo de caña de azúcar, es necesario utilizar hornos industriales, a fin de garantizar los parámetros de cocción y se garantice el proceso de calcinación del bagazo de caña de azúcar.

5.2 Se recomienda a los futuros investigadores el uso de agua potable y consumo humano para el diseño de mezcla y durante la ejecución del diseño de mezcla, a fin de garantizar los resultados a obtener.

5.3 Se recomienda a los futuros investigadores realizar una comparación de costos entre el uso de un concreto convencional y un concreto con adición de cenizas de caña de azúcar.

5.4 Se recomienda a las entidades públicas y empresas privadas el uso de este tipo de concreto a fin de utilizar las cenizas de bagazo de caña de azúcar, y mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto para pavimentos.

5.5 Se recomienda al sector construcción hacer uso de 6% de adición de cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBCA), debido a su óptimo desempeño en el presente estudio, dado sus componentes químicos, se obtendría una mejora significativa en las propiedades mecánicas; debiendo tenerse en cuenta el uso, según las propiedades mecánicas obtenidas, funcionan para pavimentos.

## **VII. REFERENCIAS.**

BECERRA SALAS, Mario. Tópicos de pavimentos de concreto, Diseño, Construcción y Supervisión. 2.<sup>a</sup> ed. Perú. Flujo libre, 2012.

COYASAMIN, Oscar. “Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón tradicional, con hormigón adicionado con cenizas de cáscara de arroz (cca) y hormigón adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar (cbc)”. Tesis de pregrado. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2016.

ALVARADO, José; ANDRADE, Nelson y HERNÁNDEZ, Juan. “Estudio del empleo de cenizas producidas en ingenios azucareros como sustituto parcial del cemento portland en el diseño de mezclas de concreto”. Tesis de pregrado. San Miguel, El Salvador: Universidad de El Salvador, 2016.

MA-TAY PINEL, Daniel Ernesto. “Valorización de cenizas de bagazo procedentes de Honduras: posibilidades de uso en matrices de cemento Portland”. Tesis de pregrado. España: Universidad Politécnica de Valencia, 2014.

JARA, Ruth y PALACIOS, Rocío. “Utilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del cemento en la elaboración de ladrillos de concreto”. Tesis de pregrado. Ancash, Perú: Universidad Nacional del Santa, 2015.

RUIZ, Annel. “Resistencia a compresión del mortero cemento-arena incorporando ceniza de cáscara de arroz, afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar”. Tesis de pregrado. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte, 2015.



JIMÉNEZ, Geoffrey. "Resistencia a la compresión del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la adición de diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar, UPNC 2016". Tesis de pregrado. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte, 2016.

ASTM International (Estados Unidos). ASTM C618 – 15: Especificación normalizada para Ceniza Volante de Carbón y Puzolana Natural en Crudo o Calcinada para Uso en Concreto. Pensilvania, 2003.

NORMA CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS. Reglamento Nacional de Edificaciones.

MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES,

AMERICAN ASSOCIATION OF TESTING AND MATERIALS. Historical Standard: Método de Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto (Utilizando Viga Simple con Carga en los Tercios del Claro. ASTM C78/C78M – 02.

**ANEXOS**

# **1. Ensayos de las propiedades físico - mecánicas de los agregados (fino y grueso)**

## **1.1. Contenido de humedad de los agregados (fino y grueso).**

El contenido de humedad de los agregados finos y gruesos se realizará según la norma NTP 339.185.

### **1.1.1. Determinación de la muestra.**

Se realiza el pesado de las muestras de ambos agregados, para su posterior secado.



**Ilustración 1.** Pesado de la muestra

### **1.1.2. Secado de la muestra.**

La muestra es secada en el horno (24 horas a 110°C), ya que es necesario que la muestra este completamente seca.



**Ilustración 2.** Secado de la muestra

### **1.1.3. Calculo del contenido de humedad de los agregados.**

Después del secado de los agregados se obtiene los siguientes resultados.

**Tabla 20**

*Contenido de humedad de agregado fino.*

ENSAYO N°	1	2	3
TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	98.3	112.2	115
TARA + SUELO SECO (gr)	98.1	111.6	113.7
PESO DEL AGUA (gr)	0.2	0.60	1.3
PESO DE LA TARA (gr)	16.4	16.3	11.40
PESO DEL SUELO SECO (gr)	81.7	95.3	102.3
CONTENIDO DE HÚMEDAD (%)	0.24	0.63	1.27
<b>PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	0.72		

*Fuente:* Laboratorio de Suelos de la Universidad Cesar Vallejo – Nuevo Chimbote.

La tabla N°20 muestra el porcentaje de humedad del agregado fino, el cual es resultado del promedio de tres ensayos, dando como resultado 0.72%.

**Tabla 21**

*Contenido de humedad de agregado grueso.*

ENSAYO N°	1	2	3
TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	124.6	116.30	113.6
TARA + SUELO SECO (gr)	124.4	116.00	113.4
PESO DEL AGUA (gr)	0.20	0.30	0.2
PESO DE LA TARA (gr)	16.3	11.9	11.7
PESO DEL SUELO SECO (gr)	108.1	104.1	101.7
CONTENIDO DE HÚMEDAD (%)	0.19	0.29	0.20
<b>PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	0.22		

*Fuente:* Laboratorio de Suelos de la Universidad Cesar Vallejo – Nuevo Chimbote.

La tabla N°21 muestra el porcentaje de humedad del agregado grueso, el cual es resultado del promedio de tres ensayos, dando como resultado 0.22%.

## 1.2. GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS.

La granulometría del agregado fino se hace en base a la norma NTP 400.012. Siguiendo los siguientes pasos.

### 1.2.1. Determinación del peso de la muestra.

El tamaño de la muestra de la prueba, después el secado, será de 300 gr. de A.F y 400 gr. de A.G.

### 1.2.2. Ensamblar mallas y colocación del material.

Ensamblar las mallas de orden decreciente y creciente a la abertura de la malla y colocar la muestra en la malla superior de tal manera que la malla no quede sobrecargada y así todas las partículas tendrán la oportunidad de pasar por medio de las mallas hasta retenerse en una de ellas sin interrumpir el paso de las otras. El tamizado deberá contar con su tapa y fondo de tal manera que la muestra se pese en su totalidad y no halla desperdicio.



Ilustración 3. Colocación de la muestra

### 1.2.3. Vibración.

Las mallas o tamices se agitaran manualmente durante un tiempo de 15 minutos, posteriormente se dejara reposar de 3 a 5 minutos para que el polvo se asiente.



**Ilustración 4.** Agitación manual de tamices

#### **1.2.4. Pesaje.**

Pesar la cantidad de material retenido en cada malla.



**Ilustración 5.** Pesaje de los agregados contenidos en las mallas

#### **1.2.5. Calcular el porcentaje retenido y que pasa en cada malla.**

Después de tener el peso en cada uno de los tamices, se calcula el peso retenido y que pasa en cada malla.

**Tabla 22**

*Porcentajes retenidos y que pasan cada una de las mallas del agregado fino.*

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
N°	Abert. (mm)	(gr)	(%)	(%)	(gr)
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N°8	2.36	52.30	17.43	17.43	82.57
N°10	2.00	22.10	7.37	24.80	75.20
N°12	1.70	18.30	6.10	30.90	69.10
N° 16	1.18	32.20	10.73	41.63	58.37
N° 20	0.85	25.90	8.63	50.27	49.73
N° 30	0.60	38.40	12.80	63.07	36.93
N° 40	0.43	20.00	6.67	69.73	30.27
N°50	0.30	12.00	4.00	73.73	26.27
N°60	0.25	16.30	5.43	79.17	20.83
N° 100	0.15	34.80	11.60	90.77	9.23
N° 200	0.08	21.20	7.07	97.83	2.17
Plato		6.50	2.17	100.00	0.00
		300.00	100.00		

*Fuente:* Laboratorio de Suelos de la Universidad Cesar Vallejo – Nuevo Chimbote.

**Tabla 23**

*Porcentajes retenidos y que pasan cada una de las mallas del agregado grueso.*

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
N°	Abert. (mm)	(gr)	(%)	(%)	(gr)
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.10	152.30	38.08	38.08	61.93
½"	12.50	184.70	46.18	84.25	15.75
⅜"	9.52	48.30	12.08	96.33	3.68
1/4"	6.30	14.70	3.68	100.00	0.00
Plato		0.00	0.00	100	0.00
		400.00	100.00		

*Fuente:* Laboratorio de Suelos de la Universidad Cesar Vallejo – Nuevo Chimbote.

### 1.2.6. Calcular el módulo de finura.

El módulo de finura se calcula sumando todos los porcentajes acumulados en cada malla entre cien, por lo tanto el módulo de finura es el siguiente:

$$MF = 17.43 + 24.80 + 30.90 + 41.63 + 50.27 + 63.07 + 69.73 + 73.73 + 79.17 + 90.77 + 97.83$$

$$MF=6.39$$

### 1.2.7. Determinar el tamaño máximo nominal.

El tamaño máximo nominal se encuentra en la malla que retiene el 5% al 15% del agregado, siendo el menor tamaño de la malla por el cual debe pasar la menor parte del agregado. Por lo anterior el tamaño máximo nominal (TMN) es de  $\frac{3}{8}$ ''

$$TMN=\frac{3}{8}''$$

### 1.3. Peso volumétrico de los agregados.

La determinación del peso volumétrico de la grava es determinada en base a la norma NTP 400.017.

#### 1.3.1. Determinación peso volumétrico suelto de los agregados.

##### 1.3.1.1. Datos del molde

Una vez seleccionado el molde pesarlo, medirle el volumen del molde.



**Ilustración 6.** Pesaje de los moldes

##### 1.3.1.2. Llenado del molde



Llenar el molde seleccionado con el agregado, en estado suelto, el llenado se hace por medio de una cuchara a una altura que no exceda de 2'' por encima del borde superior del molde hasta que el material rebose este.



**Ilustración 7.** Llenado de los moldes

### 1.3.1.3. Determinación de resultados.

Después de tener el peso en cada uno de los tamices, se calcula el peso unitario suelto de los agregados.

**Tabla 24**

*Peso unitario suelto del agregado grueso.*

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>			
<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de molde (gr)	4627.50	4627.50	4627.50
Peso de molde + muestra (gr)	18008.40	17537.50	17587.50
Peso de muestra (gr)	13380.90	12910.00	12960.00
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	9511.28	9511.28	9511.28
Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1406.85	1357.34	1362.59
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1375.59</b>		
Corrección por Humedad	<b>1365.82</b>		

*Fuente:* Laboratorio de Suelos de la Universidad Cesar Vallejo – Nuevo Chimbote.

La tabla N°24 muestra el peso unitario suelto del agregado grueso promedio de tres ensayos para dar como resultado 1365.82kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 25***Peso unitario suelto del agregado fino.*

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>			
<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de molde (gr)	2325.5	2325.5	2325.5
Peso de molde + muestra (gr)	7605.00	18800	18790
Peso de muestra (gr)	5279.50	16474.5	16464.5
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	3205.44	9511.28	9511.28
Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1647.04	1732.10	1731.05
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1703.40</b>		
Corrección por Humedad	1691.30		

**Fuente:** Laboratorio de Suelos de la Universidad Cesar Vallejo – Nuevo Chimbote.

La tabla N°25 muestra el peso unitario suelto del agregado fino promedio de tres ensayos para dar como resultado 1691.30kg/m<sup>3</sup>.

### 1.3.2. Determinación peso volumétrico compactado de los agregados.

#### 1.3.2.1. Llenado del molde con agregado compactado.

- Introducir el agregado en el molde seleccionado y llenarlo hasta un tercio de su altura.
- Nivelar con los dedos su superficie, a continuación se varilla la capa de agregados con 25 golpes uniformemente distribuidos sobre su superficie; al varillar la primera capa no se debe permitir que la varilla toque el fondo del recipiente con una varilla lisa de acero de 5/8” de diámetro y 24” de largo cuyos extremos están redondeados con punta semiesférica.
- A continuación se llena el recipiente a dos tercios de su altura, se vuelve a nivelar y aplicar 25 golpes con la varilla de compactación, uniformemente distribuida y vigorosa (pero de forma tal que la varilla no penetre la capa anterior).
- Finalmente se llena el recipiente hasta rebosarlo y se varilla con 25 golpes uniformemente distribuidos.

- Se nivela la superficie del agregado con los dedos de tal forma que ninguna partícula del agregado grueso sobresalga, balancee los huecos por debajo del borde del recipiente



**Ilustración 8.** Llenado de los moldes

### 1.3.2.2. Determinación de resultados.

Después de tener el peso en cada uno de los tamices, se calcula el peso unitario compactado de los agregados.

**Tabla 26**

*Peso unitario compactado del agregado grueso.*

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			
<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de molde (gr)	4627.50	4627.50	4627.50
Peso de molde + muestra (gr)	20059.00	19797.50	19887.50
Peso de muestra (gr)	15431.50	15170.00	15260.00
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	9511.28	9511.28	9511.28
Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1622.44	1594.95	1604.41
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1607.27		
Corrección por Humedad	1595.86		

**Fuente:** Laboratorio de Suelos de la Universidad Cesar Vallejo – Nuevo Chimbote.

La tabla N°26 muestra el peso unitario compactado del agregado grueso promedio de tres ensayos para dar como resultado 1595.86kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 27***Peso unitario compactado del agregado fino.*

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			
<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de molde (gr)	2325.5	2325.5	2325.5
Peso de molde + muestra (gr)	8368.1	20525.5	20785.5
Peso de muestra (gr)	6042.6	18200	18460
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	3205.44	9511.28	9511.28
Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1885.11	1913.52	1940.85
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1913.16		
Corrección por Humedad	1899.58		

*Fuente:* Laboratorio de Suelos de la Universidad Cesar Vallejo – Nuevo Chimbote.

La tabla N°27 muestra el peso unitario compactado del agregado fino promedio de tres ensayos para dar como resultado 1899.58kg/m<sup>3</sup>.

#### 1.4. Gravedad específica y absorción de agregados NTP 400.022 y NTP 400.021

**Tabla 28***Gravedad específica y absorción de agregado fino.*

<b>DE ENSAYO N°</b>		<b>1</b>	<b>2</b>
A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) (gr)	500.00	500.00
B	Peso de picnometro + agua (gr)	1269.40	1244.90
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) (cm <sup>3</sup> )	1769.40	1744.90
D	Peso del picnometro + agua + material (gr)	1443.50	1411.20
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	325.90	333.70
F	Peso de material seco en estufa (gr)	448.10	494.40
G	Volumen de masa (E-(A-F))	274.00	328.10
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	1.37	1.48
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	1.53	1.50
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	1.37	1.48
K	Absorción (%) ((A-F/F)x100)	11.58	1.13

*Fuente:* Laboratorio de Suelos de la Universidad Cesar Vallejo – Nuevo Chimbote.

**P.e. Bulk (Base Seca) : 1.43**  
**P.e. Bulk (Base Saturada) : 1.52**  
**P.e. Aparente (Base Seca) : 1.43**  
**Absorción (%) : 6.36**

La tabla N°28 determina que el porcentaje de absorción en el agregado fino es 6.36%.

**Tabla 29**

*Gravedad específica y absorción de agregado grueso.*

ENSAYO N°		1	2
A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	2007.9	2007.9
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	1306.4	1306.4
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	701.5	701.5
D	Peso de material seco en estufa	2000.00	2000.00
E	Volumen de masa (C-(A-D))	693.6	693.6
F	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.85	2.85
G	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.86	2.86
H	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.88	2.88
I	Absorción (%) ((A-D/A)x100)	0.39	0.39

**Fuente:** Laboratorio de Suelos de la Universidad Cesar Vallejo – Nuevo Chimbote.

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.85  
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.86  
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.88  
Absorción (%) : 0.39

La tabla N°29 determina que el porcentaje de absorción en el agregado fino es 0.39%.

## 2. PROCESO DE CALCINACIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR.

**PASO 1:** Para la obtención de la materia prima para la calcinación primero ubicamos el lugar de donde se recolectaría la caña de azúcar, el lugar que se eligió es en el fundo del señor Pedro, ubicado en Distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín. Donde hay abundancia o presencia de estas.



**Ilustración 9.** Plantaciones de caña de azúcar

**PASO 2:** Obtención de materia prima del fundo del señor Pedro, donde se acumula el bagazo caña de azúcar, para luego ser trasladadas para su respectiva calcinación.



**Ilustración 10.** Bagazo de caña de azúcar

**PASO 3:** Construcción de un horno artesanal (cilindro metálico) que soporte las temperaturas de 350°C – 450°C, donde se medirá la temperatura mediante un termómetro de dial.



**Ilustración 11.** Construcción de horno artesanal



**PASO 4:** Se coloca la caña de azúcar al horno para su calcinación a una temperatura de 350°C – 450°C, por un lapso de 5 horas, posterior a ello realizar la calcinación.



**Ilustración 12.** Calcinación del bagazo de caña de azúcar

**PASO 5:** Después de la calcinación se retira del horno artesanal, con guantes térmicos por su alta temperatura luego se coloca en una fuente para su enfriamiento y luego ser triturados por un molino artesanal.



**Ilustración 13.** Retiro de las CBCA

**PASO 6:** Luego de la trituración de las cenizas ya calcinadas se procede a su tamizado por la malla 200 para tener la fineza adecuada para ser usada en los ensayos a realizarse en los fines deseados por el tesista.



**Ilustración 14.** Tamizado de las CBCA

### 3. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI – 211)

El proporcionamiento de una mezcla es el proceso el cual consiste en calcular las cantidades de los elementos que forman el concreto, con el fin de obtener los mejores resultados.

**Tabla 30**

*Cantidades para un metro cubico de concreto.*

Cemento	:	386.82 kg/m <sup>3</sup>	=	9.10 bls/m <sup>3</sup>
Agua	:	244.20 lt/m <sup>3</sup>	=	26.83 lt/bls
Agregado Fino	:	473.75 kg/m <sup>3</sup>		
Agregado Grueso	:	874.67 kg/m <sup>3</sup>		

**Fuente:** Laboratorio de Suelos de la Universidad Cesar Vallejo – Nuevo Chimbote.

### 4. DOSIFICACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.

Como la ceniza será utilizada como aditivo parcial del cemento se es necesario hacer un arreglo en el diseño de mezcla para saber la cantidad de material a utilizar para un metro cúbico de concreto. Ya que la manera en que se va implementar la dosificación, es en base a la adición porcentual del peso del cemento, en la tabla 12 se especifica el detalle de la cantidad de material para los diferentes porcentajes de adición.

**Tabla 31**

*Dosificaciones por porcentaje de adición de CBCA para un metro cubico de concreto.*

<b>Adición Parcial de CBCA</b>						
<b>Materiales</b>	<b>Mezcla patrón</b>	<b>Adición de 2%</b>	<b>Adición de 4%</b>	<b>Adición de 6%</b>	<b>Adición de 8%</b>	<b>Adición de 10%</b>
Cemento (kg)	386.82	386.82	386.82	386.82	386.82	386.82
Agua (kg)	244.20	244.20	244.20	244.20	244.20	244.20
Agregado fino (kg)	473.75	473.75	473.75	473.75	473.75	473.75
Agregado Grueso (kg)	874.67	874.67	874.67	874.67	874.67	874.67
Ceniza (kg)	0.00	7.74	15.47	23.21	30.95	38.68

**Fuente:** Elaboración Propia.



## 5. ENSAYOS MECÁNICOS DE LA MEZCLA PATRÓN Y CON ADICIÓN DE CBCA.

Se presentan los resultados detallados de los ensayos mecánicos de compresión y flexión.

**Tabla 32**

*Resistencia a compresión de mezcla patrón a 7, 14 y 28 días.*

EDAD (días)	DIMENSIONES		AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kg)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>		PROM. RESISTENCIA MPa
	DIAMETRO(cm)	ALTURA(cm)				KG/CM <sup>2</sup>	Mpa	
7	15.00	30.00	176.71	28630.00	d	162.01	15.89	15.89
7	15.00	30.00	176.71	27520.00	d	155.73	15.28	
7	15.00	30.00	176.71	29740.00	d	168.29	16.51	
14	15.00	30.00	176.71	33867.00	e	191.65	18.80	18.80
14	15.00	30.00	176.71	32867.00	e	185.99	18.25	
14	15.00	30.00	176.71	34867.00	e	197.31	19.36	
28	15.00	30.00	176.71	37567.00	d	212.59	20.85	20.74
28	15.00	30.00	176.71	37367.00	d	211.45	20.74	
28	15.00	30.00	176.71	37167.00	d	210.32	20.63	

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la tabla 32, se presenta la resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 16.20 MPa la resistencia a 7 días, 19.17 MPa a 14 días y 21.15 MPa a 28 días. La resistencia a los 7 días es de 76%, la de 14 días 91% y la de 28 días 101%, dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma. El tipo de falla más frecuente es la falla tipo corte (d); seguido de la falla tipo columnar (e) (Ver Anexo).

**Tabla 33***Resistencia a flexión de mezcla patrón a 7, 14 y 28 días.*

EDAD (días)	DIMENSIONES			CARGA MAXIMA (kg)		RESISTENCIA A FLEXION	PROM. RESISTENCIA MPa
	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	LONGITUD(mm)	KG	NEWTON (N)	Mpa	
7	150.00	150.00	450.00	2360.00	23151.60	4.63	4.63
7	150.00	150.00	450.00	2250.00	22072.50	4.41	
7	150.00	150.00	450.00	2470.00	24230.70	4.85	
14	150.00	150.00	450.00	2530.00	24819.30	4.96	5.18
14	150.00	150.00	450.00	2650.00	25996.50	5.20	
14	150.00	150.00	450.00	2740.00	26879.40	5.38	
28	150.00	150.00	450.00	2930.00	28743.30	5.75	5.75
28	150.00	150.00	450.00	2830.00	27762.30	5.55	
28	150.00	150.00	450.00	3030.00	29724.30	5.94	

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la tabla 33, se presenta la resistencia a la flexión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 4.63 MPa la resistencia a 7 días, 5.18 MPa a 14 días y 5.75 MPa a 28 días. Dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma  $MR \geq 3,4$  MPa. Todas las viguetas fallaron en el tercio medio de la luz libre.

**Tabla 34***Resistencia a compresión de mezcla con 2% de adición a 7, 14 y 28 días.*

EDAD (días)	DIMENSIONES		AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kg)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA		PROM. RESISTENCIA MPa
	DIAMETRO(cm)	ALTURA(cm)				KG/CM <sup>2</sup>	Mpa	
7	15.00	30.00	176.71	27660.000	d	156.52	15.35	15.47
7	15.00	30.00	176.71	28160.000	d	159.35	15.63	
7	15.00	30.00	176.71	27770.000	d	157.15	15.42	
14	15.00	30.00	176.71	32660.000	e	184.82	18.13	18.24
14	15.00	30.00	176.71	33160.000	e	187.65	18.41	
14	15.00	30.00	176.71	32770.000	e	185.44	18.19	
28	15.00	30.00	176.71	38660.000	d	218.77	21.46	21.30
28	15.00	30.00	176.71	38160.000	d	215.94	21.18	
28	15.00	30.00	176.71	38270.000	d	216.56	21.24	

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la tabla 34, se presenta la resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 15.47 MPa la resistencia a 7 días, 18.24 MPa a 14 días y 21.30 MPa a 28 días.. La resistencia a los 7 días es de 75%, la de 14 días 89% y la de 28 días 103%, dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma. El tipo de falla más frecuente es la falla tipo corte (d); seguido de la falla tipo columnar (e) (Ver Anexo).

**Tabla 35**

*Resistencia a flexión de mezcla con 2% de adición a 7, 14 y 28 días.*

EDAD (días)	DIMENSIONES			CARGA MAXIMA (kg)		RESISTENCIA A FLEXION	PROM. RESISTENCIA MPa
	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	LONGITUD(mm)	KG	NEWTON (N)	Mpa	
7	150.00	150.00	450.00	2030.00	19914.30	3.98	3.98
7	150.00	150.00	450.00	1920.00	18835.20	3.77	
7	150.00	150.00	450.00	2140.00	20993.40	4.20	
14	150.00	150.00	450.00	1980.00	19423.80	3.88	3.89
14	150.00	150.00	450.00	1955.00	19178.55	3.84	
14	150.00	150.00	450.00	2010.00	19718.10	3.94	
28	150.00	150.00	450.00	1930.00	18933.30	3.79	3.66
28	150.00	150.00	450.00	1820.00	17854.20	3.57	
28	150.00	150.00	450.00	1840.00	18050.40	3.61	

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la tabla 35, se presenta la resistencia a la flexión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 3.98 MPa la resistencia a 7 días, 3.89 MPa a 14 días y 3.66 MPa a 28 días. Dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma  $MR \geq 3,4$  MPa. Todas las viguetas fallaron en el tercio medio de la luz libre.

**Tabla 36**

*Resistencia a compresión de mezcla con 4% de adición a 7, 14 y 28 días.*

EDAD (días)	DIMENSIONES		AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kg)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>		PROM. RESISTENCIA MPa
	DIAMETRO(cm)	ALTURA(cm)				KG/CM <sup>2</sup>	Mpa	
7	15.00	30.00	176.71	28580.000	d	161.73	15.87	15.98
7	15.00	30.00	176.71	29080.000	d	164.56	16.14	
7	15.00	30.00	176.71	28690.000	d	162.35	15.93	
14	15.00	30.00	176.71	33580.000	e	190.02	18.64	18.75
14	15.00	30.00	176.71	34080.000	e	192.85	18.92	
14	15.00	30.00	176.71	33690.000	e	190.65	18.70	
28	15.00	30.00	176.71	40580.000	d	229.64	22.53	22.64
28	15.00	30.00	176.71	41080.000	d	232.47	22.80	
28	15.00	30.00	176.71	40690.000	d	230.26	22.59	

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la tabla 36, se presenta la resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 15.98 MPa la resistencia a 7 días, 18.75 MPa a 14 días y 22.64 MPa a 28 días. La resistencia a los 7 días es de 78%, la de 14 días 91% y la de 28 días 110%, dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma. El tipo de falla más frecuente es la falla tipo corte (d); seguido de la falla tipo columnar (e) (Ver Anexo).

**Tabla 37**

*Resistencia a flexión de mezcla con 4% de adición a 7, 14 y 28 días.*

EDAD (días)	DIMENSIONES			CARGA MAXIMA (kg)		RESISTENCIA A FLEXION	PROM. RESISTENCIA MPa
	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	LONGITUD(mm)	KG	NEWTON (N)	Mpa	
7	150.00	151.00	450.00	2330.00	22857.30	4.51	4.51
7	150.00	151.00	450.00	2220.00	21778.20	4.30	
7	150.00	151.00	450.00	2440.00	23936.40	4.72	
14	150.00	151.00	450.00	2050.00	20110.50	3.97	4.02
14	150.00	151.00	450.00	2030.00	19914.30	3.93	
14	150.00	151.00	450.00	2150.00	21091.50	4.16	
28	150.00	151.00	450.00	1880.00	18442.80	3.64	3.64
28	150.00	151.00	450.00	1770.00	17363.70	3.43	
28	150.00	151.00	450.00	1990.00	19521.90	3.85	

*Fuente:* Elaboración Propia.

En la tabla 37, se presenta la resistencia a la flexión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 4.51 MPa la resistencia a 7 días, 4.02 MPa a 14 días y 3.64 MPa a 28 días. Dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma  $MR \geq 3,4$  MPa. Todas las viguetas fallaron en el tercio medio de la luz libre.

**Tabla 38**

*Resistencia a compresión de mezcla con 6% de adición a 7, 14 y 28 días.*

EDAD (días)	DIMENSIONES		AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kg)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>		PROM. RESISTENCIA MPa
	DIAMETRO(cm)	ALTURA(cm)				KG/CM <sup>2</sup>	Mpa	
7	15.00	30.00	176.71	30540.000	d	172.83	16.95	17.07
7	15.00	30.00	176.71	31040.000	d	175.66	17.23	
7	15.00	30.00	176.71	30650.000	d	173.45	17.02	
14	15.00	30.00	176.71	35540.000	e	201.12	19.73	19.84
14	15.00	30.00	176.71	36040.000	e	203.95	20.01	
14	15.00	30.00	176.71	35650.000	e	201.74	19.79	
28	15.00	30.00	176.71	42540.000	d	240.73	23.62	23.73
28	15.00	30.00	176.71	43040.000	d	243.56	23.89	
28	15.00	30.00	176.71	42650.000	d	241.36	23.68	

*Fuente:* Elaboración Propia.

En la tabla 38, se presenta la resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 17.07 MPa la resistencia a 7 días, 19.84 MPa a 14 días y 23.73 MPa a 28 días. Cada resistencia determinada en cada edad es el promedio del ensayo de 3 probetas. La resistencia a los 7 días es de 83%, la de 14

días 96% y la de 28 días 115%. El tipo de falla más frecuente es la falla tipo corte (d); seguido de la falla tipo columnar (e) (Ver Anexo).

**Tabla 39**

*Resistencia a flexión de mezcla con 6% de adición a 7, 14 y 28 días.*

EDAD (días)	DIMENSIONES			CARGA MAXIMA (kg)		RESISTENCIA A	PROM. RESISTENCIA MPa
	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	LONGITUD(mm)	KG	NEWTON (N)	Mpa	
7	150.00	151.00	450.00	2430.00	23838.30	4.70	4.70
7	150.00	151.00	450.00	2320.00	22759.20	4.49	
7	150.00	151.00	450.00	2540.00	24917.40	4.92	
14	150.00	151.00	450.00	2810.00	27566.10	5.44	5.48
14	150.00	151.00	450.00	2950.00	28939.50	5.71	
14	150.00	151.00	450.00	2739.00	26869.59	5.30	
28	150.00	151.00	450.00	3200.00	31392.00	6.20	6.20
28	150.00	151.00	450.00	3090.00	30312.90	5.98	
28	150.00	151.00	450.00	3310.00	32471.10	6.41	

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la tabla 39, se describe la evolución de la resistencia a la flexión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 4.70 MPa la resistencia a 7 días, 5.48 MPa a 14 días y 6.20 MPa a 28 días. Dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma  $MR \geq 3,4$  MPa. Todas las viguetas fallaron en el tercio medio de la luz libre.

**Tabla 40**

*Resistencia a compresión de mezcla con 8% de adición a 7, 14 y 28 días.*

EDAD (días)	DIMENSIONES		AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kg)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>		PROM. RESISTENCIA MPa
	DIAMETRO(cm)	ALTURA(cm)				KG/CM <sup>2</sup>	Mpa	
7	15.00	30.00	176.71	29110.000	d	164.73	16.16	16.27
7	15.00	30.00	176.71	29610.000	d	167.56	16.44	
7	15.00	30.00	176.71	29220.000	d	165.36	16.22	
14	15.00	30.00	176.71	34110.000	e	193.03	18.94	19.05
14	15.00	30.00	176.71	34610.000	e	195.86	19.21	
14	15.00	30.00	176.71	34220.000	e	193.65	19.00	
28	15.00	30.00	176.71	41110.000	d	232.64	22.82	22.93
28	15.00	30.00	176.71	41610.000	d	235.47	23.10	
28	15.00	30.00	176.71	41220.000	d	233.26	22.88	

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la tabla 40, se presenta la resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 16.27 MPa la resistencia a 7 días, 19.05 MPa a 14 días y 22.93 MPa a 28 días. La resistencia a los 7 días es de 79%, la de 14 días 92% y la de 28 días 111%, dichas resistencias están dentro de los parámetros de la

norma. El tipo de falla más frecuente es la falla tipo corte (d); seguido de la falla tipo columnar (e) (Ver Anexo).

**Tabla 41**

*Resistencia a flexión de mezcla con 8% de adición a 7, 14 y 28 días.*

EDAD (días)	DIMENSIONES			CARGA MAXIMA (kg)		RESISTENCIA A FLEXION	PROM. RESISTENCIA MPa
	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	LONGITUD(mm)	KG	NEWTON (N)	Mpa	
7	150.00	151.00	450.00	2110.00	20699.10	4.09	4.09
7	150.00	151.00	450.00	2000.00	19620.00	3.87	
7	150.00	151.00	450.00	2220.00	21778.20	4.30	
14	150.00	151.00	450.00	2550.00	25015.50	4.94	4.94
14	150.00	151.00	450.00	2440.00	23936.40	4.72	
14	150.00	151.00	450.00	2660.00	26094.60	5.15	
28	150.00	151.00	450.00	2870.00	28154.70	5.56	5.55
28	150.00	151.00	450.00	2760.00	27075.60	5.34	
28	150.00	151.00	450.00	2970.00	29135.70	5.75	

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la tabla 41, se presenta la resistencia a la flexión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 4.09 MPa la resistencia a 7 días, 4.94 MPa a 14 días y 5.55 MPa a 28 días. Dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma  $MR \geq 3,4$  MPa. Todas las viguetas fallaron en el tercio medio de la luz libre.

**Tabla 42**

*Resistencia a compresión de mezcla con 10% de adición a 7, 14 y 28 días.*

EDAD (días)	DIMENSIONES		AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (kg)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>		PROM. RESISTENCIA MPa
	DIAMETRO(cm)	ALTURA(cm)				KG/CM <sup>2</sup>	Mpa	
7	15.00	30.00	176.71	28540.000	d	161.51	15.84	15.96
7	15.00	30.00	176.71	29040.000	d	164.34	16.12	
7	15.00	30.00	176.71	28650.000	d	162.13	15.90	
14	15.00	30.00	176.71	33450.000	e	189.29	18.57	18.85
14	15.00	30.00	176.71	34458.000	e	195.00	19.13	
14	15.00	30.00	176.71	33940.000	e	192.07	18.84	
28	15.00	30.00	176.71	39188.000	d	221.76	21.76	21.85
28	15.00	30.00	176.71	40010.000	d	226.42	22.21	
28	15.00	30.00	176.71	38900.000	d	220.13	21.60	

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la tabla 42, se describe la evolución de la resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 15.96 MPa la resistencia a 7 días, 18.85 MPa a 14 días y 21.85 MPa a 28 días. La resistencia a los 7 días es de 77%, la de 14 días 92% y la de 28 días 106%, dichas resistencias están dentro de los parámetros de la norma. El tipo de falla más frecuente es la falla tipo corte (d); seguido de la falla tipo columnar (e) (Ver Anexo).

**Tabla 43***Resistencia a flexión de mezcla con 10% de adición a 7, 14 y 28 días.*

EDAD (días)	DIMENSIONES			CARGA MAXIMA (kg)		RESISTENCIA A FLEXION	PROM. RESISTENCIA MPa
	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	LONGITUD(mm)	KG	NEWTON (N)	Mpa	
7	150.00	151.00	450.00	2010.00	19718.10	3.89	3.89
7	150.00	151.00	450.00	1900.00	18639.00	3.68	
7	150.00	151.00	450.00	2120.00	20797.20	4.10	
14	150.00	151.00	450.00	1910.00	18737.10	3.70	3.60
14	150.00	151.00	450.00	1850.00	18148.50	3.58	
14	150.00	151.00	450.00	1820.00	17854.20	3.52	
28	150.00	151.00	450.00	1730.00	16971.30	3.35	3.34
28	150.00	151.00	450.00	1690.00	16578.90	3.27	
28	150.00	151.00	450.00	1750.00	17167.50	3.39	

*Fuente:* Elaboración Propia.

En la tabla 43, se presenta la resistencia a la flexión a 7, 14 y 28 días del concreto con mezcla patrón, siendo 3.89 MPa la resistencia a 7 días, 3.60 MPa a 14 días y 3.34 MPa a 28 días. Dichas resistencias están no cumplen los parámetros de la norma  $MR \geq 3,4$  MPa. Todas las viguetas fallaron en el tercio medio de la luz libre.



INFORME DE ANÁLISIS

SOLICITANTE	: ROYDER RODAS MENDOZA
	MARIANELLY DEL PILAR HERNANDEZ HUARIPATA
PROYECTO	: "Determinación de la propiedades mecánicas del concreto F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> para pavimento, adicionando Cenizas de Caña de Azucar.Moyobamba-san Martin.2018"
MUESTRA	: Cenizas de Caña de Azucar
FECHA DE INGRESO	: 13 DE NOVIEMBRE DEL 2018
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

ANALISIS FISICOS QUIMICOS

PARAMETROS	Unidades	MUESTRA
SiO <sub>2</sub>	%	50.7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	7.1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	6.4
CaO	%	1.5
MgO	%	0.36
K <sub>2</sub> O	%	1.7
Na <sub>2</sub> O	%	0.6
TiO <sub>2</sub>	%	0.02

Medido por espectrofotometria de rayas X

TRUJILLO 20 DE NOVIEMBRE DE 2018

Revisado por:

César M. Pareda  
Resp. Lab. Ingeniería Amb







**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046**



Registro N° LE - 046

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20181121-034**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : ROYDER RODAS MENDOZA.  
MARIANELLY DEL PILAR HERNANDEZ HUARIPATA.  
DIRECCIÓN : Jr. Cuzco N°412 Nuevo Chimbote.  
PRODUCTO DECLARADO : AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO.  
CANTIDAD DE MUESTRA : 03 muestras.  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Frasco de frasco de plástico con tapa.  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2018-11-21  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2018-11-21  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2018-11-22  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Físico Químico.  
CÓDIGO COLECBI : SS 181121-11

**RESULTADOS**

**"DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTÍN, 2018"**

ENSAYOS	MUESTRAS
	LABORATORIO DE SUELO UCV MOYOBAMBA SAN MARTIN
Cloruros (mg/L)	4
(*) Sulfatos (mg/L)	49
(**) pH	6,19

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA.  
(\*\*) Fuera del alcance de la acreditación por vigencia de muestra.

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

Cloruros : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed.2017. Chloride. Argentometric Method.

Sulfatos: SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012 4500 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

pH : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed.2012. pH Value. Electrometric Method.

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C. sobre muestra ingresada por el solicitante.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce
- No afecto al proceso de Diminencia por ser la muestra Producto Perecible.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Noviembre 23 del 2018.

GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos  
Gerente de Laboratorios  
C.B.P. 326  
COLECBI S.A.C.



Revisado por :

César M. Paredos Arévalo  
Resp. Lab. Ingeniería Amb.

LC-MP-HRIE  
Rev. 04  
Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752  
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127  
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
Web: www.colecbi.com

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.



**ANÁLISIS GRANULOMETRICO**

(ASTM C 136-06)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO**

**PROYECTO :** "DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN, 2018"

**CANTERA :** CONCESIÓN MINERA EDVO

**ALUMNO :** ROYDER RODAS MENDOZA

MARIANELLY DEL PILAR HERNANDEZ HUARIPATA

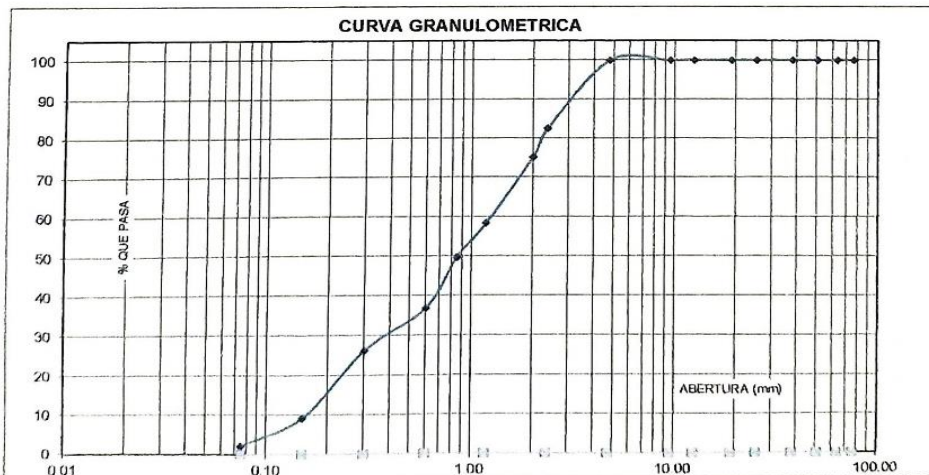
**MATERIAL :** ARENA GRUESA

**FECHA :** OCTUBRE

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
N°	Abert. (mm)	(gr)	(%)	(%)	(gr)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.10	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N°8	2.36	0.05	17.43	17.43	82.57
N°10	2.00	0.02	7.37	24.80	75.20
N° 16	1.18	0.05	16.83	41.63	58.37
N° 20	0.85	0.03	8.63	50.27	49.73
N° 30	0.60	0.04	12.80	63.07	36.93
N°50	0.30	0.03	10.67	73.73	26.27
N° 100	0.15	0.05	17.03	90.77	9.23
N° 200	0.08	0.02	7.07	97.83	2.17
Plato		0.01	2.17	100.00	0.00
		0.30	100.00		

PROPIEDADES FISICAS	
MÓDULO DE FINEZA	2.87

OBSERVACIONES



CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO







**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO**

(ASTM C 136-06)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**PROYECTO :** "DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR, MOYOBAMBA, SAN

**CANTERA :** CONCESIÓN MINERA EDVO

**SOLICITA :** ROYDER RODAS MENDOZA

MARIANELLY DEL PILAR HERNANDEZ HUARIPATA

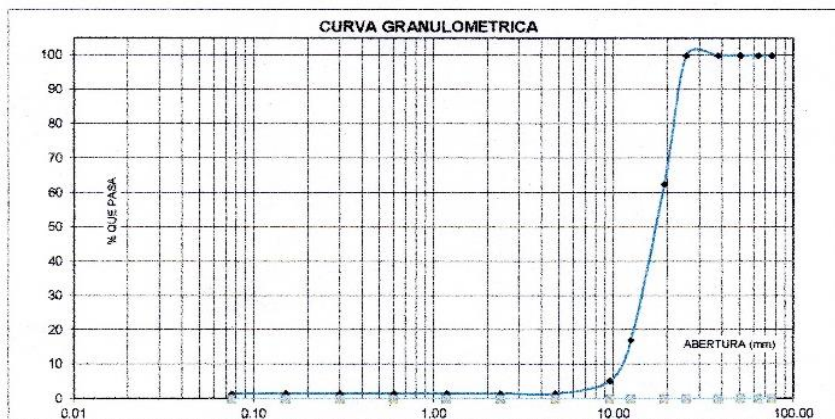
**MATERIAL :** PIEDRA CHANCADA

**FECHA :** OCTUBRE

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
Nº	Abert. (mm)	(gr)	(%)	(%)	(%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.15	37.48	37.48	62.52
1/2"	12.50	0.18	45.46	82.94	17.06
3/8"	9.52	0.05	11.89	94.83	5.17
Nº 4	4.76	0.01	3.62	98.45	1.55
Nº 8	2.36	0.00	0.00	98.45	1.55
Nº 16	1.18	0.00	0.00	98.45	1.55
Nº 30	0.60	0.00	0.00	98.45	1.55
Nº 50	0.30	0.00	0.00	98.45	1.55
Nº 100	0.15	0.00	0.00	98.45	1.55
Nº 200	0.08	0.00	0.00	98.45	1.55
Plato		0.01	1.55	100	0.00
		0.41	100.00		

PROPIEDADES FÍSICAS	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1/2"
HUSO (ASTM C-33)	7
MÓDULO DE FINEZA	8.06

OBSERVACIONES



**CAMPUS CHIMBOTE**

Av. Central Mz. H Lt. 1

Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote

Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru

@ucv\_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**PROYECTO :** "DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR, MOYOBAMBA, SAN

**CANTERA :** CONCESIÓN MINERA EDVO

**SOLICITA :** ROYDER RODAS MENDOZA  
MARIANELLY DEL PILAR HERNANDEZ  
HUARIPATA

**MATERIAL :** ARENA GRUESA

**FECHA :** OCTUBRE

**PESO UNITARIO SUELTO**

ENSAYO N°	1	2	3
Peso de molde (gr)	2325.5	2325.5	2325.5
Peso de molde + muestra (gr)	7605.00	18800	18790
Peso de muestra (gr)	5279.50	16474.5	16464.5
Volumen de molde (cm3)	3205.44	9511.28	9511.28
Peso Unitario (kg/m3)	1647.04	1732.10	1731.05
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m3)</b>	1703.40		
Corrección por Humedad	1691.30		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

ENSAYO N°	1	2	3
Peso de molde (gr)	2325.5	2325.5	2325.5
Peso de molde + muestra (gr)	8368.1	20525.5	20785.5
Peso de muestra (gr)	6042.6	18200	18460
Volumen de molde (cm3)	3205.44	9511.28	9511.28
Peso Unitario (kg/m3)	1885.11	1913.52	1940.85
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m3)</b>	1913.16		
Corrección por Humedad	1899.58		

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villaqueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO







<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO</b>			
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>			
<b>PROYECTO :</b> "DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR, MOYOBAMBA, SAN			
<b>CANTERA :</b> CONCESIÓN MINERA EDVO		<b>SOLICITA :</b> ROYDER RODAS MENDOZA MARIANELLY DEL PILAR HERNANDEZ HUARIPATA	
<b>MATERIAL :</b> PIEDRA CHANCADA			
<b>FECHA :</b> OCTUBRE			
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>			
<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de molde (gr)	4627.50	4627.50	4627.50
Peso de molde + muestra (gr)	18008.40	17537.50	17587.50
Peso de muestra (gr)	13380.90	12910.00	12960.00
Volumen de molde (cm3)	9511.28	9511.28	9511.28
Peso Unitario (kg/m3)	1406.85	1357.34	1362.59
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m3)</b>	1375.59		
Corrección por Humedad	1365.82		
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			
<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de molde (gr)	4627.50	4627.50	4627.50
Peso de molde + muestra (gr)	20059.00	19797.50	19887.50
Peso de muestra (gr)	15431.50	15170.00	15260.00
Volumen de molde (cm3)	9511.28	9511.28	9511.28
Peso Unitario (kg/m3)	1622.44	1594.95	1604.41
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m3)</b>	1607.27		
Corrección por Humedad	1595.86		

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Raulfinton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



Fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO**

( ASTM D-2216)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

PROYECTO : "DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR, MOYOBAMBA, SAN

CANTERA : CONCESIÓN MINERA EDVO

SOLICITA : ROYDER RODAS MENDOZA  
MARIANELLY DEL PILAR HERNANDEZ  
HUARIPATA

MATERIAL : ARENA GRUESA

FECHA : OCTUBRE

ENSAYO N°	1	2	3
TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	98.3	112.2	115
TARA + SUELO SECO (gr)	98.1	111.6	113.7
PESO DEL AGUA (gr)	0.2	0.60	1.3
PESO DE LA TARA (gr)	16.4	16.3	11.40
PESO DEL SUELO SECO (gr)	81.7	95.3	102.3
CONTENIDO DE HÚMEDAD (%)	0.24	0.63	1.27
PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.72		

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Huayllon Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO</b>			
<b>( ASTM D-2216)</b>			
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>			
<b>PROYECTO :</b> "DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR, MOYOBAMBA, SAN			
<b>CANTERA :</b> CONCESIÓN MINERA EDVO		<b>SOLICITA :</b> ROYDER RODAS MENDOZA MARIANELLY DEL PILAR HERNANDEZ HUARIPATA	
<b>MATERIAL :</b> PIEDRA CHANCADA			
<b>FECHA :</b> OCTUBRE			
<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	124.6	116.30	113.6
TARA + SUELO SECO (gr)	124.4	116.00	113.4
PESO DEL AGUA (gr)	0.20	0.30	0.2
PESO DE LA TARA (gr)	16.3	11.9	11.7
PESO DEL SUELO SECO (gr)	108.1	104.1	101.7
CONTENIDO DE HÚMEDAD (%)	0.19	0.29	0.20
PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.22		







**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**

( MTC E-205, ASTM C-128)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**PROYECTO :** "DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR, MOYOBAMBA, SAN

**CANTERA :** CONCESIÓN MINERA EDVO

**SOLICITA :** ROYDER RODAS MENDOZA  
MARIANELLY DEL PILAR HERNANDEZ  
HUARIPATA

**MATERIAL :** ARENA GRUESA

**FECHA :** OCTUBRE

ENSAYO N°		1	2
A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) (gr)	500.00	500.00
B	Peso de picnometro + agua (gr)	1269.40	1244.90
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) (cm3)	1769.40	1744.90
D	Peso del picnometro + agua + material (gr)	1443.50	1411.20
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	325.90	333.70
F	Peso de material seco en estufa (gr)	448.10	494.40
G	Volumen de masa (E-(A-F))	274.00	328.10
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	1.37	1.48
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	1.53	1.50
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	1.37	1.48
K	Absorción (%) ((A-F/F)x100)	11.58	1.13

P.e. Bulk (Base Seca)	:	1.43
P.e. Bulk (Base Saturada)	:	1.52
P.e. Aparente (Base Seca)	:	1.43
Absorción (%)	:	6.36

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Mugaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



Leonor Rodríguez Villanueva Vásquez  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO</b>		
<b>(MTC E-206, ASTM C-127)</b>		
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>		
<b>PROYECTO :</b> "DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR, MOYOBAMBA, SAN		
<b>CANTERA :</b> CONCESIÓN MINERA EDVO	<b>SOLICITA :</b> ROYDER RODAS MENDOZA MARIANELLY DEL PILAR HERNANDEZ HUARIPATA	
<b>MATERIAL :</b> PIEDRA CHANCADA		
<b>FECHA :</b> OCTUBRE		
<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
A Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	2007.9	2007.9
B Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	1306.4	1306.4
C Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	701.5	701.5
D Peso de material seco en estufa	2000.00	2000.00
E Volumen de masa (C-(A-D))	693.6	693.6
F P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.85	2.85
G P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.86	2.86
H P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.88	2.88
I Absorción (%) ((A-D)/A)x100)	0.39	0.39
<p>P.e. Bulk (Base Seca) : 2.85                      P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.86                      P.e. Aparente (Base Seca) : 2.88                      Absorción (%) : 0.39</p>		

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



**DISEÑO DE MEZCLA**

(MÉTODO A.C.I.)

**SOLICITA** : ROYDER RODAS MENDOZA - MARIANELLY DEL PILAR HERNANDEZ HUARIPATA  
**OBRA** : "DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN, 2018"  
**LUGAR** : MOYOBAMBA - SAN MARTIN  
**FECHA** : OCTUBRE

**I.- ESPECIFICACIONES**

\* La selección de las proporciones se haran empleando el método del A.C.I.

\* La resistencia de diseño especificada a los 28 días es de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**1.2.- Materiales**

**a.- Cemento Portland**

Tipo : I 0  
 P. Especifico : 3.02

**b.- Agua**

Tipo : Potable de la Zona  
 P. Especifico : 1

**c.- Agregado Fino**

EDVO

P. Especifico de la masa : 1.430  
 Peso Unitario Seco Suelto : 1703.40  $\text{kg/m}^3$   
 Peso Unitario Seco Compactado : 1913.16  $\text{kg/m}^3$   
 Contenido de humedad : 0.72 %  
 Absorción : 6.36 %  
 Modulo de fineza : 2.87

**d.- Agregado Grueso**

EDVO

Tamaño maximo nominal : 1/2"  
 P. Especifico de la masa : 2.89  
 Peso Unitario Seco Suelto : 1375.59  $\text{kg/m}^3$   
 Peso Unitario Seco Compactado : 1607.27  $\text{kg/m}^3$   
 Contenido de humedad : 0.22 %  
 Absorción : 0.39 %  
 Modulo de fineza : 8.06

**II.- SECUENCIA DE DISEÑO**

**2.1.- Determinacion de Resistencia Promedio**

: 294  $\text{kg/cm}^2$

Dado a que ni se conoce el valor de la desviacion estandar, entonces según la norma ININVI se tiene:

$$\frac{f'c}{f'c} : \frac{f'c}{210} + \frac{f'cr}{84} = \frac{294 \text{ kg/cm}^2}{210}$$

**2.2.- Selección del Tamaño Maximo Nominal**

: 1/2"

De acuerdo a la granulometria del agregado grueso le corresponde un tamaño maximo nominal

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

**Mg. Erika Muguly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



**2.3.- Selección del Asentamiento**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plastica, a la que corresponde un asentamiento de **3" a 4"**

**2.4.- Volumen Unitario de Agua**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de **3" a 4"**, sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño nominal de **1/2"**, el volumen unitario de agua es **216 lt/m<sup>3</sup>**

**2.5.- Contenido de Aire**

Se determina el contenido de aire atrapado para agregado grueso de tamaño maximo nominal de **1/2"** es de **2.5 %**

**2.6.- Relación Agua - Cemento a/c**

Para una resistencia de diseñc **f'c : 294 kg/cm<sup>2</sup>**, sin aire incorporado, la relacion agua - cemento es de **0.558**

$$\begin{array}{l} 250 \longrightarrow 0.62 \\ 294 \longrightarrow x \\ 300 \longrightarrow 0.55 \end{array} \Rightarrow = \frac{294 - 250}{300 - 250} = \frac{x - 0.62}{0.55 - 0.62} = \boxed{0.558}$$

**2.7.- Factor Cemento**

El Factor cemento sera :  $\frac{\text{Volumen Unitario de Agua}}{\text{Relacion Agua - Cemento}} \Rightarrow \boxed{386.82 \text{ kg/m}^3}$

$$216 \text{ lt/m}^3 \xrightarrow{\text{Cemento } 0.558 \text{ lt/kg}} = 386.82 \text{ kg/m}^3 \xrightarrow{\text{Cemento en bolsas } 42.5 \text{ kg}} = 9.10 \text{ bls/m}^3$$

**2.8.- Contenido del Agregado Grueso**

Modulo de Fineza de **2.87** y tamaño maximo nominal de **1/2"** se obtiene un volumen de agregado Grueso Compactado de **0.543 m<sup>3</sup>** de agregado.

$$\begin{array}{l} 2.80 \longrightarrow 0.55 \\ 2.87 \longrightarrow x \\ 3.00 \longrightarrow 0.53 \end{array} \Rightarrow = \frac{2.87 - 2.80}{3.00 - 2.80} = \frac{x - 0.55}{0.55 - 0.53} = \boxed{0.543 \text{ m}^3}$$

Peso del agregado Grueso = Vol. De agregado Grueso Compactado x Peso Unitario Seco Compactado

$$= 0.543 \times 1607.27 = \boxed{872.75 \text{ kg/m}^3}$$

**2.9.- Volúmenes Absolutos**

Cemento	:	386.82	x	0.001	/	3.02	=	0.128
Agua	:	216.00	x	0.001	/	1.00	=	0.216
Aire	:	2.50	/	100.00			=	0.025
Agregado Grueso	:	872.75	x	0.001	/	2.89	=	0.302
								<b>0.671 m<sup>3</sup></b>

**2.9.-Contenido de Agregado Fino**

Vol. Absoluto. De Agregado Fino : **1 m<sup>3</sup>** - **0.671 m<sup>3</sup>** = **0.329 m<sup>3</sup>**

Peso del Agregado Fino :

$$0.329 \text{ m}^3 \times 1.430 \text{ cm}^3/\text{gr} \times \frac{1.00 \text{ kg}}{1000 \text{ gr}} \times 1000000.00 \text{ cm}^3/\text{m}^3 = \boxed{470.4 \text{ kg/m}^3}$$

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

**Mge. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO







2.10.- Valores de Diseño

Cantidad de material a ser empleado seran:

Cemento	:	386.82	kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	216.00	lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Seco	:	470.36	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Seco	:	872.75	kg/m <sup>3</sup>

2.11.- Corrección por Humedad

Corregimos por humedad del Agregados a fin de obtener los valores a ser usados en obra.

Peso Humedo del agregado:

Agregado Fino	:	470.4 x (	1	+	W %	)	
		470.4 x (	1	+	0.0072	) =	473.75 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	872.7 x (	1	+	W %	)	
		872.7 x (	1	+	0.0022	) =	874.67 kg/m <sup>3</sup>

\* humedad superficial del agregado

Agregado Fino	:	W %	-	Abs %	=	
	:	0.72	-	6.36	=	-5.64 %
Agregado Grueso	:	W %	-	Abs %	=	
	:	0.22	-	0.39	=	-0.17 %

\* Aporte de humedad de los agregados

Agregado Fino	:	473.75 kg/m <sup>3</sup>	x	(	-0.0564	) =	-26.72 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	874.67 kg/m <sup>3</sup>	x	(	-0.0017	) =	-1.48 lt/m <sup>3</sup>
							-28.20 lt/m <sup>3</sup>

* Agua efectiva	:	216.00	lt/m <sup>3</sup>	-	(	-28.20	lt/m <sup>3</sup> ) =	244.20 lt/m <sup>3</sup>
	:					<u>Cemento en bolsas</u>		
	:	244.20	lt/m <sup>3</sup>			9.10	bls/m <sup>3</sup>	= 26.83 lt/bls

2.12.- Valores de Diseño Corregidos

Cemento	:	386.82 kg/m <sup>3</sup>	=	9.10 bls/m <sup>3</sup>
Agua	:	244.20 lt/m <sup>3</sup>	=	26.83 lt/bls
Agregado Fino Seco	:	473.75 kg/m <sup>3</sup>		
Agregado Grueso Seco	:	874.67 kg/m <sup>3</sup>		

2.13.- Proporción en Peso

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
$\frac{386.82}{386.82}$ ;	$\frac{473.75}{386.82}$ ;	$\frac{874.67}{386.82}$ ;	26.83 lt/saco	→

1	;	1.22	;	2.26	;	26.83 lt/saco
---	---	------	---	------	---	---------------



17.-Cantidad de Material por tanda de 1 saco de cemento

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.5	kg/saco
Agua	:	26.83	x	1.00	=	26.8	lt/saco
Agregado Fino Seco	:	1.22	x	42.5	=	52.1	kg/saco
Agregado Grueso Seco	:	2.26	x	42.5	=	96.1	kg/saco

2.14.- Proporción en Volumen

Agregado Fino	:	1703.4	x	(	1	+	W %	)	
		1703.4	x	(	1	+	0.0072	)	= 1715.66 kg/m³
Agregado Grueso	:	1375.6	x	(	1	+	W %	)	
		1375.6	x	(	1	+	0.0022	)	= 1378.62 kg/m³

\* Peso por Pie³

Agregado Fino	:	1715.66	kg/m³	x	35.3147 m³/pie³	=	48.58	kg/pie³
Agregado Grueso	:	1378.62	kg/m³	x	35.3147 m³/pie³	=	39.04	kg/pie³

\* Dosificación en Volumen

Cemento	:	1	x	<u>42.5</u>	=	1	Pie³
				42.5	=		
Agregado Fino	:	1.22	x	<u>42.5</u>	=	1.07	Pie³
				48.58	=		
Agregado Grueso	:	2.26	x	<u>42.5</u>	=	2.46	Pie³
				39.04	=		

1 ; 1.07 ; 2.46 ; 26.83 lt/pie³



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"

**TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01	7	28630.00	176.71	162.01	162.01
2	PROBETA N° 02	7	27520.00	176.71	155.73	
3	PROBETA N° 03	7	29740.00	176.71	168.29	

**Observaciones:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo MS debe ser de la siguiente manera:


- A los 07 días: 60%
- A los 14 días: 85%
- A los 28 días: 100%

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)





## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"

**TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01	14	33867.00	176.71	191.65	191.65
2	PROBETA N° 02	14	32867.00	176.71	185.99	
3	PROBETA N° 03	14	34867.00	176.71	197.31	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo MS debe ser de la siguiente manera:

A los 07 días: 60%  
 A los 14 días: 85%  
 A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01	28	37567.00	176.71	212.59	211.45
2	PROBETA N° 02	28	37367.00	176.71	211.45	
3	PROBETA N° 03	28	31167.00	176.71	210.32	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo MS debe ser de la siguiente manera:

- A los 07 días: 60%
- A los 14 días: 85%
- A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)





## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"

**TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO ADICIONANDO 2% DE CBCA.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 – 2% CBCA	7	27660.00	176.71	156.52	157.67
2	PROBETA N° 02 – 2% CBCA	7	28160.00	176.71	159.35	
3	PROBETA N° 03 – 2% CBCA	7	27770.00	176.71	157.15	

**Observaciones:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo MS debe ser de la siguiente manera:

- A los 07 días: 60%
- A los 14 días: 85%
- A los 28 días: 100%

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.



CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

TESIS : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"

TESISTA : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA

ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

LUGAR : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN

UNIDAD : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO ADICIONANDO 2% DE CBCA.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 – 2% CBCA	14	32660.00	176.71	184.82	185.97
2	PROBETA N° 02 – 2% CBCA	14	33160.00	176.71	187.65	
3	PROBETA N° 03 – 2% CBCA	14	32770.00	176.71	185.44	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo MS debe ser de la siguiente manera:

A los 07 días: 60%  
 A los 14 días: 85%  
 A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires – Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hanilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"

**TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO ADICIONANDO 2% DE CBCA.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 – 2% CBCA	28	38660.00	176.71	218.77	217.09
2	PROBETA N° 02 – 2% CBCA	28	38160.00	176.71	215.94	
3	PROBETA N° 03 – 2% CBCA	28	38270.00	176.71	216.56	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo MS debe ser de la siguiente manera:

A los 07 días: 60%

A los 14 días: 85%

A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"

**TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO ADICIONANDO 4% DE CBCA.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 – 4% CBCA	7	28580.00	176.71	161.73	162.88
2	PROBETA N° 02 – 4% CBCA	7	29080.00	176.71	164.56	
3	PROBETA N° 03 – 4% CBCA	7	28690.00	176.71	162.35	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo MS debe ser de la siguiente manera:

A los 07 días: 60%  
 A los 14 días: 85%  
 A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"

**TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO ADICIONANDO 4% DE CBCA.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 – 4% CBCA	14	33580.00	176.71	190.02	191.17
2	PROBETA N° 02 – 4% CBCA	14	34080.00	176.71	192.85	
3	PROBETA N° 03 – 4% CBCA	14	33690.00	176.71	190.65	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo MS debe ser de la siguiente manera:

A los 07 días: 60%  
 A los 14 días: 85%  
 A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

- TESIS : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
- LUGAR : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO ADICIONANDO 4% DE CBCA.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 – 4% CBCA	28	40580.00	176.71	229.64	230.79
2	PROBETA N° 02 – 4% CBCA	28	41080.00	176.71	232.47	
3	PROBETA N° 03 – 4% CBCA	28	40690.00	176.71	230.26	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo MS debe ser de la siguiente manera:

- A los 07 días: 60%
- A los 14 días: 85%
- A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Genier Hamilton Villaveca Vásquez**  
TECNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)





## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO ADICIONANDO 6% DE CBCA.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 – 6% CBCA	7	30540.00	176.71	172.83	173.98
2	PROBETA N° 02 – 6% CBCA	7	31040.00	176.71	175.66	
3	PROBETA N° 03 – 6% CBCA	7	30650.00	176.71	173.45	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo MS debe ser de la siguiente manera:

- A los 07 días: 60%
- A los 14 días: 85%
- A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
Ingeniero Hamilton Villanueva Vásquez  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO ADICIONANDO 6% DE CBCA.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 – 6% CBCA	14	35540.00	176.71	201.12	202.27
2	PROBETA N° 02 – 6% CBCA	14	36040.00	176.71	203.95	
3	PROBETA N° 03 – 6% CBCA	14	35650.00	176.71	201.74	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo MS debe ser de la siguiente manera:

- A los 07 días: 60%
- A los 14 días: 85%
- A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Ruffino Villaverde Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO ADICIONANDO 6% DE CBCA.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 – 6% CBCA	28	42540.00	176.71	240.73	241.88
2	PROBETA N° 02 – 6% CBCA	28	43040.00	176.71	243.56	
3	PROBETA N° 03 – 6% CBCA	28	42650.00	176.71	241.36	

**Observaciones:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo MS debe ser de la siguiente manera:

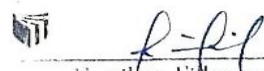
- A los 07 días: 60%
- A los 14 días: 85%
- A los 28 días: 100%

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
 Hamilton Villaverde Vásquez  
 JEFE DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"

**TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO ADICIONANDO 8% DE CBCA.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 – 8% CBCA	7	29110.00	176.71	164.73	165.88
2	PROBETA N° 02 – 8% CBCA	7	29610.00	176.71	167.56	
3	PROBETA N° 03 – 8% CBCA	7	29220.00	176.71	165.36	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo MS debe ser de la siguiente manera:

A los 07 días: 60%  
 A los 14 días: 85%  
 A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires – Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO ADICIONANDO 8% DE CBCA.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 – 8% CBCA	14	34110.00	176.71	193.03	194.18
2	PROBETA N° 02 – 8% CBCA	14	34610.00	176.71	195.86	
3	PROBETA N° 03 – 8% CBCA	14	34220.00	176.71	193.65	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo MS debe ser de la siguiente manera:

- A los 07 días: 60%
- A los 14 días: 85%
- A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires – Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)





## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO ADICIONANDO 8% DE CBCA.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 – 8% CBCA	28	41110.00	176.71	232.64	233.79
2	PROBETA N° 02 – 8% CBCA	28	41610.00	176.71	235.47	
3	PROBETA N° 03 – 8% CBCA	28	41220.00	176.71	233.26	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo MS debe ser de la siguiente manera:


- A los 07 días: 60%
- A los 14 días: 85%
- A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
Escuela de Ingeniería Civil  
LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO ADICIONANDO 10% DE CBCA.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 – 10% CBCA	7	28540.00	176.71	161.51	162.66
2	PROBETA N° 02 – 10% CBCA	7	29040.00	176.71	164.34	
3	PROBETA N° 03 – 10% CBCA	7	28650.00	176.71	162.13	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo MS debe ser de la siguiente manera:

- A los 07 días: 60%
- A los 14 días: 85%
- A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Vilcanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"

**TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO ADICIONANDO 10% DE CBCA.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 – 10% CBCA	14	33450.00	176.71	189.29	192.12
2	PROBETA N° 02 – 10% CBCA	14	34458.00	176.71	195.00	
3	PROBETA N° 03 – 10% CBCA	14	33940.00	176.71	192.07	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo MS debe ser de la siguiente manera:

A los 07 días: 60%  
A los 14 días: 85%  
A los 28 días: 100%

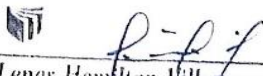
### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

TESIS : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"

TESISTA : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA

ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

LUGAR : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN

UNIDAD : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO ADICIONANDO 10% DE CBCA.

TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 – 10% CBCA	28	39188.00	176.71	221.76	222.77
2	PROBETA N° 02 – 10% CBCA	28	40010.00	176.71	226.42	
3	PROBETA N° 03 – 10% CBCA	28	38900.00	176.71	220.13	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo MS debe ser de la siguiente manera:

A los 07 días: 60%  
 A los 14 días: 85%  
 A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hanilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



## ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 334.003, ASTM C78, MTC E 709)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CÚBICO DE CONCRETO – 7 DÍAS.

Tabla 1.1: Dimensionamiento de Vigas

VIGA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
V-01	50.00	15.00	15.00	45.00
V-02	50.00	15.00	15.00	45.00
V-03	50.00	15.00	15.00	45.00

Resultados obtenidos del ensayo:

VIGA	Carga Max. (N)	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
V-01	23151.60	4.63	4.63
V-02	22072.50	4.41	
V-03	24230.70	4.85	

$$R = \frac{QxL}{bxh^2}$$

**DONDE**

- R = módulo de rotura [Mpa]  
 Q = carga máxima registrada [N]  
 L = luz entre apoyos [cm]  
 b = ancho medio de la probeta [cm]  
 h = altura media de la probeta [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron ensayadas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO







## ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 334.003, ASTM C78, MTC E 709)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CÚBICO DE CONCRETO – 14 DÍAS.

Tabla 1.1: Dimensionamiento de Vigas

VIGA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
V-01	50.00	15.00	15.00	45.00
V-02	50.00	15.00	15.00	45.00
V-03	50.00	15.00	15.00	45.00

Resultados obtenidos del ensayo:

VIGA	Carga Max. (N)	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
V-01	24819.30	4.96	5.18
V-02	25996.50	5.20	
V-03	26879.40	5.38	

$$R = \frac{QxL}{bxh^2}$$

**DONDE**

- R = módulo de rotura [Mpa]  
 Q = carga máxima registrada [N]  
 L = luz entre apoyos [cm]  
 b = ancho medio de la probeta [cm]  
 h = altura media de la probeta [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron ensayadas por el solicitante en el laboratorio.

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO





## ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 334.003, ASTM C78, MTC E 709)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CÚBICO DE CONCRETO – 28 DÍAS.

Tabla 1.1: Dimensionamiento de Vigas

VIGA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
V-01	50.00	15.00	15.00	45.00
V-02	50.00	15.00	15.00	45.00
V-03	50.00	15.00	15.00	45.00

Resultados obtenidos del ensayo:

VIGA	Carga Max. (N)	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
V-01	28743.30	5.75	5.75
V-02	27762.30	5.55	
V-03	29724.30	5.94	

$$R = \frac{QxL}{bxh^2}$$

DONDE


- R = módulo de rotura [Mpa]  
 Q = carga máxima registrada [N]  
 L = luz entre apoyos [cm]  
 b = ancho medio de la probeta [cm]  
 h = altura media de la probeta [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron ensayadas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO





## ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 334.003, ASTM C78, MTC E 709)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CÚBICO DE CONCRETO – 7 DÍAS.

Tabla 1.1: Dimensionamiento de Vigas

VIGA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
V-01 – 2% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-02 - 2% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-03 - 2% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00

Resultados obtenidos del ensayo:

VIGA	Carga Max. (N)	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
V-01 - 2% CBCA	19914.30	3.98	3.98
V-02 - 2% CBCA	18835.20	3.77	
V-03 - 2% CBCA	20993.40	4.20	

$$R = \frac{QxL}{bxh^2}$$

DONDE

- R = módulo de rotura [Mpa]  
 Q = carga máxima registrada [N]  
 L = luz entre apoyos [cm]  
 b = ancho medio de la probeta [cm]  
 h = altura media de la probeta [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron ensayadas por el solicitante en el laboratorio.

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
 Genor Hamilton Villanueva Vásquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO







## ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 334.003, ASTM C78, MTC E 709)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CÚBICO DE CONCRETO – 14 DÍAS.

Tabla 1.1: Dimensionamiento de Vigas

VIGA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
V-01 - 2% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-02 - 2% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-03 - 2% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00

Resultados obtenidos del ensayo:

VIGA	Carga Max. (N)	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
V-01 - 2% CBCA	19423.80	3.88	3.89
V-02 - 2% CBCA	19178.55	3.84	
V-03 - 2% CBCA	19718.10	3.94	

$$R = \frac{QxL}{bxh^2}$$

DONDE


- R = módulo de rotura [Mpa]  
 Q = carga máxima registrada [N]  
 L = luz entre apoyos [cm]  
 b = ancho medio de la probeta [cm]  
 h = altura media de la probeta [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron ensayadas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe

## ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 334.003, ASTM C78, MTC E 709)

**TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTÍN 2018"  
**TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA  
**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN  
**LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTÍN  
**UNIDAD** : TESTIGO CÚBICO DE CONCRETO – 28 DÍAS.

Tabla 1.1: Dimensionamiento de Vigas

VIGA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
V-01 - 2% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-02 - 2% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-03 - 2% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00

Resultados obtenidos del ensayo:

VIGA	Carga Max. (N)	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
V-01 - 2% CBCA	18933.30	3.79	3.66
V-02 - 2% CBCA	17854.20	3.57	
V-03 - 2% CBCA	18050.40	3.61	

$$R = \frac{QxL}{bxh^2}$$

DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]

Q = carga máxima registrada [N]

L = luz entre apoyos [cm]

b = ancho medio de la probeta [cm]

h = altura media de la probeta [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron ensayadas por el solicitante en el laboratorio.



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru

@ucv\_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



## ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 334.003, ASTM C78, MTC E 709)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CÚBICO DE CONCRETO – 7 DÍAS.

Tabla 1.1: Dimensionamiento de Vigas

VIGA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
V-01 – 4% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-02 - 4% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-03 - 4% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00

Resultados obtenidos del ensayo:

VIGA	Carga Max. (N)	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
V-01 - 4% CBCA	22857.30	4.51	4.51
V-02 - 4% CBCA	21778.20	4.30	
V-03 - 4% CBCA	23936.40	4.72	

$$R = \frac{Q \times L}{b \times h^2}$$

DONDE


- R = módulo de rotura [Mpa]  
 Q = carga máxima registrada [N]  
 L = luz entre apoyos [cm]  
 b = ancho medio de la probeta [cm]  
 h = altura media de la probeta [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron ensayadas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villandeva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO







## ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 334.003, ASTM C78, MTC E 709)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CÚBICO DE CONCRETO – 14 DÍAS.

Tabla 1.1: Dimensionamiento de Vigas

VIGA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
V-01 - 4% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-02 - 4% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-03 - 4% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00

Resultados obtenidos del ensayo:

VIGA	Carga Max. (N)	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
V-01 - 4% CBCA	20110.50	3.97	4.02
V-02 - 4% CBCA	19914.30	3.93	
V-03 - 4% CBCA	21091.50	4.16	

$$R = \frac{QxL}{bxh^2}$$


**DONDE**

- R = módulo de rotura [Mpa]  
 Q = carga máxima registrada [N]  
 L = luz entre apoyos [cm]  
 b = ancho medio de la probeta [cm]  
 h = altura media de la probeta [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron ensayadas por el solicitante en el laboratorio.

  
 Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
 Roger Hamilton Villanueva Vásquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000





## ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 334.003, ASTM C78, MTC E 709)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CÚBICO DE CONCRETO – 28 DÍAS.

Tabla 1.1: Dimensionamiento de Vigas

VIGA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
V-01 - 4% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-02 - 4% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-03 - 4% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00

Resultados obtenidos del ensayo:

VIGA	Carga Max. (N)	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
V-01 - 4% CBCA	18442.80	3.64	3.64
V-02 - 4% CBCA	17363.70	3.43	
V-03 - 4% CBCA	19521.90	3.85	

$$R = \frac{QxL}{bxh^2}$$

**DONDE**

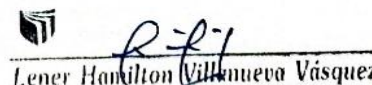
- R = módulo de rotura [Mpa]  
 Q = carga máxima registrada [N]  
 L = luz entre apoyos [cm]  
 b = ancho medio de la probeta [cm]  
 h = altura media de la probeta [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron ensayadas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Frika Magaly Mozo Castañeda**  
 Docente de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hankilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO





## ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 334.003, ASTM C78, MTC E 709)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CÚBICO DE CONCRETO – 7 DÍAS.

Tabla 1.1: Dimensionamiento de Vigas

VIGA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
V-01 – 6% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-02 – 6% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-03 – 6% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00

Resultados obtenidos del ensayo:

VIGA	Carga Max. (N)	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
V-01 - 6% CBCA	23838.30	4.70	4.70
V-02 - 6% CBCA	22759.20	4.49	
V-03 - 6% CBCA	24917.40	4.92	

$$R = \frac{QxL}{bxh^2}$$

DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]

Q = carga máxima registrada [N]

L = luz entre apoyos [cm]

b = ancho medio de la probeta [cm]

h = altura media de la probeta [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron ensayadas por el solicitante en el laboratorio.



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Gener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





## ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 334.003, ASTM C78, MTC E 709)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CÚBICO DE CONCRETO – 14 DÍAS.

Tabla 1.1: Dimensionamiento de Vigas

VIGA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
V-01 - 6% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-02 - 6% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-03 - 6% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00

Resultados obtenidos del ensayo:

VIGA	Carga Max. (N)	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
V-01 - 6% CBCA	27566.10	5.44	5.48
V-02 - 6% CBCA	28939.50	5.71	
V-03 - 6% CBCA	26869.59	5.30	

$$R = \frac{QxL}{bxh^2}$$

DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]

Q = carga máxima registrada [N]

L = luz entre apoyos [cm]

b = ancho medio de la probeta [cm]

h = altura media de la probeta [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron ensayadas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hanilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



## ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 334.003, ASTM C78, MTC E 709)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CÚBICO DE CONCRETO – 28 DÍAS.

Tabla 1.1: Dimensionamiento de Vigas

VIGA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
V-01 – 6% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-02 – 6% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-03 – 6% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00

Resultados obtenidos del ensayo:

VIGA	Carga Max. (N)	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
V-01 - 6% CBCA	31392.00	6.20	6.20
V-02 - 6% CBCA	30312.90	5.98	
V-03 - 6% CBCA	32471.10	6.41	

$$R = \frac{Q \times L}{b \times h^2}$$

DONDE

- R = módulo de rotura [Mpa]  
 Q = carga máxima registrada [N]  
 L = luz entre apoyos [cm]  
 b = ancho medio de la probeta [cm]  
 h = altura media de la probeta [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron ensayadas por el solicitante en el laboratorio.



Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Genar Hanilton Villanueva Vásquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



## ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 334.003, ASTM C78, MTC E 709)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CÚBICO DE CONCRETO – 7 DÍAS.

Tabla 1.1: Dimensionamiento de Vigas

VIGA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
V-01 – 8% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-02 - 8% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-03 - 8% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00

Resultados obtenidos del ensayo:

VIGA	Carga Max. (N)	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
V-01 - 8% CBCA	20699.10	4.09	4.09
V-02 - 8% CBCA	19620.00	3.87	
V-03 - 8% CBCA	21778.20	4.30	

$$R = \frac{QxL}{bxh^2}$$

DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]

Q = carga máxima registrada [N]

L = luz entre apoyos [cm]

b = ancho medio de la probeta [cm]

h = altura media de la probeta [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron ensayadas por el solicitante en el laboratorio.



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Mg. Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)





## ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 334.003, ASTM C78, MTC E 709)

**TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"

**TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN

**UNIDAD** : TESTIGO CÚBICO DE CONCRETO – 14 DÍAS.

Tabla 1.1: Dimensionamiento de Vigas

VIGA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
V-01 – 8% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-02 – 8% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-03 – 8% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00

Resultados obtenidos del ensayo:

VIGA	Carga Max. (N)	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
V-01 - 8% CBCA	25015.50	4.94	4.94
V-02 - 8% CBCA	23936.40	3.72	
V-03 - 8% CBCA	26094.60	5.15	

$$R = \frac{QxL}{bxh^2}$$

**DONDE**

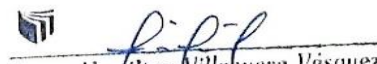
R = módulo de rotura [Mpa]  
 Q = carga máxima registrada [N]  
 L = luz entre apoyos [cm]  
 b = ancho medio de la probeta [cm]  
 h = altura media de la probeta [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron ensayadas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villaqueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe





## ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 334.003, ASTM C78, MTC E 709)

- TESIS : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
- LUGAR : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD : TESTIGO CÚBICO DE CONCRETO – 28 DÍAS.

Tabla 1.1: Dimensionamiento de Vigas

VIGA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
V-01 – 8% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-02 – 8% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-03 – 8% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00

Resultados obtenidos del ensayo:

VIGA	Carga Max. (N)	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
V-01 - 8% CBCA	28154.70	5.56	5.55
V-02 - 8% CBCA	27075.60	5.34	
V-03 - 8% CBCA	29135.70	5.75	

$$R = \frac{QxL}{bxh^2}$$

DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]

Q = carga máxima registrada [N]

L = luz entre apoyos [cm]

b = ancho medio de la probeta [cm]

h = altura media de la probeta [cm]

Nota:

Las muestras fueron ensayadas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
Gener Hamilton Villanueva Vásquez  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



## ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 334.003, ASTM C78, MTC E 709)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CÚBICO DE CONCRETO – 7 DÍAS.

Tabla 1.1: Dimensionamiento de Vigas

VIGA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
V-01 – 10% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-02 - 10% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-03 - 10% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00

Resultados obtenidos del ensayo:

VIGA	Carga Max. (N)	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
V-01 - 10% CBCA	19718.10	3.89	3.89
V-02 - 10% CBCA	18639.00	3.68	
V-03 - 10% CBCA	20797.20	4.10	

$$R = \frac{QxL}{bxh^2}$$

DONDE


- R = módulo de rotura [Mpa]  
 Q = carga máxima registrada [N]  
 L = luz entre apoyos [cm]  
 b = ancho medio de la probeta [cm]  
 h = altura media de la probeta [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron ensayadas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
 Lener Hamilton Villanueva Vásquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



## ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 334.003, ASTM C78, MTC E 709)

**TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"

**TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN

**UNIDAD** : TESTIGO CÚBICO DE CONCRETO – 14 DÍAS.

Tabla 1.1: Dimensionamiento de Vigas

VIGA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
V-01 – 10% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-02 - 10% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-03 - 10% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00

Resultados obtenidos del ensayo:

VIGA	Carga Max. (N)	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
V-01 - 10% CBCA	18737.10	3.70	3.60
V-02 - 10% CBCA	18148.50	3.58	
V-03 - 10% CBCA	17854.20	3.52	

$$R = \frac{QxL}{bxh^2}$$

DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]  
 Q = carga máxima registrada [N]  
 L = luz entre apoyos [cm]  
 b = ancho medio de la probeta [cm]  
 h = altura media de la probeta [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron ensayadas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villalobos Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe





## ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 334.003, ASTM C78, MTC E 709)

- TESIS** : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  PARA PAVIMENTO, ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR, MOYOBAMBA, SAN MARTIN 2018"
- TESISTA** : ROYDER RODAS MENDOZA – MARIANELLY DEL PILAR HERNÁNDEZ HUARIPATA
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE MOYOBAMBA – PROV. DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN
- UNIDAD** : TESTIGO CÚBICO DE CONCRETO – 28 DÍAS.

Tabla 1.1: Dimensionamiento de Vigas

VIGA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
V-01 – 10% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-02 - 10% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00
V-03 - 10% CBCA	50.00	15.00	15.00	45.00

Resultados obtenidos del ensayo:

VIGA	Carga Max. (N)	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
V-01 - 10% CBCA	16971.30	3.35	3.34
V-02 - 10% CBCA	16578.90	3.27	
V-03 - 10% CBCA	17167.50	3.39	

$$R = \frac{Q \times L}{b \times h^2}$$

DONDE

- R = módulo de rotura [Mpa]  
 Q = carga máxima registrada [N]  
 L = luz entre apoyos [cm]  
 b = ancho medio de la probeta [cm]  
 h = altura media de la probeta [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron ensayadas por el solicitante en el laboratorio.



CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

**Mga. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe

### **Título de la tesis:**

“Determinación de las propiedades mecánicas del concreto  $F'c = 210kg/cm^2$  para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018.”

## **I. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS:**

### **1.1. Recursos y presupuesto:**

#### **1.1.1. Recursos humanos:**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Alumnos	Unidad	2.00	0.00	0.00
Asesor metodológico	Unidad	1.00	1000.00	1000.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 1,000.00</b>

#### **1.1.2. Bienes:**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Laptop	und	2.00	0.00	0.00
Cámara Digital	und	1.00	0.00	0.00
Útiles de escritorio	glb	1.00	200.00	200.00
Cemento tipo I	bls	9.00	24.00	216.00
Arena	m3	0.50	60.00	30.00
Piedra chancada de 1/2"	m3	1.00	50.00	50.00
Agua	lt	219.00	0.00	0.00
Bağazo de caña de azúcar	glb	1.00	0.00	0.00
Homo	glb	1.00	600.00	600.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 1,096.00</b>

### 1.1.3. Servicios:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Laboratorio de suelos	g/b	1.00	3240.00	3240.00
Mezcladora de concreto eléctrica	hm	1.00	0.00	0.00
Fotocopias	Unidad	1000.00	0.10	100.00
Anillados	Unidad	15.00	3.00	45.00
Impresiones	Unidad	1000.00	0.50	500.00
Moldes cilíndricos	Unidad	18.00	5.00	90.00
Moldes para vigas	Unidad	54.00	15.00	810.00
Furgoneta	Hora	6.00	20.00	120.00
Internet	g/b	1.00	30.00	90.00
Movilidad	g/b	5.00	140.00	700.00
Otros	Unidad	1.00	1000.00	1000.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 6,695.00</b>

### 1.1.4. Resumen:

DESCRIPCIÓN	TOTAL
Recursos Humanos	1,000.00
Bienes	1,096.00
Servicios	6,695.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 8,791.00</b>



## Norma ASTM 618 (AMERICAN Society for Testing and Materils) Método normalizado para la determinación de la Clasificación de Cenizas volantes.

### Definición

**La primera norma Europea para materiales de construcción (EN450)** define las cenizas volantes como granos de polvo que se componen principalmente de partículas vítreas esféricas, producidas durante la combustión de carbón.

Las cenizas volantes están constituidas fundamentalmente por partículas vítreas, esféricas o redondeadas, de granulometría muy fina y con composición química muy similar a la de la materia mineral del carbón, de la que procede. Así pues, sus componentes principales son sílice, alimina, óxido férrico y cal, en diferentes proporciones según su origen. También se encuentran en la ceniza partículas irregulares y angulosas, tanto minerales como partículas de carbón inquemado (coque)

Según la **Norma de ASTM C618** (American Society for Testing and Materials), existen principalmente dos tipos de cenizas volantes:

**Clase C:** Las cenizas volantes que se consideran en este grupo presentan propiedades cementicias y puzolánicas, obtenidas de lignitos y carbones subbituminosos y que deben tener un contenido mínimo de  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$  del 50% y un máximo en cal del 20% para poder ser empleadas en hormigones.

**Clase F:** Son las cenizas volantes normalmente obtenidas en la combustión de antracitas y carbones bituminos, con un contenido mínimo de  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$  del 70% en peso y presentan también propiedades puzolánicas.

Especificaciones para las cenizas según la norma **ASTM C618 (Tab. 4.1.I.1)**

	Clase C	Clase F
$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	>50%	>70%
CaO	>10%	<10%
SO <sub>3</sub>	<5%	<5%
Álcalis disponibles como NaO <sub>2</sub>	<1,5%	<1,5%
Pérdida a la incineración (LOI)	<6%	<6%
Humedad	<3%	<3%

Tab. 4.1.1.1 Especificaciones para las cenizas según la norma ASTM C 618

Una posible clasificación, algo más explícita que la comentada, puede realizarse en base a distinguir tres tipos de ceniza volante en función de su composición: cenizas silico aluminosas, coincidentes con la Clase F ASTM, cenizas sílico-calcáreas y cenizas sulfocálcicas, estas dos últimas englobadas en la Clase C.

## **MTC E204. NTP 400.012 Método de ensayo normalizado para la determinación del análisis granulométrico de agregados gruesos y finos.**

### **1. OBJETO**

**1.1** Determinar, cuantitativamente, los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada.

**1.2** Se determina la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca del agregado, por separación a través de tamices dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura.

**1.3** La determinación exacta de materiales que pasan el tamiz de 75 mm (No. 200) no puede lograrse mediante este ensayo. El método de ensayo que se debe emplear será: "Determinación de la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200)", norma **MTC E202**.

### **2. APARATOS**

**2.1** Balanza, con sensibilidad de por lo menos 0.1% del peso de la muestra que va a ser ensayada.

**2.2** Tamices. Tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material que va a ser ensayado.

**2.3** Estufa de tamaño adecuado, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$  ( $230^{\circ} \pm 9^{\circ} \text{F}$ ).

### **3. MUESTRA**

**3.1** Las muestras para el ensayo se obtendrán por medio de cuarteo, manual o mecánico. El agregado debe estar completamente mezclado y tener la suficiente humedad para evitar la segregación y la pérdida de finos. La muestra para el ensayo debe tener la masa seca aproximada y consistir en una fracción completa de la operación de cuarteo. No está permitido seleccionar la muestra a un peso exacto determinado.

**3.2** Agregado fino. Las muestras de agregado fino para el análisis granulométrico, después de secadas, deberán tener aproximadamente los siguientes pesos:

- Agregados en que por lo menos el 95% pasa el tamiz de 8.36 mm (No. 8) ..... 100 gr.
- Agregados en que por lo menos el 85% pasa el tamiz de 4.75 mm (No. 4), y más del 5% queda retenido en el tamiz de 2.36 mm (No. 8)..... 500 gr.

**3.3** Agregado grueso. Las muestras de agregado grueso para el análisis granulométrico, después de secadas, deberán tener aproximadamente los siguientes pesos:

Máximo tamaño nominal con aberturas cuadradas		Peso mínimo de la muestra de ensayo
Mm	(Pulg)	kg
9.5	( <sup>3</sup> / <sub>8</sub> )	1
12.5	( <sup>1</sup> / <sub>2</sub> )	2
19.0	( <sup>3</sup> / <sub>4</sub> )	5
25.0	(1)	10
37.5	(1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> )	15
50.0	(2)	20
63.0	(2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> )	35
75.0	(3)	60
90.0	(3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> )	100
100.0	(4)	150
112.0	(4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> )	200
125.0	(5)	300
150.0	(6)	500

**3.4** Para mezclas de agregados gruesos y finos, la muestra será separada en dos tamaños, por el tamiz de 4.75 mm (No. 4) y preparada de acuerdo con los numerales 4.3 y 4.2, respectivamente.

**3.5** La cantidad de material que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200), se puede determinar por el método de ensayo **MTC E202**. (Determinación de la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200)).

## 4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

**4.1** Séquese la muestra a una temperatura de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $230^{\circ} \pm 9^{\circ}\text{F}$ ), hasta obtener peso constante.

**Nota 1.** Cuando se deseen resultados rápidos, no es necesario secar el agregado grueso para este ensayo, debido a que el resultado se afecta poco por el contenido de humedad a menos que:

- a) El tamaño máximo nominal sea menor de 12.5 mm ( $\frac{1}{2}$ )
- b) El agregado grueso tenga una cantidad apreciable de finos menores de 4.75 mm (No. 4).
- c) El agregado grueso sea altamente absorbente (por ejemplo un agregado ligero).

También las muestras pueden secarse con las más altas temperaturas asociadas con el uso de planchas de calentamiento, sin que se afecten los resultados, pues se permiten escapes de vapores que no generan presiones suficientes para fracturar las partículas, ni temperaturas tan altas que causen rompimiento químico de los agregados.

## 5. PROCEDIMIENTO

**5.1** Selecciónese un grupo de tamices de tamaños adecuados para cumplir con las especificaciones del material que se va a ensayar. Colóquense los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura. Efectúese la operación de tamizado a mano o por medio de un tamizador mecánico, durante un período adecuado.

**5.2** Limítese la cantidad de material en un tamiz dado, de tal forma que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar las aberturas del tamiz varias veces durante la operación del tamizado.

El peso retenido en tamices menores al de 4.75 mm (No. 4) cuando se complete la operación de tamizado, no debe ser mayor de 6 kg/m<sup>2</sup> de superficie tamizada

Para tamices de 4.75 mm (No. 4) y mayores, el peso en kg/m<sup>2</sup> por superficie de tamizado no excederá el producto de 2.5 x abertura del tamiz (mm).

En ningún caso, el peso debe ser tan grande que cause deformación permanente en la malla del tamiz.

**Nota 2.** La cantidad de 6 kg/m<sup>2</sup> equivale a 194 g para el diámetro usual de 203 mm (8") de los marcos de los tamices. La cantidad de material en un tamiz puede regularse por:

- a) La introducción de un tamiz con abertura más grande antes éste.
- b) Probando la muestra en un número de incrementos.

**5.3** Continúese el tamizado por un período suficiente, de tal forma que después de terminado, no pase más del 1% de la cantidad en peso retenida en cada tamiz, durante un (1) minuto de tamizado continuo a mano, realizado de la siguiente manera: tómese individualmente cada tamiz, con su tapa y un fondo que ajuste sin holgura, con la mano en una posición ligeramente inclinada. Se golpea secamente el lado del tamiz, con un movimiento hacia arriba contra la palma de la otra mano, a razón de 150 veces por minuto, girando el tamiz aproximadamente 1/6 de vuelta en cada intervalo de 25 golpes. Se considerará satisfactorio el tamizado para tamaños mayores al tamiz de 4.75 mm (No. 4), cuando el total de las partículas del material sobre la malla forme una sola capa. Si el tamaño de los tamices hace impracticable el movimiento de tamizado recomendado, utilídense tamices de 203 mm (8") de diámetro para comprobar la eficiencia del tamizado.

**5.4** En el caso de mezclas de agregados gruesos y finos, la porción de muestra más fina que el tamiz de 4.75 mm (No. 4) puede distribuirse entre dos o más grupos de tamices para prevenir sobrecarga de los tamices individuales.

**5.5** Para partículas mayores de 75 mm (3"), el tamizado debe realizarse a mano, determinando la abertura del tamiz más pequeño por el que pasa la partícula.

Comiencese el ensayo con el tamiz más pequeño que va a ser usado. Rótense las partículas si es necesario, con el fin de determinar si ellas pasarán a través de dicho tamiz; sin embargo, no deberán forzarse las partículas para que pasen a través de éste. Cuando sea necesario determinar la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200), se ensayará primero la muestra de acuerdo con la norma citada. Se añade el porcentaje de material más fino que el tamiz de 75 mm (No. 200) determinado por el mencionado método, al porcentaje tamizado sobre este mismo tamiz, determinado en el resto de la muestra, cuando se ensaye en seco mediante el presente método.

**5.6** Determínese el peso de la muestra retenido en cada tamiz, con una balanza que cumpla lo exigido en el **numeral 2.1**.

El peso total del material después del tamizado, debe ser comparado con el peso original de la muestra que se ensayó. Si la cantidad difiere en más del 0.3%, basado en el peso de la muestra original seca, el resultado no debe ser aceptado.

## **6. CÁLCULOS**

**6.1** Calcúlese el porcentaje que pasa, el porcentaje total retenido, o el porcentaje de las fracciones de varios tamaños, con una aproximación de 0.1%, con base en el peso total de la muestra inicial seca.



**6.2** Si la muestra fue primero ensayada por el método MTC E202, inclúyase el peso del material más fino que el tamiz de 75 mm (No. 200) por lavado en los cálculos de tamizado, y úsese el total del peso de la muestra seca previamente lavada en el método mencionado, como base para calcular todos los porcentajes.

## **7. INFORME**

**7.1** Dependiendo de las especificaciones para uso del material que está siendo ensayado, el informe deberá incluir:

- Porcentaje total de material que pasa cada tamiz, o
- Porcentaje total de material retenido en cada tamiz, o
- Porcentaje de material retenido entre dos tamices consecutivos.

**7.2** El resultado de los porcentajes se expresa redondeando al entero más próximo, con excepción del porcentaje que pasa tamiz de 75 mm (No. 200), cuyo resultado será expresado con una aproximación de 0.1%.

## **8. REFERENCIAS NORMATIVAS**

ASTM	C 136
AASHTO	T27

## **MTC E205. NTP 400.022 Método de ensayo normalizado para la determinación del peso unitario y de vacíos de los agregados.**

### **1. OBJETO**

**1.1** Establecer el método para determinar el peso unitario y el porcentaje de los vacíos de los agregados, ya sean finos, gruesos o una mezcla de ambos.

### **2. DEFINICIONES**

**2.1** Balanza. Debe medir con una exactitud de 0.1% con respecto al material usado.

**2.2** Varilla compactadora, de acero, cilíndrica, de 16 mm (5/8") de diámetro, con una longitud aproximada de 600 mm (24"). Un extremo debe ser semiesférico y de 8 mm de radio (5/16").

**2.3** Recipientes de medida, metálicos, cilíndricos, preferiblemente provistos de agarraderas, a prueba de agua, con el fondo y borde superior pulidos, planos y suficientemente rígidos, para no deformarse bajo duras condiciones de trabajo. Los recipientes de 15 a 30 litros deben ir reforzados en su boca con una banda de acero de 40 mm de ancho. La capacidad del recipiente utilizado en el ensayo, depende del tamaño máximo de las partículas del agregado que se va a medir.

Las dimensiones de los recipientes deben cumplir con las de la Tabla 1, puesta al final de la presente norma.

### **3. PESO UNITARIO DEL AGREGADO COMPACTADO**

**3.1** Método del apisonado. Para agregados de tamaño nominal menor o igual que 39 mm (1½").

- El agregado debe colocarse en el recipiente, en tres capas de igual volumen aproximadamente, hasta colmarlo.
- Cada una de las capas se empareja con la mano y se apisona con 25 golpes de varilla, distribuidos uniformemente en cada capa, utilizando el extremo semiesférico de la varilla.

- Al apisonar la primera capa, debe evitarse que la varilla golpee el fondo del recipiente. Al apisonar las capas superiores, se aplica la fuerza necesaria para que la varilla solamente atraviese la respectiva capa.
- Una vez colmado el recipiente, se enrasa la superficie con la varilla, usándola como regla, y se determina el peso del recipiente lleno, en kg (lb).

**3.2 Método del vibrado.** Para agregados de tamaño nominal, comprendido entre 39 mm (1 ½") y 100 mm (4").

- El agregado debe colocarse en el recipiente, en tres capas de igual volumen aproximadamente, hasta colmarlo.
- Cada una de las capas se compacta del siguiente modo: se coloca el recipiente sobre una base firme y se inclina, hasta que el borde opuesto al punto de apoyo, diste unos 50 mm (2") de la base. Luego se suelta, con lo que se produce un golpe seco y se repite la operación inclinando el recipiente por el borde opuesto.
- Estos golpes alternados se ejecutan 25 veces de cada lado, de modo que el número total sea 50 para cada capa y 150 para todo el conjunto.
- Una vez compactada la última capa, se enrasa la superficie del agregado con una regla o con la mano, de modo que las partes salientes se compensen con las depresiones en relación con el plano de enrase, y se determina el peso en kg (lb) del recipiente lleno.

**3.3 Método de llenado con palas, lampas, cucharas grandes.** Para determinar el peso unitario del agregado suelto, para agregados de tamaño nominal hasta de 100 mm (4").

- Se llena el recipiente por medio de una herramienta, de modo que el agregado se descargue de una altura no mayor de 50 mm (2"), por encima del borde hasta colmarlo. Se debe tener cuidado de que no se segreguen las partículas de las cuales se compone la muestra.
- Se enrasa la superficie del agregado con una regla o con la mano, de modo que las partes salientes se compensen con las depresiones en relación con el plano de enrase y se determina el peso en kg (lb), del recipiente lleno.

## 4. VACÍOS EN LOS AGREGADOS

**4.1** Los vacíos en los agregados pueden calcularse en la siguiente forma, empleando el peso unitario obtenido mediante apisonado, vibrado o simplemente mediante el llenado a paladas (numerales 3.1, 3.2 y 3.3)

Siendo:

$$\% \text{ Vacíos} = \frac{(A \times W) - B}{A \times W}$$

A = Peso específico aparente según los procedimientos **MTC E205**.

B = Peso unitario de los agregados determinado por los procedimientos de los **numerales 3.1, 3.2 y 3.3** en  $\text{kg/m}^3$  ( $\text{lb/pie}^3$ ).

W = Peso unitario del agua,  $1000 \text{ kg/m}^3$  ( $62.4 \text{ lb/pie}^3$ )

## 5. INFORME

5.1 Infórmense los resultados obtenidos en la siguiente forma:

- Peso unitario de los agregados, o sea el cociente entre el peso de las muestras dentro del recipiente y el volumen de éste en  $\text{kg}$  ( $\text{lb}$ ).
- % Vacíos en los agregados compactados por apisonado.
- % Vacíos en los agregados compactados por vibrado.
- % Vacíos en los agregados sueltos, llenados a paladas.

## 6. PRECISIÓN

6.1 Se ha hallado que la desviación normal entre varios laboratorios, es de  $24 \text{ kg/m}^3$  ( $1.5 \text{ lb/pie}^3$ ) para tamaños nominales máximos de  $19.0 \text{ mm}$  ( $3/4"$ ) de peso normal, empleando recipientes de medida para agregados gruesos de  $15 \text{ litros}$  ( $1/2 \text{ pie}^3$ ). Por tanto, resultados de dos ensayos adecuadamente ejecutados en dos laboratorios diferentes, sobre la muestra del mismo agregado grueso, no deberán diferir en más de  $67 \text{ kg/m}^3$  ( $4.2 \text{ lb/pie}^3$ ). La desviación normal de un mismo operador se ha hallado en  $11 \text{ kg/m}^3$  ( $0.7 \text{ lb/pie}^3$ ). Por lo tanto, resultados de dos ensayos correctamente ejecutados por el mismo operador sobre la misma muestra de agregados gruesos, no deberá diferir en más de  $32 \text{ kg/m}^3$  ( $2.0 \text{ lb/pie}^3$ ).

## 7. REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM	C 29
------	------

**Tabla 1**  
**Dimensiones de los recipientes**

Volumen Litros (pies <sup>3</sup> )	Diámetro interior mm(")	Altura interior mm(")	Tamaño máximo de las partículas mm(")	Espesor de la lámina de: mm(")	
				fondo	pared
3 (1/10)	155 (6)	160 ± 2 (6.1 ± 0.11)	12.5 (1/2)	5.0 (0.2)	3.0 (0.10)
10 (1/5)	205 (8)	305 ± 2 (11.5 ± 0.1)	25 (1)	5.0 (0.2)	3.0 (0.10)
15 (1/2)	255 (10)	295 ± 2 (11.0 ± 0.1)	39 (1 1/2)	5.0 (0.2)	3.0 (0.10)
30 (1)	355 (14)	305 ± 2 (11.2 ± 0.1)	101 (4)	5.0 (0.2)	3.2 (0.10)

## **MTC E205. NTP 400.022 Método de ensayo normalizado para la determinación de la gravedad específica y absorción de agregados finos.**

### **1. OBJETO**

**1.1** Describe el procedimiento que debe seguirse para la determinación del peso específico aparente y real a 23/23 °C (73.4/73.4 °F) así como la absorción después de 24 horas de sumergidos en agua, de los agregados con tamaño inferior a 4.75 mm (tamiz No. 4).

### **2. DEFINICIONES**

**2.1** Volúmenes aparentes y nominales. En un sólido permeable, si se incluye en su volumen la parte de vacíos accesibles al agua en las condiciones que se establezcan, se define el volumen denominado "aparente"; si se excluye este volumen de vacíos, al volumen resultante se denomina "nominal".

**2.2** Peso específico aparente y nominal. En estos materiales, se define el peso específico aparente como la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen aparente y peso específico nominal a la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen nominal.

### **3. APARATOS**

**3.1** Balanza, con capacidad mínima de 1000 g y sensibilidad de 0.1 g.

**3.2** Matraz aforado o picnómetro, en el que se puede introducir la totalidad de la muestra y capaz de apreciar volúmenes con una exactitud de  $\pm 0.1 \text{ cm}^3$ . Su capacidad hasta el enrase será, como mínimo, un 50 por ciento mayor que el volumen ocupado por la muestra.

Para los tamaños de agregados más finos puede emplearse un matraz aforado de 500  $\text{cm}^3$  de capacidad, o un frasco de La Chatelier.

**3.3** Molde cónico. Un tronco de cono recto, construido con una chapa metálica de 0.8 mm de espesor como mínimo, y de  $40 \pm 3 \text{ mm}$  del diámetro interior en su base menor,  $90 \pm 3 \text{ mm}$  de diámetro interior en una base mayor y  $75 \pm 3 \text{ mm}$  de altura.

**3.4** Varilla para apisonado, metálica, recta, con un peso de  $340 \pm 15$  g y terminada por uno de sus extremos en una superficie circular plana para el apisonado, de  $25 \pm 3$  mm de diámetro.

**3.5** Bandejas de zinc, de tamaño apropiado.

**3.6** Un dispositivo que proporcione una corriente de aire caliente de velocidad moderada.

#### **4. PROCEDIMIENTO**

**4.1** Después de homogeneizar completamente la muestra y eliminar el material de tamaño superior a 4.75 mm (tamiz No. 4), se selecciona, por cuarteo, una cantidad aproximada de 1 Kg., que se seca en el horno a  $100 - 110$  °C, se enfría luego al aire a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas. Una vez fría se pesa, repitiendo el secado hasta lograr peso constante. A continuación se cubre la muestra completamente con agua y se la deja así sumergida durante  $24 \pm 4$  horas.

Cuando los pesos específicos y la absorción vayan a utilizarse en el proyecto de mezclas de concretos hidráulicos, en las que los agregados son utilizados normalmente en estado húmedo, puede prescindirse del secado previo hasta peso constante. Además, si los agregados se han mantenido previamente con su superficie continuamente mojada, se puede igualmente omitir el periodo de 24 h de inmersión.

Los valores que se obtienen para la absorción y el peso específico aparente saturado con superficie seca, pueden ser significativamente más altos si se omite el secado previo antes del periodo de inmersión, por lo cual deberá consignarse siempre en los resultados cualquier alteración introducida en el proceso general.

**4.2** Después del período de inmersión, se decanta cuidadosamente el agua para evitar la pérdida de finos y se extiende la muestra sobre una bandeja, comenzando la operación de desecar la superficie de las partículas, dirigiendo sobre ella una corriente moderada de aire caliente, mientras se agita continuamente para que la desecación sea uniforme, y continuando el secado hasta que las partículas puedan fluir libremente.

**4.3** Para fijar este punto, cuando se empiece a observar visualmente que se está aproximando el agregado a esta condición, se sujeta firmemente el molde cónico con su diámetro mayor apoyado sobre una superficie plana no absorbente, echando en su interior a través de un embudo y sin apelmazar, una cantidad de muestra suficiente, que se apisona ligeramente con 25 golpes de la varilla, levantando a continuación, con cuidado, verticalmente el molde. Si la superficie de las partículas conserva aún exceso de humedad,



el cono de agregado mantendrá su forma original, por lo que se continuará agitando y secando la muestra, realizando frecuentemente la prueba del cono hasta que se produzca un primer desmoronamiento superficial, indicativo de que finalmente ha alcanzado el agregado la condición de superficie seca. El procedimiento descrito anteriormente solamente es válido cuando el desmoronamiento superficial no se produce en la primera prueba, por la falta de seguridad en el estado de humedad superficial que ello comportaría. En este caso, deberán añadirse al agregado algunos centímetros cúbicos de agua, mezclar completamente toda la muestra y dejarla tapada para evitar la evaporación durante una media hora. A continuación se repiten de nuevo los procesos de secado y pruebas del cono, explicados en los numerales 4.2. y 4.3., hasta determinar el estado correcto de saturado con superficie seca.

**4.4** Inmediatamente, se introducen en el picnómetro previamente tarado, 500.0 g del agregado fino, preparado como se ha descrito anteriormente, y se le añade agua hasta aproximadamente un 90 por ciento de su capacidad; para eliminar el aire atrapado se rueda el picnómetro sobre una superficie plana, e incluso agitando o invirtiéndolo si es preciso, introduciéndolo seguidamente en un baño de agua a una temperatura entre 21° y 25°C durante 1 hora, transcurrida la cual se enrasa con agua a igual temperatura, se saca del baño, se seca rápidamente su superficie y se determina su peso total (picnómetro, muestra y agua), con una aproximación de 0.1 g. Pueden emplearse cantidades de muestra inferiores a los 500 g especificados en el procedimiento general (aunque nunca menos de 50 g). En los casos en que se utilice una cantidad inferior a 500 g, los límites de exactitud para las pesadas y medidas deberán reducirse en las proporciones correspondientes.

Si se desea, el peso de agua necesaria para el enrase final del picnómetro aforado puede determinarse volumétricamente con una bureta que aproxime 0.1 cm<sup>3</sup>. En estos casos, el peso total del picnómetro enrasado será:

$$C = 0.9975.Va + S + M$$

en la cual:

C = Peso total del picnómetro con muestra y agua hasta el enrase, en gramos.

S = Peso de la muestra saturada, con superficie seca, en gramos.

Va = Volumen de agua añadida, en cm<sup>3</sup>

.M = Peso del picnómetro vacío, en gramos.

Tomándose el valor 0.9975 como promedio del peso específico del agua en el intervalo de temperaturas utilizado.

**4.5** Se saca el agregado fino del matraz y se deseca en el horno a 100 - 110 °C, hasta peso constante; se enfría al aire a temperatura ambiente durante 1 a 1-½ horas y se determina finalmente su peso seco.

**4.6** Si no se conoce, se determinará el peso del picnómetro aforado lleno de agua hasta el enrase, sumergiéndolo en un baño de agua a la temperatura de ensayo y siguiendo en su determinación un procedimiento paralelo, respecto a tiempos de inmersión y pesadas, al descrito en el numeral 4.4.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Llamando:

A = Peso al aire de la muestra desecada, en gramos.

B = Peso del picnómetro aforado lleno de agua, en gramos.

C = Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua, en gramos.

S = Peso de la muestra saturada, con superficie seca en g.

Se calculan los pesos específicos aparente a 23/23 °C (73.4/73.4 °F), saturado superficie seca así como la absorción, por las siguientes expresiones (se expresarán siempre las temperaturas a las cuales se hayan realizado las medidas):

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B + S - C}$$

$$\text{Peso específico aparente (S.S.S.)} = \frac{A}{B + S - C}$$

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{B + A - C}$$

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

Nota S.S.S. = Saturado con Superficie Seca.

### 5.2 Cuando se usa el frasco de Le Chatelier:

Llamando:

R1 = Lectura inicial del nivel del agua en el frasco.

R2 = Lectura final del nivel del agua en el frasco.

S1 = Peso de la muestra saturada con superficie seca empleando el frasco de Le Chatelier (g)

Se tiene:

$$\text{Peso específico aparente a } 23/23 \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{S_1 \left( 1 \left[ \frac{(S-A)}{A} \right] \right)}{0.9975 (R_2 - R_1)}$$

$$\text{Peso específico aparente (S.S.S.) a } 23/23 \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{S_1}{0.9975 (R_2 - R_1)}$$

## 6. PRECISIÓN

**6.1** Se puede aplicar el siguiente criterio para juzgar la aceptabilidad de los resultados con un 95 por ciento de probabilidad.

Los ensayos por duplicado, realizados en un mismo laboratorio sobre una misma muestra, se, considerarán satisfactorios si no difieren en más de las siguientes cantidades:

para los pesos específicos: 0.03

para la absorción (un solo operador) : 0.45

Los ensayos realizados en un mismo laboratorio sobre una misma muestra, se considerarán satisfactorios si no difieren de su valor medio en más de las siguientes cantidades:

para los pesos específicos:  $\pm 0.02$

para la absorción (un solo operador):  $\pm 0.31$

Para muestras diferentes, aún con idéntico origen, los límites de precisión pueden ser superiores.

## 7. REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM	C 128
AASHTO	T 84

## **MTC E205. NTP 400.022 Método de ensayo normalizado para la determinación de la gravedad específica y absorción de agregados finos**

### **1. OBJETO**

**1.1** Describe el procedimiento que debe seguirse para la determinación de los pesos específicos aparente y nominal, así como la absorción, después de 24 horas de sumergidos en agua, de los agregados con tamaño igual o mayor a 4.75 mm (tamiz No. 4)

### **2. DEFINICIONES**

**2.1** Volúmenes aparentes y nominales. En un sólido permeable, si se incluye en su volumen la parte de vacíos accesibles al agua en las condiciones que se establezcan, se define el volumen denominado "aparente"; si se excluye este volumen de vacíos al volumen resultante, se de denomina "nominal".

**2.2** Peso específico aparente y nominal. En estos materiales, se define el peso específico aparente como la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen aparente, y peso específico nominal a la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen nominal.

### **3. APARATOS**

**3.1** Balanzas, con capacidad igual o superior a 5000 g, según el tamaño máximo de la muestra para ensayo (véase Tabla 1), con sensibilidad de 0.5 g para pesos hasta de 5000 g, o 0.0001 veces el peso de la muestra, para pesos superiores.

**3.2** Canastillas metálicas, como recipientes para las muestras en las pesadas sumergidas. Se dispondrá de dos tipos de canastillas metálicas, de aproximadamente igual base y altura, fabricadas con armazón de suficiente rigidez y paredes de tela metálica con malla de 3 mm. Para agregados con tamaño máximo inferior a 38 mm (1 ½") se utilizarán canastillas con capacidades de 4 a 7 dm<sup>3</sup> y para tamaños superiores canastillas con capacidades de 8 a 16 dm<sup>3</sup> (litros).

**3.3** Dispositivo de suspensión. Se utilizará cualquier dispositivo que permita suspender las canastillas de la balanza, una vez sumergida.

#### 4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

4.1 Se comienza por mezclar completamente los agregados, cuarteándolos a continuación, hasta obtener aproximadamente la cantidad mínima necesaria para el ensayo, después de eliminar el material inferior a 4.75 mm. Las cantidades mínimas para ensayo se indican en la Tabla 1, en función del tamaño máximo nominal del agregado.

Tabla 1

Tamaño máximo nominal		Cantidad mínima de muestra
mm	(pulg)	kg
hasta 12.5	½	2
19.0	¾	3
25.0	1	4
37.5	1 ½	5
50.0	2	8
63.0	2 ½	12
75.0	3	18
90.0	3 ½	25

4.2 Si se desea, puede fraccionarse la muestra y ensayar separadamente cada una de las fracciones; cuando la muestra contenga más de un 15 por ciento retenido en el tamiz de 38.1 mm (1-½"), se separará entonces siempre por este tamiz al menos en dos fracciones.

Cuando se fracciona la muestra, las cantidades mínimas para ensayo de cada fracción se ajustarán, según su tamaño máximo particular, a lo indicado en la Tabla 1.

#### 5. PROCEDIMIENTO

5.1 La muestra se lava inicialmente con agua hasta eliminar completamente el polvo u otras sustancias extrañas adheridas a la superficie de las partículas; se seca a continuación en una estufa a 100° - 110 °C y se enfría al aire a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas. Una vez fría se pesa, repitiendo el secado hasta lograr peso constante, y se sumerge en agua, también a temperatura ambiente, durante 24 ± 4 horas.

Cuando se vayan a utilizar los valores de la absorción y pesos específicos en concretos hidráulicos con agregados normalmente empleados en estado húmedo, se puede prescindir del secado hasta peso constante. Además, si los agregados se han mantenido con su superficie continuamente mojada hasta el ensayo, pueden también suprimirse las 24 horas de inmersión en agua. Los valores obtenidos para la absorción y el peso específico aparente con agregados en el estado de saturados con superficie seca, pueden ser significativamente más altos si antes de mojarlos se ha omitido el secado previo indicado en el numeral 5.1, por lo cual deberá consignarse en los resultados cualquier alteración que se introduzca en el procedimiento general.

**5.2** Después del período de inmersión, se saca la muestra del agua y se secan las partículas rodándolas sobre un pifio absorbente de gran tamaño, hasta que se elimine el agua superficial visible, secando individualmente los fragmentos mayores. Se tomarán las precauciones necesarias para evitar cualquier evaporación de la superficie de los agregados. A continuación, se determina el peso de la muestra en el estado de saturada con superficie seca (S.S.S.). Estas y todas las pesadas subsiguientes se realizarán con una aproximación de 0.5 g para pesos hasta 5000 g y de 0.0001 veces el peso de la muestra para pesos superiores.

**5.3** A continuación, se coloca la muestra en el interior de la canastilla metálica y se determina su peso sumergida en el agua, a la temperatura entre 21° y 25 °C y un peso unitario de  $0.997 \pm 0.002$  g/cm<sup>3</sup>. Se tomarán las precauciones necesarias para evitar la inclusión de aire en la muestra sumergida, agitando convenientemente. La canastilla y la muestra deberán quedar completamente sumergidas durante la pesada y el hilo de suspensión será lo más delgado posible para que su inmersión no afecte a las pesadas.

**5.4** Se seca entonces la muestra en horno a 100° - 110 °C, se enfría al aire a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas y se determina su peso seco hasta peso constante.

## **6. RESULTADOS**

### **6.1** Llamando:

A = Peso en el aire de la muestra seca en gramos

B = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.

Se calculan los pesos específicos aparente, saturado con superficie seca y nominal así como la absorción, por medio de las siguientes expresiones:



$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B - C}$$

$$\text{Peso específico aparente (S.S.S.)} = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{A - C}$$

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

Nota S.S.S. = Saturado con Superficie Seca.

Se expresarán siempre las temperaturas a las que se hayan determinado los pesos.

**6.2** Cuando se divide la muestra total para ensayo en fracciones más pequeñas como se indica en el **numeral 4.2**, se ensayarán por separado cada una de las fracciones, calculándose sus respectivos pesos específicos y absorción a partir de las expresiones del **numeral 6.1**.

Para obtener el verdadero valor, tanto del peso específico como de la absorción, correspondientes a la mezcla total (n fracciones), se aplican las expresiones:

$$G_{pr} = \frac{1}{\frac{P_1}{100 G_1} + \frac{P_2}{100 G_2} + \frac{P_n}{100 G_n}}$$

$$A = \frac{P_1 A_1}{100} + \frac{P_2 A_2}{100} + \frac{P_n A_n}{100}$$

Donde:

$P_1, P_2, \dots, P_n$  = Porcentajes respectivos del peso de cada fracción con respecto al peso total de la muestra.

$G_1, G_2, \dots, G_n$  = Pesos específicos (aparente, saturado con superficie seca o real, el que se esté calculando) de cada fracción de la muestra total.

$A_1, A_2, \dots, A_n$  = Porcentajes de absorción de cada fracción de la muestra total.

$G_{pr}$  = Verdadero valor del peso específico correspondiente (aparente, saturado superficie seca o real) a la muestra total.

$A$  = Valor del porcentaje de absorción de la muestra total.

## 7. PRECISIÓN

**7.1** Puede seguirse el siguiente criterio para juzgar la aceptabilidad de los resultados con un 95 % de probabilidad.

Los ensayos por duplicado realizados en un mismo laboratorio sobre una misma muestra, se considerarán satisfactorios si no difieren en más de las siguientes cantidades:

para los pesos específicos 0.01

para la absorción 0.13

Los ensayos realizados en un mismo laboratorio sobre una misma muestra, se considerarán satisfactorios si no difieren de su valor medio en más de las siguientes cantidades:

para los pesos específicos  $\pm 0.01$

para la absorción  $\pm 0.09$

Para muestras diferentes, aún con idéntico origen, los límites de precisión deberán ser superiores.

## 8. REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM	C127
AASHTO	T85

## **MTC E 704. NTP 339.034 HORMIGON (CONCRETO), Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.**

### **1. OBJETO**

**1.1** Determina la resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto, para concretos con pesos unitarios superiores a 800 kg/m<sup>3</sup> (50 lb/pie<sup>3</sup>).

**1.2** Consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

### **2. USO Y SIGNIFICADO**

**2.1** Los resultados pueden usarse como control de calidad para el proporcionamiento, mezcla y operaciones de colocación del concreto; para el cumplimiento de especificaciones, y como control para evaluar la efectividad de las mezclas y otros usos similares.

### **3. APARATOS**

**3.1** Máquina de ensayo, Debe ser de un tipo tal que tenga suficiente capacidad de carga y que reúna las condiciones de velocidad descritas en el **numeral 5.5**.

La verificación de la calibración de la máquina de ensayo estará de acuerdo con la norma correspondiente, "Ensayo normalizado para la verificación de la carga de las máquinas de Ensayo".

Debe operar mecánicamente y aplicar la carga de una manera continua y no en forma intermitente, y sin choques.

Precisión. La precisión de la máquina de ensayo, determinada con un elemento de calibración elástico, debe cumplir con los siguientes requisitos:

**a)** El porcentaje de error de las cargas dentro del rango propuesto para la máquina, no excederá del  $\pm 1.0\%$  de la carga indicada.

**b)** La precisión de la máquina de ensayo debe verificarse aplicando cinco (5) cargas de ensayo en cuatro (4) incrementos aproximadamente iguales en orden ascendente. La

diferencia entre dos cargas sucesivas cualesquiera no excederá en más de un tercio de la diferencia entre la máxima y la mínima carga de ensayo.

c) La carga del ensayo tal y como se indica por la máquina de ensayo y la carga aplicada calculada a partir de las lecturas de los elementos de verificación, deben registrarse en cada punto de ensayo. Calcule el error, E, y el porcentaje de error, Ep, para cada punto de esta forma:

$$\mathbf{E = A - B}$$
$$\mathbf{Ep = 100 (A - B) / B}$$

Donde:

A = Carga, N (o lbf) indicada por la máquina que está siendo verificada.

B = Carga aplicada, N (o lbf) determinada por el elemento de calibración.

d) En ningún caso el rango de carga debe establecerse incluyendo valores por fuera del rango de cargas que se aplicaron durante el ensayo de verificación.

e) La carga indicada por la máquina de ensayo no debe corregirse ni mediante cálculos, ni mediante el uso de diagramas de calibración para obtener valores dentro de la variación permisible requerida.

**3.2** La máquina de ensayo debe estar equipada con dos bloques de carga, de acero con caras endurecidas (**Nota 1**), uno de los cuales es un bloque con rotula el cual descansa sobre la superficie superior de la muestra, y el otro un bloque sólido sobre el cual se colocará el espécimen.

Las superficies de los bloques que están en contacto con el espécimen deben tener una dimensión al menos 3% mayor que el diámetro del espécimen ensayado. Excepto para los círculos concéntricos descritos a continuación, las caras de carga no deben separarse del plano en más de 0.025 mm en cualquiera de los 152 mm de los bloques de 15.2 mm de diámetro o mayores, o por más de 0.025 mm en cualquier bloque con diámetro más pequeño los bloques nuevos deben fabricarse con la mitad de estas tolerancias.

Cuando el diámetro de la cara de carga con rotula exceda el diámetro del espécimen en más de 13 mm, deben inscribirse círculos concéntricos con una profundidad no mayor de 1.0 mm y un ancho no mayor a 1.0 mm (3/64") para facilitar el centrado.

**Nota 1.** La dureza "Rockwell" de las caras de los bloques de carga utilizados para este ensayo no debe ser menor a 55 HPC.

El bloque inferior de carga debe cumplir los siguientes requisitos:

- Debe ser adecuado para proveer una superficie maquinada que cumpla con los requerimientos anteriormente indicados (**Nota 2**). Las superficies superiores e inferiores deben ser paralelas una a la otra. El bloque debe poder asegurarse a la platina de la máquina de ensayo. Su dimensión horizontal menor debe ser al menos 3% mayor que el diámetro del espécimen ensayado. Los círculos concéntricos que se describen en el **numeral 3.2** son opcionales.

- Se hará un centrado final con respecto al bloque superior cuando se use el bloque inferior para ayudar al centrado del espécimen. El centro de los anillos, cuando estos existan, o el centro del bloque mismo debe estar directamente debajo del centro de la rótula.
- El bloque de carga inferior debe tener al menos 25 mm (1") de espesor cuando sea nuevo, y al menos 22.5 mm (0.9") después de cualquier operación de afinado de la superficie.

**Nota 2.** Si la máquina de ensayo está diseñada de tal forma que la misma plataforma pueda mantenerse con su superficie en las condiciones específicas, no se requerirá un bloque inferior.

El bloque de carga con rotula debe cumplir los siguientes requisitos:

- El diámetro máximo de la cara de carga del bloque con rotula no debe exceder los valores que se dan a continuación:

Diámetro del espécimen de ensayo (mm)	Diámetro máximo de la cara de carga (mm)
51	102
76	127
102	165
152	254
203	279

**Nota 3.** Se aceptan las superficies cuadradas, siempre y cuando el diámetro máximo del círculo inscrito más grande no exceda el diámetro indicado.

- El centro de la rótula debe coincidir con el de la superficie de la cara de carga dentro de una tolerancia de  $\pm 5\%$  del radio de la rótula. El diámetro de la rótula debe ser al menos el 75% del diámetro de la muestra.
- La rótula debe ser diseñada de tal forma que el acero en el área de contacto no sufra deformaciones permanentes debido al uso, con cargas de hasta 82.7 MPa (12.000 lb/Pulg<sup>2</sup>) sobre el espécimen de prueba.
- Las superficies de la rótula deben mantenerse limpias y lubricadas con aceite de motor convencional. Después de entrar en contacto con el espécimen y de aplicar una pequeña carga inicial, debe evitarse cualquier movimiento adicional del bloque con rótula.
- Si el radio de la rótula es más pequeño que el radio del espécimen más grande, la porción de la superficie de carga que se extiende más allá de la rótula debe tener un espesor no menor que la diferencia entre el radio de la esfera y el radio del espécimen. La menor dimensión de la superficie de carga debe ser al menos igual al diámetro de la rótula (véase **Figura 1**).
- La porción móvil del bloque de carga debe sostenerse lo más segura que sea posible, pero el diseño debe ser tal que la cara de carga pueda girar libremente e inclinarse al menos 40 en cualquier dirección.

**3.3** Indicador de carga. La escala graduada del dial debe ser tal, que permita leer con una precisión del 1% de la carga total de la escala. **(Nota 4)**. La escala debe tener una línea y un número que indique el cero (0). El puntero debe tener una longitud tal que alcance las marcas indicadoras. El espesor del extremo del puntero no debe exceder la distancia libre entre las graduaciones más pequeñas. Cada dial debe estar equipado con un dispositivo de ajuste al cero, accesible desde afuera, y con un indicador apropiado para que en todo momento y hasta cuando sea reiniciado, indique con una exactitud del 1%, la carga máxima aplicada al espécimen.

**Nota 4.** La distancia más cercana razonablemente legible, se considera que es 0.5 mm a lo largo del arco descrito por el extremo del puntero.

Si la máquina de ensayo indica la carga en forma digital, el número debe ser suficientemente grande para que sea legible, con un incremento numérico igual o menor del 0.05% de la carga total de la escala y dentro del 1.0% de la carga indicada en cualquier nivel dentro del rango de valores de carga dados.

Se deben realizar los ajustes para que la aguja señale el cero verdadero cuando se encuentre con carga cero (0). Se debe proveer un indicador de carga máxima que, en todo momento, hasta cuando la máquina sea reiniciada, indique con una precisión del 1%, la carga máxima que fue aplicada al espécimen.

## **4. MUESTRAS**

**4.1** Las muestras no deben ensayarse si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro en más del 2% **(Nota 5)**.

**Nota 5.** Esto puede ocurrir cuando uno de los moldes sea dañado o deformado durante su transporte, cuando se usen moldes flexibles y estos se deformen durante el moldeo, o cuando una muestra perforada se deflece o distorsione durante el proceso de perforación.

**4.2** Ninguna de las muestras ensayadas a compresión debe separarse de la perpendicularidad del eje en más de 0.51 (equivalentes a 3 mm en 300 mm aproximadamente). El extremo de una muestra que no sea plana debe ser refrentado (capping) de acuerdo con lo indicado por la norma **MTC E703**. El diámetro usado para calcular el área de la sección transversal de la muestra debe determinarse con una precisión de 0.25 mm (0.01") promediando los dos diámetros medidos en ángulo recto uno con respecto al otro y en la mitad del espécimen.

**4.3** El número individual de testigos medidos para la determinación del diámetro promedio puede reducirse a uno por cada diez especímenes o tres especímenes por día, lo que sea mayor, si se sabe que todos los testigos han sido hechos con un único lote de moldes reutilizables que consistentemente producen especímenes de diámetro promedio

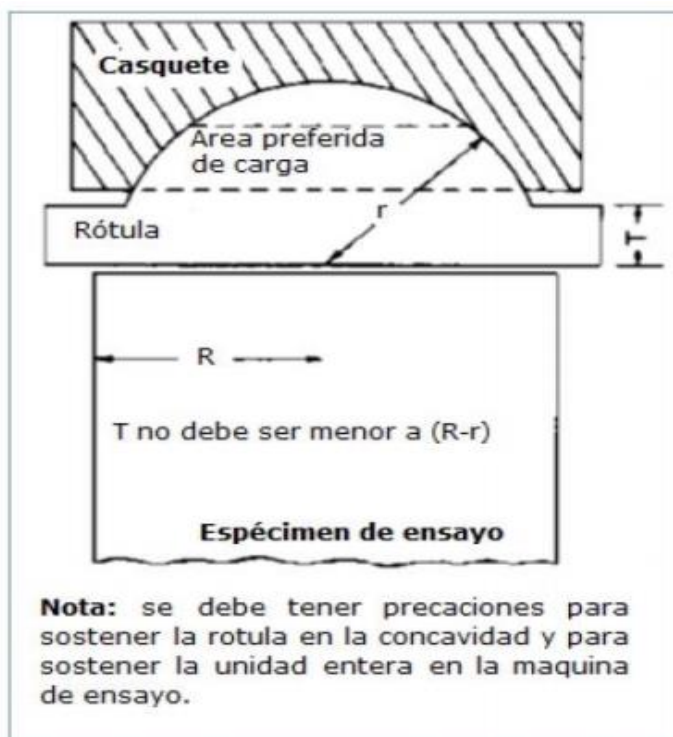


en una variación de 0.51 mm (0.02"). Cuando el diámetro promedio no cae dentro de la variación de 0.51 mm o cuando los cilindros no están hechos con un único lote de moldes, cada uno ensayado debe medirse y el valor encontrado ser usado en los cálculos de la resistencia a la compresión de cada muestra.

**4.4** La longitud debe medirse con una aproximación de 0.05 D, siendo D el diámetro del espécimen.

## 5. PROCEDIMIENTO

**5.1** El ensayo de compresión de muestras curadas en agua debe hacerse inmediatamente después de que éstas han sido removidas del lugar de curado.



**Figura 1** Dibujo esquematizado de un bloque de carga típico con rotula.

**5.2** La muestra se debe mantener húmeda utilizando cualquier método conveniente, durante el período transcurrido desde su remoción del lugar de curado hasta cuando es ensayada. Debe ensayarse en condición húmeda.

**5.3** Todos los especímenes de una edad determinada, se deben romper dentro de las tolerancias indicadas a continuación:

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 horas	□□0.5 horas o 2.1 %
3 días	2 horas o 2.8%
7 días	6 horas o 3.6%
28 días	20 horas o 3.0%
90 días	2 días o 2.2%

**5.4 Colocación de la muestra.** Colóquese el bloque de carga inferior sobre la plataforma de la máquina de ensayo, directamente debajo del bloque superior. Límpiense con un paño las superficies de los bloques superiores e inferiores y colóquese el espécimen sobre el bloque inferior.

Cúidese que el eje del espécimen quede alineado con el centro del bloque superior. El bloque con rotula debe rotarse inmediatamente antes de proceder al ensayo, para asegurar la libertad de movimiento requerida en el **numeral 3.2**.

**5.5 Velocidad de carga.** Aplíquese la carga continuamente sin golpes bruscos.

- Para las máquinas de ensayo del tipo tornillo, la cabeza móvil debe desplazarse a una velocidad de 1.3 mm/min (0.05 pulg/min) cuando la máquina está operando sin transmitir carga. Para las máquinas hidráulicamente operadas la carga debe aplicarse a una velocidad correspondiente a una tasa de aplicación de carga comprendida en el rango de 0.14 a 0.34 MPa/s (20 a 50 lb/ Pulg<sup>2</sup>-seg.). La velocidad escogida se debe mantener al menos durante la segunda mitad del ciclo de ensayo, para la fase de carga prevista.
- Durante la aplicación de la primera mitad de la fase de carga prevista, se permite una velocidad de carga mayor.

**5.6** Aplíquese la carga hasta que la muestra falle y regístrese la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo. Anótense el tipo de falla y la apariencia del concreto.

## 6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

**6.1** Calcúlese la resistencia a la compresión, dividiendo la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo, por el promedio del área de la sección transversal determinada en la forma descrita en el numeral 4.3, y expresando el resultado con una aproximación de 70 kPa (10 Psi).

**6.2** Si la relación entre la longitud del espécimen y el diámetro es menor de 1.8, corríjase el resultado obtenido en el numeral 6.1 multiplicando por el factor apropiado de los que se indican a continuación:

<b>L/D</b>	<b>1.75</b>	<b>1.50</b>	<b>1.25</b>	<b>1.00</b>
<b>Factor:</b>	<b>0.98</b>	<b>0.96</b>	<b>0.93</b>	<b>0.87</b>

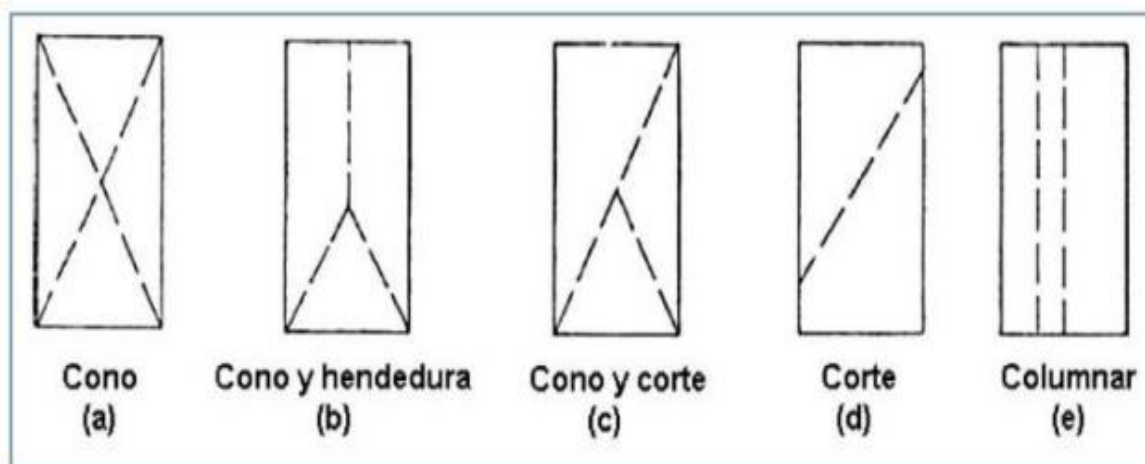
**Nota 6.** Estos factores de corrección se aplican a concretos livianos que pesen entre 1600 y 1920 kg/m<sup>3</sup>. Los valores que no se dan en la tabla se pueden obtener por interpolación. Los factores de corrección se aplican a concretos con una resistencia entre 13.8 y 41.4 kPa (2000 a 6000 Psi).

**6.3** El informe de los resultados debe incluir:

- Número de identificación.
- Diámetro y longitud (mm o pulgada).
- Área de la sección transversal (cm<sup>2</sup> o pulgada<sup>2</sup>).
- Carga máxima (N o lbf)
- Resistencia a la compresión (kPa o Psi).
- Edad del espécimen.
- Defectos en el refrentado del espécimen.

## 7. REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM	C 39
AASHTO	T22



**Figura 2.** Esquemas de los tipos de falla.

**MTC E 709. NTP 339.078 HORMIGON (CONCRETO), Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la flexión del hormigón en vigas simplemente apoyadas con cargadas en el tercio de luz.**

## **1. OBJETO**

**1.1** Establecer el procedimiento para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto, por medio del uso de una viga simple cargada en los tercios de la luz.

**1.2** El valor del módulo de rotura indicado en MPa (lb/pulg<sup>2</sup>) se considerará como el normalizado.

## **2. APARATOS**

**2.1** La máquina de ensayo deberá cumplir con los requerimientos del **Apendice 1 "Bases de verificación, correcciones e intervalos de tiempo entre verificaciones"**. No serán permitidas las máquinas de ensayo operadas a mano con bombas que no suministren una carga continua en un recorrido. Se permitirán bombas con motor u operadas a mano, con desplazamiento positivo, que tengan suficiente volumen en un golpe continuo, para completar el ensayo sin requerir una nueva carga, siempre y cuando sean capaces de aplicar las cargas a una rata uniforme, sin interrupciones o discontinuidades. El método de carga en los tercios deberá utilizarse en la realización de ensayos de flexión, empleando bloques de carga, los cuales asegurarán que las fuerzas aplicadas a la viga sean perpendiculares a la cara del espécimen y sin excentricidad. En la **Figura 1** se muestra un diagrama del aparato que cumple con este propósito.

**2.2** Todos los aparatos utilizados en el ensayo de flexión del concreto deben ser capaces de mantener la longitud especificada de la luz entre apoyos, y las distancias entre los bloques de aplicación de carga y los bloques de apoyo, constantes, con una tolerancia de  $\pm 1.3 \text{ mm}$  ( $\pm 0.05"$ ).

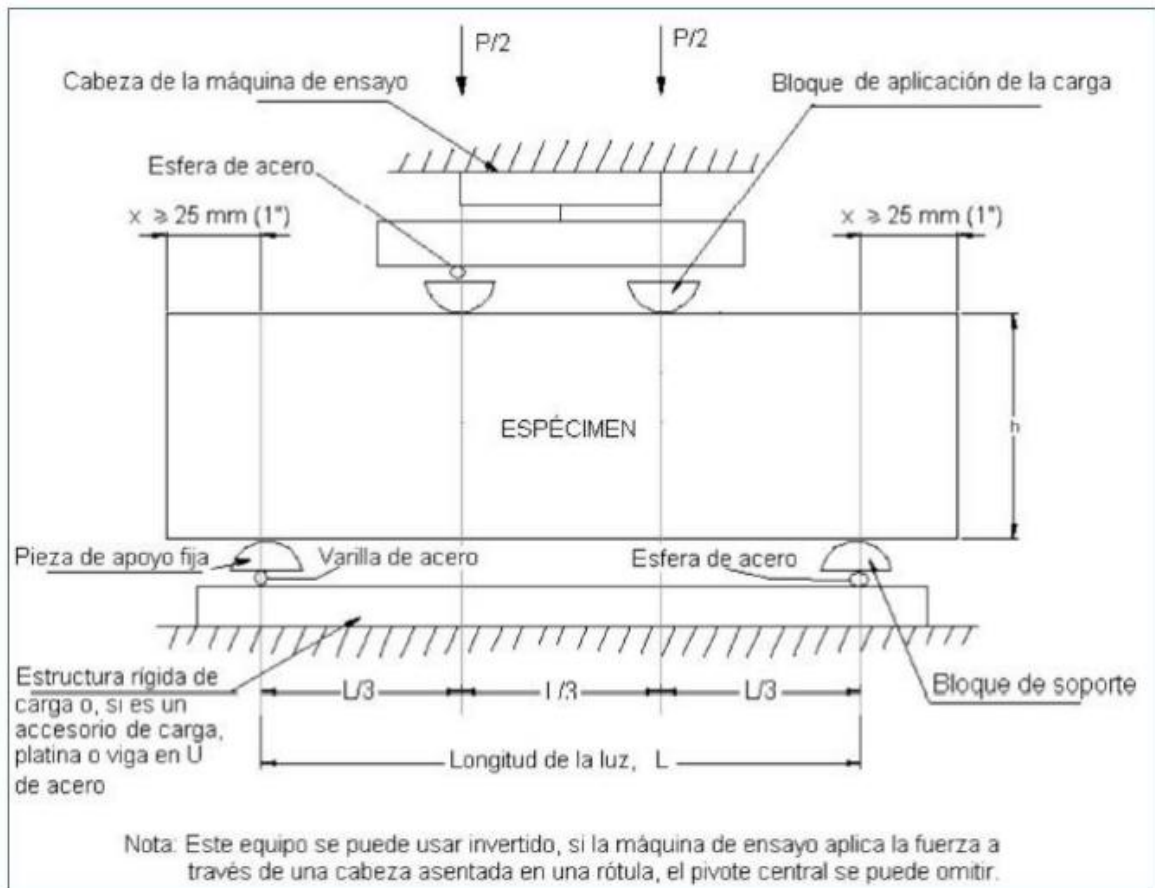
**2.3** Las reacciones deberán ser paralelas a la dirección de las fuerzas aplicadas en todo momento durante el ensayo y la relación entre las distancias del punto de aplicación de la carga a la reacción más cercana y la altura de la viga no deberá ser menor que uno (1).

**2.4** Si se usa un aparato similar al que se ilustra en la Figura 1 se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) Los bloques de aplicación de carga y de apoyo no tendrán más de 64 mm (2.5") de altura, medida desde el centro o eje del pivote, y debe extenderse completamente a través o más allá del ancho completo del espécimen.

Cada superficie endurecida de carga en contacto con la muestra no debe separarse del plano en más de 0.05 mm (0.002") y debería ser una porción de un cilindro, el eje del cual deberá coincidir con el eje de la barra o el centro de la esfera en el cual el bloque se encuentre pivotado. El ángulo sustentado por la superficie curva de cada bloque debe ser de 45° (0.79 rad), como mínimo.

b) Los bloques de aplicación de carga y de apoyo deberán mantenerse en posición vertical y en contacto con la barra o esfera por medio de tornillos cargados con resortes, que los mantienen en contacto con la barra o esfera de pivotaje.



**Figura 1.** Esquema de un equipo adecuado para el ensayo de flexión del concreto usando una viga simple cargada en los tercios de la luz.

c) El plato de carga superior y la esfera del punto central en la **Figura 1** pueden omitirse cuando se use un bloque apoyado sobre una rótula, ya que una barra y una esfera se usan como pivotes para los bloques superiores de aplicación de carga.

### 3. MUESTREO

### **3.1** Los especímenes de ensayo deben cumplir con los requerimientos de la norma **MTC E702 "Elaboración y curado de muestras de concreto en el laboratorio"**.

Las muestras deben tener una distancia libre entre apoyos de al menos tres veces su altura, con una tolerancia del 2%. Los lados de la muestra deben formar ángulos rectos con las caras superior e inferior. Todas las superficies en contacto con los bloques de aplicación de carga y de soporte deben ser suaves y libres de grietas, indentaciones, agujeros o inscripciones.

## **4. PROCEDIMIENTO**

**4.1** Gírese la muestra sobre un lado con respecto a su posición de moldeo y céntrese sobre los bloques de carga. Céntrese el sistema de carga en relación con la fuerza aplicada. Pónganse los bloques de aplicación de carga en contacto con la superficie del espécimen en los puntos tercios, entre los soportes. Si no se obtiene contacto completo sin carga entre el espécimen, los bloques de aplicación de carga y los soportes, de forma que se presente una separación de 0.1 mm (0.004") en una longitud de 25 mm (1") o más larga, púlense o enfréntense las superficies de contacto de la muestra, con láminas de cuero (capping).

**4.2** Se recomienda minimizar el pulimento de las superficies laterales de la muestra, ya que esto puede variar las características físicas de esta y afectar los resultados del ensayo.

**4.3** Úsense láminas de cuero sólo cuando la superficie de la muestra se separe del plano en más de 0.38 mm (0.015"). Las láminas de cuero deben tener un espesor uniforme de 6.4 mm (0.25") y un ancho de 25 a 50 mm (1 a 2"), y deben extenderse el ancho total de la muestra. La carga debe aplicarse rápidamente, hasta aproximadamente el 50% del valor esperado de rompimiento. A continuación, aplíquese la carga en forma continua a una rata que incremente constantemente el esfuerzo de la fibra extrema, entre 861 y 1207 kPa/min (125 a 175 lb/pulg<sup>2</sup>), cuando se calcule de acuerdo con el **numeral 6.1**, hasta que ocurra la rotura.

## **5. MEDICIÓN DE LA MUESTRA DESPUÉS DEL ENSAYO**

**5.1** Tómense tres medidas de cada dimensión (una en cada borde y en el centro) con una precisión de 1.3 mm (0.05") para determinar el ancho promedio, la altura promedio y la localización de la línea de fractura del espécimen en la sección de falla.

## **6. CÁLCULOS**



**6.1** Si la fractura se inicia en la zona de tensión, dentro del tercio medio de la luz libre, calculase el módulo de rotura de la siguiente forma:

$$R = P_l / bd^2$$

Donde:

R = Módulo de rotura MPa (lb/pulg<sup>2</sup>)

P = Máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo N (lbf)

L = Longitud libre entre apoyos mm (pulg).

b = Ancho promedio de la muestra mm (pulg).

d = Altura promedio de la muestra, mm (pulg).

a) Si la fractura ocurre en la sección con “capping”, incluya el espesor del recubrimiento en la altura de la muestra.

b) El peso de la viga no se incluye en los cálculos anteriores.

**6.2** Si la fractura ocurre en la zona de tensión, fuera del tercio medio de la luz libre, en menos del 5% de la luz libre, calcúlese el módulo de rotura de la siguiente forma:

$$R = 3P_a / bd^2$$

Donde:

a: Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano, medido sobre la zona de tensión de la viga, mm (pulg).

**6.3** Si la fractura ocurre en la zona de tensión y fuera del tercio medio de la luz libre, en más del 5% de la luz, libre, no tenga en cuenta los resultados del ensayo.

## **7. INFORME Y RESULTADOS**

**7.1** El informe de los resultados debe incluir lo siguiente:

a) Número de identificación de la muestra.

b) Ancho promedio con una precisión de 1.3 mm (0.05").

c) Altura promedio con precisión de 1.3 mm (0.05").

d) Longitud de la luz, en mm (pulg).

e) Máxima carga aplicada en N (lb)

f) Módulo de rotura calculado con una precisión de 0.03 MPa (lb/pulg<sup>2</sup>).

g) Datos relativos al curado y condición de humedad aparente en el momento del ensayo.

- h) Datos relativos al pulimento, “capping” o uso de láminas de cuero.
- i) Defectos del espécimen.
- j) Edad del espécimen.

## 8. CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

ASTM	C78
AASHTO	T97

### APÉNDICE 1

#### 1. BASES DE VERIFICACIÓN

**1.1** El porcentaje de error de las cargas dentro del rango de carga de la máquina de ensayo no debe exceder de  $\pm 1.0$ . Esto quiere decir que el informe de la verificación de una máquina de ensayo, indicará el rango verificado de carga dentro del cual puede ser utilizada, en lugar de informar la aceptación o rechazo total. En máquinas que tengan múltiples rangos de capacidad, se debe indicar cada rango de carga verificado.

**1.2** Al establecer el límite inferior de un rango de carga verificado por debajo del 10% de la capacidad del rango, se requieren aplicaciones repetidas de la carga. La diferencia algebraica entre el más alto porcentaje de error y el más bajo, no debe ser superior a 1.0. Esto significa que para establecer el límite inferior de un rango de carga verificado a menos del 10% de la capacidad de aquel rango, los errores para una serie de 5 lecturas no excederán del 1%, pero tampoco dos errores podrán diferir en más del 1%. Si el error mínimo en esta serie es -1.0%, el máximo error no debe exceder de 0.5 %; si el error mínimo es -0.5%, el máximo error no debe exceder de  $\pm 1.0\%$ , etc.

**1.3** En ningún caso, el rango verificado de carga se señalará como incluyendo las cargas por debajo del valor que sea 100 veces el cambio más pequeño de la carga que puede fácilmente estimarse en el indicador de carga de la máquina de ensayos.

Esto significa que en una máquina de ensayo que tiene graduaciones tan separadas que las estimaciones se pueden hacer a 1/10 de división, el rango verificado de carga no se deberá extender hacia abajo a una carga menor que la correspondiente a 1/10 de división. Si las graduaciones en la escala indicadora de carga pueden estimarse sólo a 2 divisiones, el rango de carga verificado podría no extenderse hacia abajo más allá de la carga correspondiente a 200 divisiones. En la mayoría de las máquinas, la menor carga que puede medirse se encuentra dentro de los dos ejemplos citados.

**1.4** En ningún caso el rango de carga verificado debe señalarse como incluyendo cargas fuera del rango de cargas aplicadas durante el ensayo de verificación.

**1.5** Las máquinas de ensayo pueden ser más o menos exactas que el porcentaje permitido de error del 1%.

## **2. CORRECCIONES**

**2.1** La carga indicada de una máquina de ensayos que excede la variación permitida no se corregirá mediante cálculos ni mediante diagramas de calibración, para obtener valores dentro de la variación permisible requerida.

## **3. INTERVALO DE TIEMPO ENTRE VERIFICACIONES**

**3.1** Se recomienda que las máquinas de ensayo se verifiquen anualmente o más frecuentemente si se requiere. En ningún caso el intervalo de tiempo entre verificaciones debe exceder de 18 meses (excepto en máquinas en las que se está ensayando una prueba con duración mayor a 18 meses). En tales casos, la máquina se debe verificar después de terminar el ensayo.

**3.2** Las máquinas de ensayo se deben verificar inmediatamente después de una reparación (incluye partes nuevas o reparadas o ajustes mecánicos o eléctricos), que pueden de cualquier manera afectar la operación del sistema de pesada, o los valores señalados por la máquina.

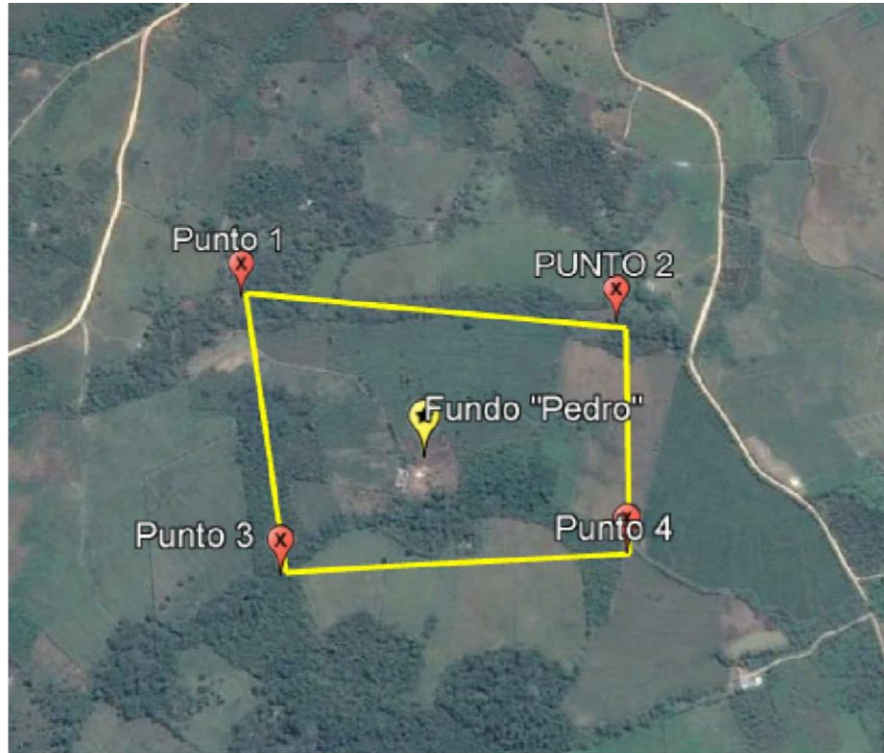
**3.3** Se requiere una verificación inmediatamente después de que la maquina ha sido relocalizada, y siempre que exista una razón para dudar de la exactitud de los resultados de la carga indicados por la máquina, sin importar el tiempo transcurrido desde la última verificación

## **4. REFERENCIAS NORMATIVAS**

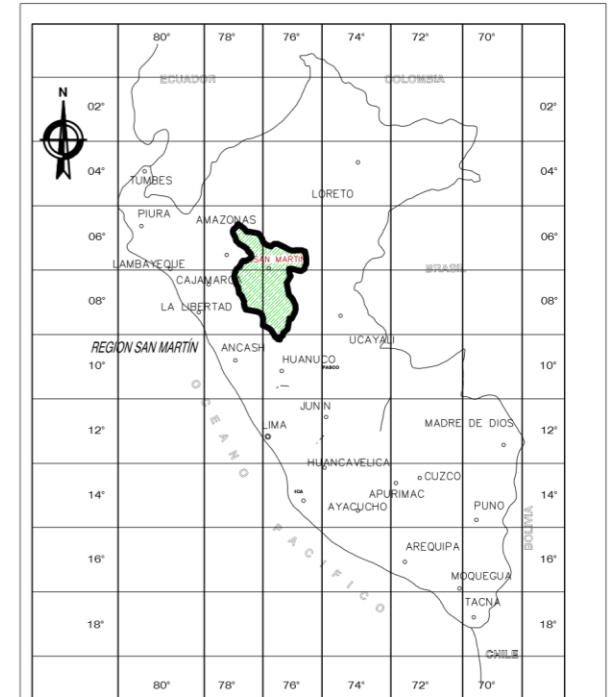
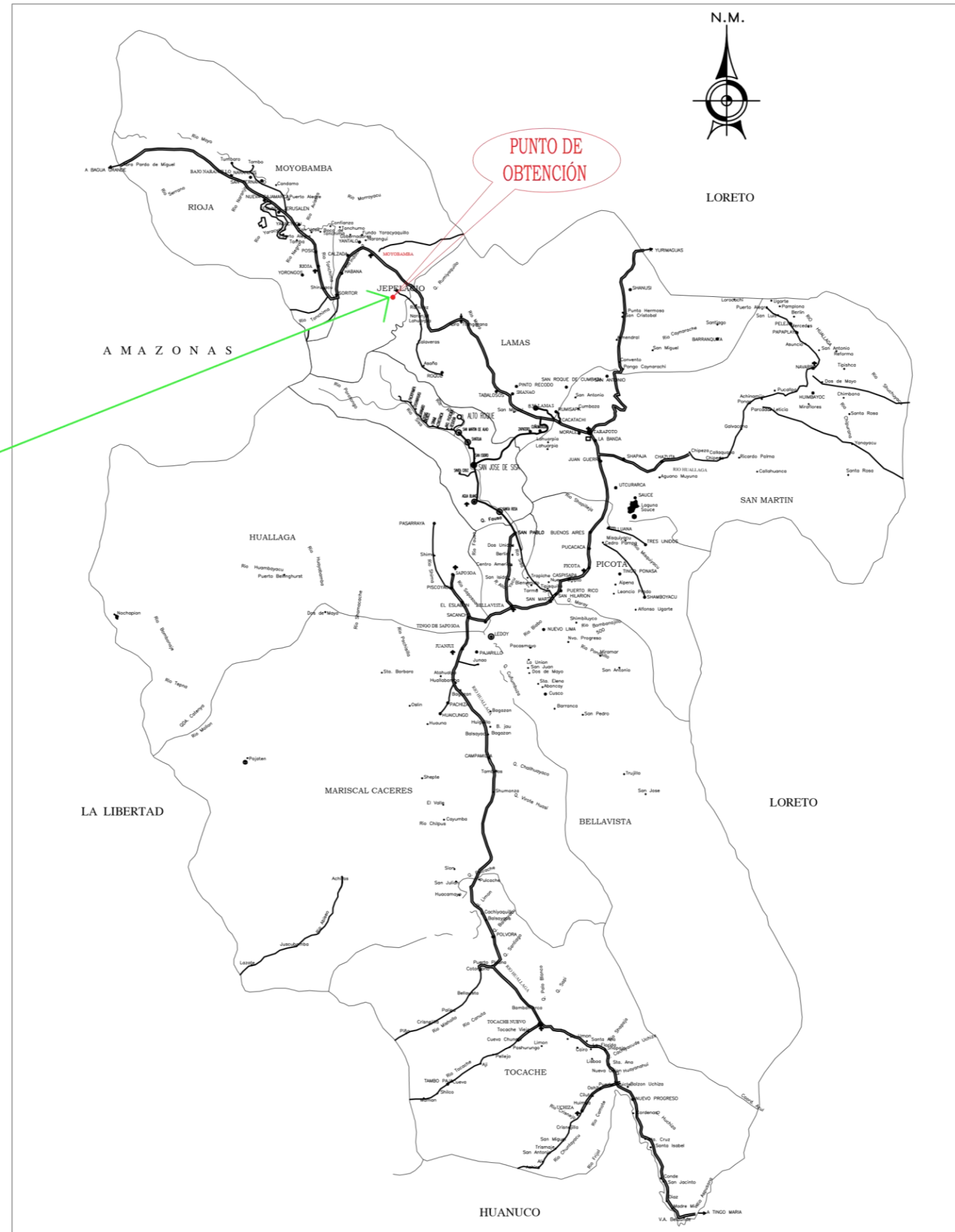
AASHTO	T97
ASTM	C78



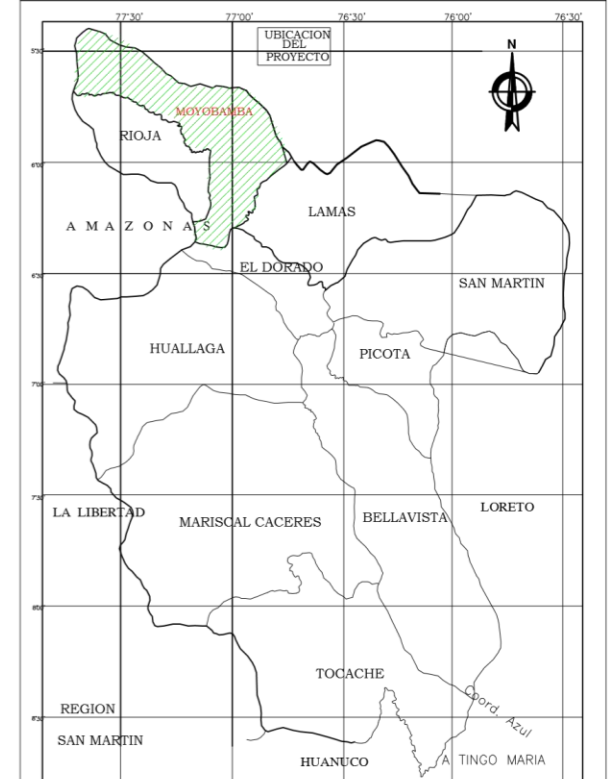
PLANTACIONES DE CAÑA DE AZÚCAR



RECOLECCIÓN DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR



LOCALIZACIÓN NACIONAL  
REGIÓN DE SAN MARTÍN



LOCALIZACIÓN REGIONAL  
PROVINCIA DE MOYOBAMBA



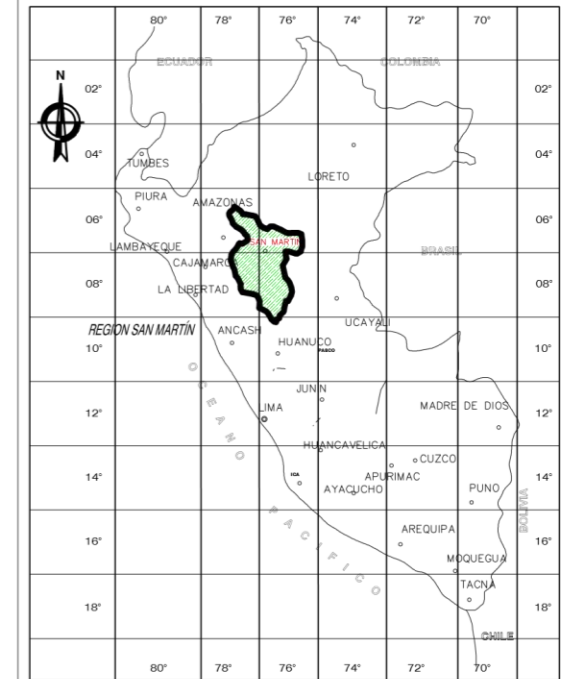
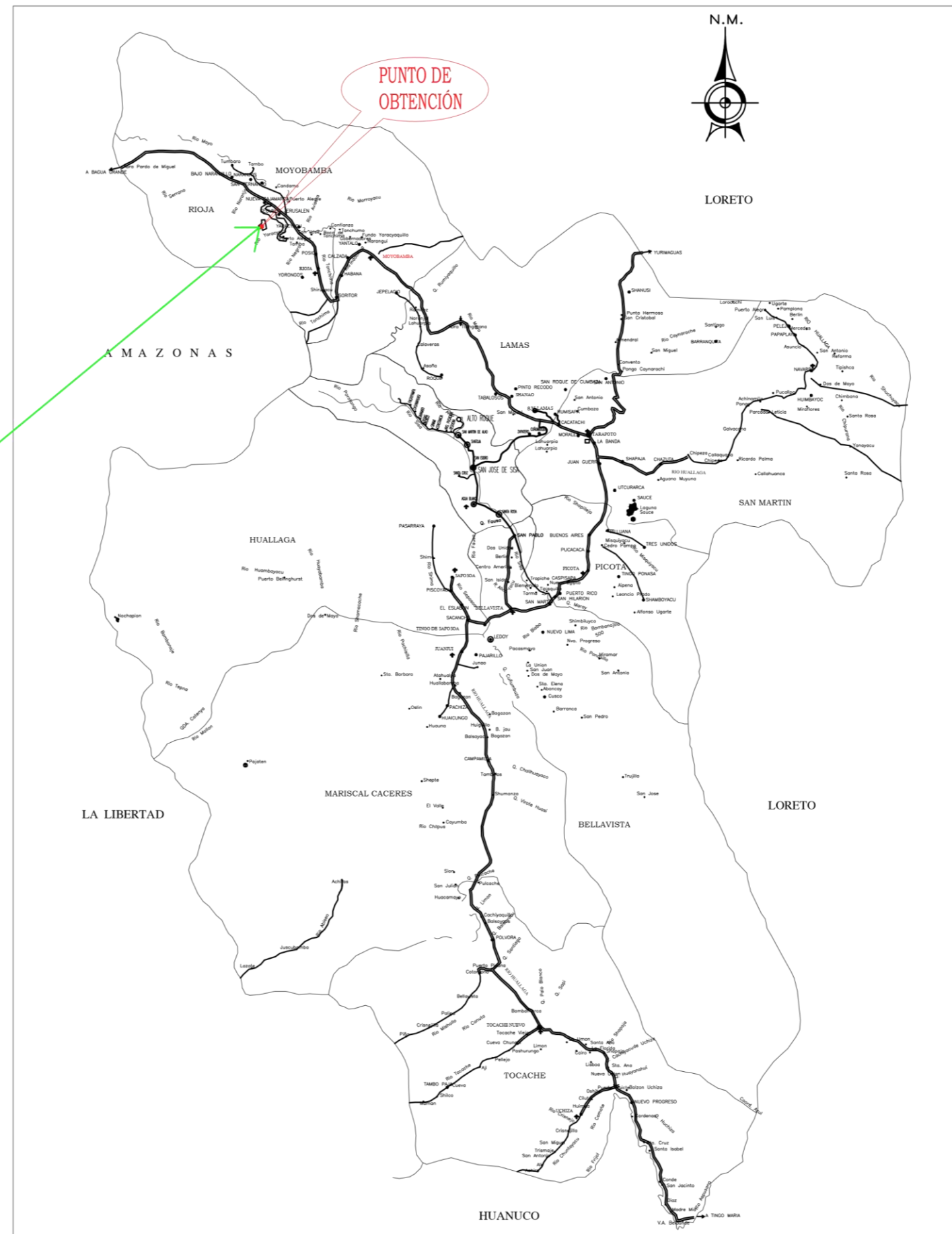


AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

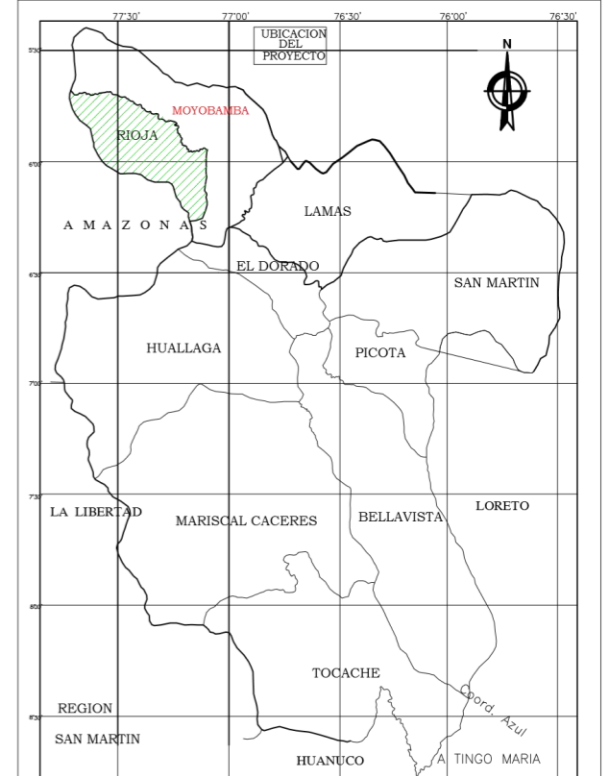
VERTICES	NORTE	ESTE
1	9 334 000.00	248 000.00
2	9 333 000.00	248 000.00
3	9 333 000.00	247 000.00
4	9 334 000.00	247 000.00



TAMIZADO DE LOS AGREGADOS



LOCALIZACION NACIONAL  
REGIÓN DE SAN MARTÍN



LOCALIZACION REGIONAL  
PROVINCIA DE RIOJA





Ilustración 16: Recolección del bagazo de caña de azúcar



Ilustración 17: Tamizado de las cenizas de caña de azúcar



Ilustración 18: Pesado de muestras.





Ilustración 19: Tamices para tamizado de arena gruesa y piedra.



Ilustración 20: Tamizado de agregado de arena gruesa y piedra.



Ilustración 21: Compactado de agregado.



Ilustración 22: Mezcla de cemento y cenizas de bagazo de caña de azúcar.



Ilustración 23: Preparación del concreto con adición de cenizas de caña de azúcar.



Ilustración 24: Preparación del probetas cilíndricas para ensayo de compresión.



Ilustración 25: Preparación de vigas para ensayo de flexión.





Ilustración 26: Curado de probetas cilíndricas y vigas.



Ilustración 27: Ensayo de probetas cilíndricas por compresión.

**Título:** “Determinación de las propiedades mecánicas del concreto  $F'c = 210\text{kg/cm}^2$  para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018.”

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos					
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿Mejorará las propiedades mecánicas de un concreto <math>F'c= 210 \text{ kg/cm}^2</math> para pavimento con adición del 2, 4, 6, 8 y el 10% de cenizas de caña de azúcar en comparación de mezcla patrón?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son las propiedades químicas de las cenizas de caña de azúcar usada en la mezcla?</li> <li>• ¿Cuáles son las cantidades de cloruros, pH y sulfatos del agua usada para la mezcla del concreto?</li> <li>• ¿Cuál es la resistencia a la compresión de un concreto <math>F'c= 210 \text{ kg/cm}^2</math> adicionando cenizas de caña de azúcar al 2%, 4%, 6%, 8% y 10% en comparación con una mezcla patrón?</li> <li>• ¿Cuál es la resistencia a la tracción por flexión de un concreto <math>F'c= 210 \text{ kg/cm}^2</math> adicionando cenizas de caña de azúcar al 2%, 4%, 6%, 8% y 10% en comparación con una mezcla patrón?</li> <li>• ¿Qué porcentaje de cenizas de caña de azúcar se debe adicionar para obtener un óptimo diseño de mezcla que mejore la resistencia a compresión y tracción por flexión de un concreto <math>F'c= 210 \text{ kg/cm}^2</math>?</li> </ul>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Determinar las propiedades mecánicas de un concreto para pavimento con adición de cenizas de caña de azúcar al 2, 4,6, 8 y 10% de un concreto <math>F'c= 210 \text{ kg/cm}^2</math> y compararla con la mezcla patrón.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar las propiedades químicas de las cenizas de caña de azúcar usada en la mezcla.</li> <li>• Determinar las cantidades de cloruros, pH y sulfatos del agua usada en la mezcla.</li> <li>• Determinar la resistencia a la compresión de un concreto <math>F'c= 210 \text{ kg/cm}^2</math> adicionando cenizas de caña de azúcar al 2, 4, 6, 8 y 10% en comparación con una mezcla patrón.</li> <li>• Determinar la resistencia a la tracción por flexión del concreto <math>F'c= 210 \text{ kg/cm}^2</math> adicionando cenizas de caña de azúcar al 2, 4, 6, 8 y 10% en comparación con una mezcla patrón.</li> <li>• Determinar el óptimo diseño de mezcla del concreto <math>F'c= 210 \text{ kg/cm}^2</math> adicionando diversos porcentajes de cenizas de caña de azúcar.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>La adición de cenizas de caña de azúcar mejorará significativamente las propiedades mecánicas para un concreto de <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math>, al 2, 4, 6, 8 y 10% de adición en comparación.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las propiedades químicas de las cenizas de caña de azúcar tienen mayor contenido de óxidos ácidos (<math>\text{SiO}_2</math>, <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>, <math>\text{Fe}_2\text{O}_3</math>), representan un 68.38% de compuestos químicos.</li> <li>• Las cantidad de cloruro en el agua es de 4 mg/l, el valor pH es de 7.10 y los sulfatos 49 mg/l.</li> <li>• La resistencia a la compresión de un concreto <math>F'c= 210 \text{ kg/cm}^2</math> con adición de diversos porcentajes de cenizas de caña de azúcar supera la resistencia obtenido por la mezcla patrón.</li> <li>• La resistencia a la tracción por flexión de un concreto patrón y con adición de diversos porcentajes está comprendido entre 3,34 MPa - 6,20 MPa.</li> <li>• El óptimo diseño de mezcla se obtiene con la adición del 6% de cenizas de caña de azúcar al diseño de mezcla del concreto <math>F'c= 210 \text{ kg/cm}^2</math> para pavimento, donde aumenta las resistencias a compresión y flexión.</li> </ul>	<p><b>Técnica</b> La Observación</p> <p><b>Instrumentos</b></p> <p>Protocolos:</p> <p>Compuestos químicos de la ceniza de caña de azúcar - según ASTM C-618.</p> <p>Ensayo para determinar el contenido de pH, cloruros y sulfatos en agua usada para mezcla de concreto.</p> <p>Granulometría (análisis granulométrico) del agregado fino y grueso según la norma NTP 400.012</p> <p>Contenido de humedad del agregado fino y grueso según la norma NTP 339.185.</p> <p>Peso unitario y vacíos de los agregados según la norma NTP 400.017.</p>					
<p><b>Diseño de investigación</b></p>	<p><b>Población y muestra</b></p>	<p><b>Variables y dimensiones</b></p>	<p>Gravedad específica y absorción de los agregados gruesos según la norma NTP 400.021.</p> <p>Gravedad específica y absorción de los agregados finos según la norma NTP 400.022.</p> <p>Ensayo de la resistencia a la compresión (NTP 339.034).</p> <p>Ensayo de la resistencia a la flexión (NTP 339.078).</p>					
<p>Correacional</p>	<p><b>Población</b></p> <p>54 Testigos cilíndricos 54 Testigos cúbicos(Vigas)</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>54 Testigos cilíndricos 54 Testigos cúbicos(Vigas)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1211 1098 1395 1121">Variables</th> <th data-bbox="1395 1098 1711 1121">Dimensiones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1211 1121 1395 1214">Cenizas de caña de azúcar.</td> <td data-bbox="1395 1121 1711 1214">Propiedades Químicas de Cenizas de caña de azúcar.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1211 1214 1395 1471">propiedades mecánicas del concreto <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></td> <td data-bbox="1395 1214 1711 1471">Propiedades químicas del agua  Propiedades mecánicas del concreto</td> </tr> </tbody> </table>	Variables	Dimensiones	Cenizas de caña de azúcar.	Propiedades Químicas de Cenizas de caña de azúcar.	propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Propiedades químicas del agua  Propiedades mecánicas del concreto
Variables	Dimensiones							
Cenizas de caña de azúcar.	Propiedades Químicas de Cenizas de caña de azúcar.							
propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Propiedades químicas del agua  Propiedades mecánicas del concreto							



## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Rojas Silva Carlos Alberto  
 Institución donde labora : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO...  
 Especialidad : Ingeniero Civil  
 Instrumento de evaluación : Ensayos Mecánicos (Resistencia a la Compresión y a la Flexión), de las Mezclas Patrón y Adición de Cenizas de Caña de Azúcar  
 Autor (s) del instrumento (s) : Hernández Huaripata Marianelly del Pilar y Rodas Mendoza Royder

### ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VÁLIDO, PUEDE SER APLICADO.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 44

  
 Mg. Carlos A. Rojas Silva  
 Maestro en Gestión Pública  
 CIP 40896

Moyobamba, Enero del 2019



## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Heredia Baca Gladis Maribel  
 Institución donde labora : *Universidad Científica del Perú*  
 Especialidad : Ingeniero Civil  
 Instrumento de evaluación : Análisis Químico de las Cenizas de Caña de Azúcar.  
 Autor (s) del instrumento (s) : Hernández Huaripata Marianelly del Pilar y Rodas Mendoza Royder

### ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR</b>				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)


### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

*El instrumento es válido, puede ser aplicado.*

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

43

Moyobamba, Enero del 2019

  
 Mg. Gladis M. Heredia Baca  
 Maestra en Ciencias Económicas  
 CIP 56638



## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Carrasco Saavedra Jenrry A.  
 Institución donde labora : *Municipalidad Distrital de Morales*  
 Especialidad : Ingeniero Civil  
 Instrumento de evaluación : Ensayo de las Propiedades Físico-Mecánicas de los Agregados (Fino Y Grueso) y Diseño de Mezclas (Patrón y Adición de Cenizas de Caña de Azúcar)  
 Autor (s) del instrumento (s) : Hernández Huaripata Marianelly del Pilar y Rodas Mendoza Royder

### ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO.</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F' C = 210 KG/CM2 PARA PAVIMENTO</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

*El instrumento es válido, puede ser aplicado.*

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

245

Moyobamba, Enero del 2019

  
 Mg. Jenrry A. Carrasco Saavedra  
 Maestro en Gestión Pública  
 CIP 149358

Yo, Lyta Victoria Torres Bardales, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, filial Moyobamba, revisora de la tesis titulada:

"Determinación de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018", de la estudiante Marianelly del Pilar Hernández Huaripata, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

La suscrita analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Moyobamba, 27 de febrero del 2019



Mg. Lyta Victoria Torres Bardales  
Maestra Gestión Pública  
CIP 85935

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------





**UCV**  
UNIVERSIDAD  
CÉSAR VALLEJO

**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD  
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 15 de 20

Yo, Lyta Victoria Torres Bardales, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, filial Moyobamba, revisora de la tesis titulada:

"Determinación de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018", del estudiante Royder Rodas Mendoza, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

La suscrita analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Moyobamba, 27 de febrero del 2019

  
Mg. Lyta Victoria Torres Bardales  
Maestra Gestión Pública  
CIP 85835

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL

“Determinación de las propiedades mecánicas del concreto  $F'c = 210kg/cm^2$  para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018”.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL

AUTORES:

Hernández Huaripata, Marianelly Del Pilar  
Rodas Mendoza, Royder

Resumen de coincidencias X

19 %

1	www.dspace.uce.edu.ec	2 %	>
Fuente de Internet			
2	repositorio.uns.edu.pe	2 %	>
Fuente de Internet			
3	Entregado a Universida...	1 %	>
Trabajo del estudiante			
4	core.ac.uk	1 %	>
Fuente de Internet			
5	repositorio.lamolina.ed...	1 %	>
Fuente de Internet			
6	Entregado a Pontificia ...	1 %	>
Trabajo del estudiante			
7	Entregado a Universida...	1 %	>
Trabajo del estudiante			
8	repositorio.uandina.ed...	1 %	>
Fuente de Internet			

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV

Yo Marianelly del Pilar Hernández Huaripata, identificado con DNI N° 75784597, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Determinación de las propiedades mecánicas del concreto  $F'c = 210kg/cm^2$  para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

  
.....  
MARIANELLY DEL PILAR HERNANDEZ HUARIPATA  
DNI: 75784597

\_\_\_\_\_  
FIRMA

DNI : 75784597

FECHA : Moyobamba, 26 de febrero del 2019.

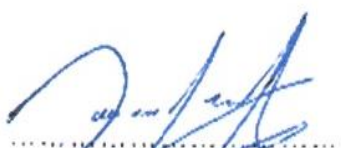


## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV

Yo Royder Rodas Mendoza, identificado con DNI N° 77480836, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Determinación de las propiedades mecánicas del concreto  $F'c = 210kg/cm^2$  para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



ROYDER RODAS MENDOZA  
DNI: 77480836

FIRMA

DNI : 77480836

FECHA : Moyobamba, 26 de febrero del 2019.



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Hernández Huaripata, Marianelly Del Pilar

INFORME TÍTULADO:

“Determinación de las propiedades mecánicas del concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA: 21 de diciembre de 2018

NOTA O MENCIÓN: 15

  
**Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara**  
**DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN**  
**UCV - MOYOBAMBA**

---



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:**

Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara

**A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:**

Rodas Mendoza, Royder

**INFORME TÍTULADO:**

“Determinación de las propiedades mecánicas del concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018”

**PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:**

Ingeniero Civil

**SUSTENTADO EN FECHA:** 21 de diciembre de 2018

**NOTA O MENCIÓN:** 15

**Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara**  
**DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN**  
**UCV - MOYOBAMBA**

---