



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA  
Y URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES  
MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE  
CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE  
PALMERA**

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

**Autor:**

**Carlos Sanchez Jorge Luis**

**<https://orcid.org/0000-0002-7537-1602>**

**Asesor:**

**Mg. Ing. Chávez Diaz Luis Alberto Erick**

**<https://orcid.org/0000-0003-0773-9636>**

**Línea de Investigación:**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**

**2023**

## **APROBACIÓN DEL JURADO**

**Tesis:**

**MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL  
CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS  
DE PALMERA**

---

**Bach. Carlos Sanchez, Jorge Luis**  
**Autor**

---

**Mg. Chávez Diaz, Luis Alberto Erick**  
**Asesor**

---

**Mg. Idrogo Pérez, Cesar Antonio**  
**Presidente de Jurado**

---

**Mg. Villegas Granados, Luis Mariano**  
**Secretario de Jurado**

---

**Dr. Marín bardales, Noé Humberto**  
**Vocal de Jurado**


## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la DECLARACION JURADA, soy egresado del Programa de Estudios la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

### **MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA**

El escrito de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el código de Ética del Comité Institucional de Ética en investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes expuesto, firma:

Carlos Sanchez Jorge Luis	DNI: 17452184	
---------------------------	---------------	---

Pimentel, 20 de febrero del 2023

## **Dedicatorias**

### **A Dios**

dedicarlo primeramente a Dios este trabajo de investigación, por brindarme la salud, perseverancia y sabiduría para llevar cabo este trabajo que ha demandado de un sacrificio arduo y constante, en pos de obtener los conocimientos necesarios que me sirvieron para la formación de mi vida profesional que finalmente hoy conlleva a brindar sus frutos.

### **A mis Padres y Familia**

A mis padres Santa Cruz Carlos Paico, por su apoyo constante e incondicional y a mi madre Fabiana Angelica Sanchez Paico, que desde el cielo me brindo las fuerzas necesarias para lograr las metas que me había propuesto.

A mi esposa Sara, por ser mi apoyo y compañía cuando el trabajo y los estudios coparon mi tiempo y energías, por su tolerancia y sacrificio, mi gratitud por sus valiosas contribuciones y ayuda.

A mis hijos, Luis Brayan, Estefany Dallana y Roy Hardy, por su comprensión en los momentos difíciles que se presentaron, mi más sincera gratitud para mis tres hijos que han sido, son, y serán la motivación de mi vida.

A mis hermanos Francisca, Pascual, Evelyn y José Antonio por su absoluto apoyo en momentos difíciles que se presentaron a lo largo de los años, mi gratitud con todos ellos.

***Jorge Luis Carlos Sanchez***

## **Agradecimientos**

Agradecer en primer lugar a Nuestro Dios Todopoderoso, por guardarnos de todo mal ya que en estos últimos años se presentó una letal enfermedad que mantuvo en vilo a toda la humanidad, la pandemia COVID 19, un profundo agradecimiento a nuestro Dios por protegerme y permitirme seguir con vida y así lograr mis metas propuestas.

Agradecer de gran manera a mis familiares por todo el apoyo que me brindaron, sus consejos y aliento para seguir adelante a pesar de las dificultades, gracias de todo corazón para todos ellos.

A mis docentes por brindarme y compartirme sus conocimientos, su amistad, el apoyo y recomendaciones recibido de parte de ellos durante el desarrollo de mi proyecto, asimismo para el responsable del laboratorio por compartir sus alcances y experiencias en el desarrollo de mi investigación.

Agradecer a la Universidad Señor de Sipán por acogerme y brindarme la instrucción deseada para mi formación profesional, convirtiéndose se en mi alma mater en todo el periodo de mi educación.

***Jorge Luis Carlos Sanchez***

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo, buscar materiales alternativos que nos permitan sustituir los agregados que habitualmente se usan para la elaboración de concretos, con la finalidad del mejoramiento de sus propiedades mecánicas a las diferentes exigencias de las construcciones modernas y al mismo tiempo que contribuyan con reducir la contaminación y el impacto ambiental que esta genera. En el desarrollo de este documento se analizó las propiedades químicas de las cenizas de cascara de arroz (CCA), señalando y describiendo que las CCA son materiales puzolánicos con características cementantes capaz de suplir el cemento en porcentajes adecuados, para los diseños experimentales 210 kg/cm<sup>2</sup> (C210) y 280 kg/cm<sup>2</sup> (C280), se utilizó el cemento Portland Tipo 1, las sustituciones de CCA fueron de 5%, 10%, 15% y 20% en peso del cemento, obteniendo el óptimo porcentaje de CCA, para luego adicionarles las fibras de palmera (FP) en 0,75%, 1,50%, 2,25% y 3,00% en peso del aglomerante. Los resultados alcanzados con la sustitución parcial del cemento por CCA en 5% mostraron un incremento en las propiedades mecánicas del concreto alcanzando una resistencia a la compresión de 252,17 kg/cm<sup>2</sup> y 308,45 kg/cm<sup>2</sup> con un aumento de 5,99% y 2,66% para 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, respecto al concreto patrón (CP), evidenciando también un aumento para la tracción y flexión. así mismo con la adición del 0,75% de FP mejoró la resistencia a la flexión y el 1,50% aumento la fuerza a la tracción. En conclusión, las combinaciones de CCA y la adición de FP mejoran significativamente las propiedades mecánicas del concreto.

**Palabras Clave:** Materiales alternativos, Cenizas de cascara de arroz, propiedades mecánicas, fibras de palmera.

## **Abstract**

The objective of this research was to look for alternative materials that allow us to substitute the aggregates that are usually used for the elaboration of concrete, with the purpose of improving their mechanical properties to meet the different requirements of modern constructions and at the same time contribute to reduce pollution and the environmental impact it generates. In the development of this document, the chemical properties of rice husk ashes (CCA) were analyzed, pointing out and describing that CCA are pozzolanic materials with cementitious characteristics capable of supplying cement in adequate percentages, for the experimental designs 210 kg/cm<sup>2</sup> (C210) and 280 kg/cm<sup>2</sup> (C280), Portland cement Type 1 was used, the CCA substitutions were 5%, 10%, 15% and 20% by weight of the cement, obtaining the optimum percentage of CCA, to then add the palm fibers (PF) in 0,75%, 1,50%, 2,25% and 3,00% by weight of the binder. The results achieved with the partial replacement of cement by CCA at 5% showed an increase in the mechanical properties of the concrete, reaching a compressive strength of 252,17 kg/cm<sup>2</sup> and 308,45 kg/cm<sup>2</sup> with an increase of 5,99% and 2,66% for 210 and 280 kg/cm<sup>2</sup> at 28 days, with respect to the standard concrete (CP), also showing an increase in tensile and flexural strength. Likewise, the addition of 0,75% of FP improved the flexural strength and 1,50% increased the tensile strength. In conclusion, the combinations of CCA and the addition of FP significantly improve the mechanical properties of concrete.

**Keywords:** Alternative materials, rice husk ash, mechanical properties, palm fibers.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN .....	18
1.1. Realidad problemática .....	18
1.1.1. A nivel Internacional.....	18
1.1.2. A Nivel Nacional.....	20
1.1.3. A Nivel Local .....	21
1.2. Trabajos Previos.....	22
1.2.1. A Nivel Internacional .....	22
1.2.2. A Nivel Nacional.....	28
1.2.3. A Nivel Local .....	30
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	31
1.3.1. Variable independiente.....	31
1.3.2. Variable dependiente .....	42
1.3.3. Impacto ambiental.....	60
1.3.4. Seguridad y salud ocupacional.....	60
1.3.5. Gestión de riesgos y prevención de desastres .....	61
1.3.6. Estimación de gastos .....	61
1.3.7. Normativa.....	61
1.3.8. Estado del arte.....	63
1.3.9. Definición de términos.....	64
1.4. Formulación del Problema .....	65
1.5. Justificación e importancia.....	65
1.5.1. Justificación social .....	65
1.5.2. Justificación económica .....	65
1.5.3. Justificación ambiental .....	65
1.5.4. Justificación técnica .....	66
1.6. Hipótesis.....	66
1.7. Objetivos .....	66
1.7.1. Objetivo General .....	66



1.7.2. Objetivos Específicos .....	66
II. MATERIAL Y MÉTODO .....	67
2.1. Tipo y Diseño de Investigación .....	67
2.1.1. Tipo de investigación .....	67
2.1.2. Diseño de investigación .....	67
2.2. Población y muestra .....	68
2.2.1. Población .....	68
2.2.2. Muestra .....	68
2.3. Variables y Operacionalización .....	75
2.3.1. Variable independiente .....	75
2.3.2. Variable dependiente .....	75
2.3.3. Operacionalización .....	75
2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	78
2.4.1. Técnicas de recolección de datos .....	78
2.4.2. Instrumentos de recolección de datos .....	78
2.5. Procedimiento de análisis de datos .....	79
2.5.1. Diagrama de flujos .....	79
2.5.2. Descripción de procesos .....	81
2.6. Criterios éticos .....	96
2.7. Criterios de rigor científico .....	97
2.7.1. Validación de instrumentos .....	97
2.7.2. Confiabilidad de instrumentos .....	97
III. RESULTADOS .....	97
3.1. Resultados en tablas, figuras y gráficos .....	97
3.1.1. Precisar los elementos químicos y actividad puzolánica de las cenizas para obtener la temperatura optima de quemado. ....	97
3.1.2. . Evaluar las Propiedades mecanicas del concreto patrón (CP.) 210 y 280 kg/cm <sup>2</sup> . .....	99

3.1.3. Evaluar las propiedades mecánicas de los CP. 210 Y 280 kg/cm <sup>2</sup> con las cenizas de cascara de arroz en 5, 10, 15 y 20%. .....	102
3.1.4. Evaluar las propiedades mecánicas del concreto con el óptimo porcentaje de cenizas de cascara de arroz CCA y fibras de palmera FP en 0,75%; 1,50%; 2,25 y 3,00%.....	109
3.1.5. Determinar los óptimos contenidos de cenizas de cascara de arroz y fibras de palmera.....	115
3.2. Discusión de resultados.....	118
3.3. Aporte práctico .....	126
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	128
Conclusiones.....	128
Recomendaciones.....	131
REFERENCIAS .....	133
ANEXOS.....	140

## Índice de abreviaturas

<b>ACI:</b>	American Concrete Institute
<b>ASTM:</b>	American Society for Testing and Materials
<b>CP:</b>	Concreto Patrón
<b>Ec:</b>	Modulo de Elasticidad del Concreto
<b>FP:</b>	Fibras de Palmera
<b>%FP:</b>	Porcentaje de Fibras de Palmera
<b>MF:</b>	Modulo de finura
<b>NTP:</b>	Norma Tecnica Peruana
<b>PUS:</b>	Peso Unitario Suelto
<b>PUC:</b>	Peso Unitario Compactado
<b>CA:</b>	Cascara de Arroz
<b>CCA:</b>	Cenizas de Cascara de Arroz
<b>%CCA:</b>	Porcentaje de Cenizas de Cascara de Arroz
<b>RNE:</b>	Reglamento Nacional de Edificaciones

## Índice de tablas

Tabla 1. Países con mayor producción de arroz pilado en el mundo en millones de toneladas .....	32
Tabla 2. Composición Química de la CCA.....	37
Tabla 3. Propiedades Mecánicas de la Fibra de Palma Burí. ....	41
Tabla 4. Propiedades Mecánicas de Varios Tipos de Fibras Naturales.....	41
Tabla 5. Propiedades físicas de las Fibras de Palmera.....	41
Tabla 6. Componentes Químicos del Cemento.....	43
Tabla 7. Componentes Químicos del Cemento.....	45
Tabla 8. Clasificación de los Agregados según el Tamaño de sus Partículas.....	46
Tabla 9. Especificaciones Técnicas del Agregado Grueso. ....	47
Tabla 10. Tamices standard ASTM. ....	49
Tabla 11. Cantidad de esferas dependiendo de la gradación del agregado grueso.....	51
Tabla 12. Límites Permisibles para el Agua de Mezcla y Curado. ....	52
Tabla 13. Clases de mezclas de acuerdo a su asentamiento o Slump.....	53
Tabla 14. Presentación y utilización de normas usadas para los ensayos.....	62
Tabla 15. Cantidad de probetas cilíndricas y prismáticas de muestras patrón para ensayos de diseño $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	69
Tabla 16. Cantidad de probetas cilíndricas y prismáticas de muestras patrón con sustitución parcial del cemento y diferentes porcentajes de cenizas para ensayos de diseño $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	70
Tabla 17. Cantidad de probetas cilíndricas y prismáticas de muestras patrón con el porcentaje óptimo de CCA y la adición de diferentes porcentajes de fibras de palmera para ensayos de diseño $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	71
Tabla 18. Cantidad de probetas cilíndricas y prismáticas de especímenes patrón para ensayos de diseño $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . ....	72
Tabla 19. Cantidad de probetas cilíndricas y prismáticas de muestras patrón con sustitución parcial del cemento y diferentes porcentajes de cenizas para ensayos de diseño $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	73

Tabla 20. Cantidad de probetas cilíndricas y prismáticas de muestras patrón con el porcentaje óptimo de CCA y la adición de diferentes porcentajes de fibras de palmera para ensayos de diseño $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	74
Tabla 21. Operacionalización de la variable independiente.....	76
Tabla 22. Operacionalización de la variable dependiente.....	77
Tabla 23. Composición química y porcentaje de sílice de la CCA.....	98
Tabla 24. Temperatura optima de quemado de CCA.....	98

## Índice de figuras

Figura 1. Cascara de arroz. ....	31
Figura 2. Cenizas de cascara de arroz sin el proceso de molido. ....	36
Figura 3. Cenizas de cascara de arroz con el proceso de molido. ....	36
Figura 4. Tipos de fibras para refuerzo del concreto. ....	38
Figura 5. a). Planta de cabuya b). fibra de cabuya. ....	39
Figura 6. a). Planta de piña. b). fibra de piña. ....	39
Figura 7. a). Planta de palmera. b). fibra de palmera (Chamaerops humilis). ....	40
Figura 8. Ensayo de resistencia a la flexión ejerciendo la carga en los tercios de su claro. ....	57
Figura 9. Ensayo de resistencia a la tracción diametral. ....	59
Figura 10. Diagrama de flujo de recolección de datos de la investigación. ....	80
Figura 11. Bolsa de cemento Qhuna Tipo I – 42,5 kg. ....	81
Figura 12. Molido de las cenizas de cascarilla de arroz (maquina los ángeles). ...	82
Figura 13. Procesado, cortado y medición de las fibras de palmera. ....	83
Figura 14. a) fibras de palmera sin tratar. b) fibras de palmera tratadas. ....	83
Figura 15. Ensayo de resistencia a la compresión. ....	93
<i>Figura 16. Ensayo de resistencia a la tracción de las probetas de estudio. ....</i>	<i>94</i>
Figura 17. Ensayo a la flexión a los tercios de la viga de estudio. ....	95
Figura 18. Ensayo del módulo de elasticidad del espécimen de estudio. ....	96
Figura 19. Temperatura optima de quemado de las CCA. ....	99
Figura 20. Resistencia a la compresión del CP. 210 Y 280 kg/cm <sup>2</sup> . ....	100
Figura 21. Resistencia a la tracción del CP. 210 Y 280 kg/cm <sup>2</sup> . ....	100
Figura 22. Resistencia a la flexión del CP. 210 Y 280 kg/cm <sup>2</sup> . ....	101
Figura 23. Módulo de elasticidad del CP. 210 Y 280 kg/cm <sup>2</sup> . ....	101
Figura 24. Efecto de CCA a la resistencia de compresión del concreto patrón y los concreto experimentales F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> . ....	102
Figura 25. Efecto de CCA a la resistencia de compresión del concreto patrón y los concretos experimentales F'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> . ....	103
Figura 26. Efecto de la CCA a la resistencia de tracción del concreto patrón y los concretos experimentales F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> . ....	104
Figura 27. Efecto de la CCA a la resistencia de tracción del concreto patrón y los concretos experimentales F'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> . ....	104

Figura 28. Efecto de la CCA a la resistencia de flexión del concreto patrón y los concretos experimentales $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	105
Figura 29. Efecto de la CCA a la resistencia de flexión del concreto patrón y los concretos experimentales $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	106
Figura 30. Efecto de la CCA al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 - 7 \text{ días}$ . ....	107
Figura 31. Efecto de la CCA al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 - 14 \text{ días}$ . ....	107
Figura 32. Efecto de la CCA al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 - 28 \text{ días}$ . ....	107
Figura 33. Efecto de la CCA al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2 - 7 \text{ días}$ . ....	108
Figura 34. Efecto de la CCA al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2 - 14 \text{ días}$ . ....	108
Figura 35. Efecto de la CCA al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2 - 28 \text{ días}$ . ....	108
Figura 36. Efecto de la CCA + %FP a la resistencia de la compresión del concreto patrón y los concretos experimentales, $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . ....	109
Figura 37. Efecto de la CCA + %FP a la resistencia de compresión del concreto patrón y los concretos experimentales, $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . ....	110
Figura 38. Efecto de la CCA + %FP a la resistencia de tracción diagonal del concreto patrón y los concretos experimentales, $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . ....	111
Figura 39. Efecto de la CCA + %FP a la resistencia de tracción diagonal del concreto patrón y los concretos experimentales, $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . ....	111
Figura 40. Efecto de la CCA + % FP a la resistencia de flexión del concreto patrón y los concretos experimentales, $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . ....	112
Figura 41. Efecto de la CCA + %FP a la resistencia de flexión del concreto patrón y los concretos experimentales, $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . ....	112
Figura 42. Efecto de la CCA + %FP al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales, $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 - 7 \text{ días}$ . ....	113
Figura 43. Efecto de la CCA + %FP al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales, $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 - 14 \text{ días}$ . ....	113

Figura 44. Efecto de la CCA + %FP al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales, $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - 28 días.....	114
Figura 45. Efecto de la CCA + %FP al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales, $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - 7 días.....	114
Figura 46. Efecto de la CCA + %FP al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales, $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - 14 días.....	114
Figura 47. Efecto de la CCA + %FP al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales, $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - 28 días.....	115
Figura 48. Contenido óptimo de cenizas de cascara de arroz, concreto $210 \text{ kg/cm}^2$ y $280 \text{ kg/cm}^2$ .....	116
Figura 49. Contenido óptimo de cenizas de cascara de arroz, concreto $210 \text{ kg/cm}^2$ y $280 \text{ kg/cm}^2$ .....	117



## Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Fórmula del método del lavado con agua del tamiz N° 200. ....	50
Ecuación 2. Fórmula de resistencia a la flexión a los tercios de su claro .....	58
Ecuación 3. Fórmula de resistencia a la flexión al tercio central medio de la luz entre los apoyos.....	58
Ecuación 4. Fórmula para determinar el peso unitario suelto. ....	84
Ecuación 5. Fórmula para determinar el peso unitario compactado.....	84
Ecuación 6. Fórmula para hallar el contenido de humedad .....	85
Ecuación 7. Fórmula del peso específico del agregado recio.....	86
Ecuación 8. Fórmula para hallar el peso específico de masa saturada superficialmente seca del agregado recio. ....	86
Ecuación 9. Fórmula para hallar el peso específico aparente del agregado recio.	87
Ecuación 10. Fórmula para hallar la absorción del agregado recio. ....	87
Ecuación 11. Fórmula del peso específico y absorción del agregado fino. ....	88
Ecuación 12. Fórmula del peso específico saturado del agregado fino. ....	88
Ecuación 13. Fórmula de peso específico aparente del agregado fino.....	88
Ecuación 14. Fórmula para hallar el porcentaje que pasa por la malla N°200. ....	89
Ecuación 15. Fórmula para hallar la densidad de masa. ....	92

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

#### **1.1.1. A nivel Internacional**

La producción de cemento es la principal fuente de impactos ambientales y de expulsar gases nocivos al entorno, por tal motivo la búsqueda de materiales alternativos como las cenizas de cascara de arroz (CCA) podría ser una alternativa viable para mitigar los problemas medio ambientales (Camargo & Higuera, 2017).

El gran problema medio ambiental que produce elaborar el material que más se usa en las construcciones es sin duda la fabricación del cemento, responsable de la emisión del 5 – 7% de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), por tal motivo se hace indispensable indagar nuevas materias primas capaz de sustituir el uso del aglomerante, en tal sentido la utilización de CCA como sustituto parcial del aglomerante puede colaborar a mitigar los daños ambientales (Saloni et al., 2021).

Estados Unidos en el año 2015 produjo alrededor de 82,8 millones de toneladas de cemento, esta descomunal cantidad de fabricación de cemento es causante de un importante porcentaje de CO<sub>2</sub> y la emisión de gases nocivos al entorno atmosférico. En la elaboración de 1 ton de cemento se despiden cerca de 1 ton de CO<sub>2</sub> a la atmosfera, siendo la industria cementera la que ocupa el tercer lugar en despedir dicha sustancia al medio ambiente (Ahsan & Hossain, 2018).

Actualmente el cemento es el material más relevante en la construcción y su producción genera un 8% al 10% del CO<sub>2</sub> total. Produciendo un grave problema atmosférico y al deterioro de la salud de las personas. Para reducir esta cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera que origina los gases de efecto invernadero se necesita buscar otras alternativas de materiales cementantes, esto hace propicio el enfoque del uso de las CCA como sustituto del aglomerante (Chetan & Aravindan, 2020).

Por año se producen 4,1 millones de toneladas métricas de cemento portland en todo el mundo, la elaboración del cemento contribuye a la emisión del 8% de total de gases a la atmosfera ( $\text{CO}_2$ ), la cual sigue creciendo de manera preocupante generando un grave problema de impacto ambiental. Un planteamiento nuevo sería bajar la cantidad de uso del cemento con la acogida de materiales de construcción ecológicas (Das et al., 2020).

En todas partes del planeta se siembra una enorme cantidad de arroz llegando hasta la exorbitante suma de 150 mil millones de toneladas, dicha producción genera una gran cantidad de residuos que acarrea un enorme problema de contaminación al eco sistema. La CCA se origina a partir de los desechos agrícolas, la CCA al poseer propiedades cementantes es una excelente alternativa para sustituir el cemento, remplazando este producto puzolánico puede traer grandes beneficios para la salud medioambiental (Varadharajan et al., 2020).

El sector industrial y el sector agrario producen enormes cantidades de desperdicios mediante el procesado del arroz, esto simboliza una gran amenaza para nuestro ecosistema, debido a la gran ocupación de áreas de sembrío contaminándolas al momento de su incineración. La necesidad de eliminar estos desperdicios ha conllevado a la búsqueda de nuevos métodos para el reúso de las CCA en la industria de la construcción (Adesina & Olutoge, 2019).

La capacidad de flexión del concreto es generalmente baja e inadecuada siendo un problema para la mayoría de aplicaciones estructurales, por tal motivo se busca implementar el empleo de fibras naturales en el concreto, ya que se encuentran fácilmente disponibles en todos los países tropicales, las FP se presentan como una alternativa de solución ya que son más económicas de procesar y son respetuosas con el medio ambiente (Momoh et al., 2021)

Debido a la poca fuerza a la flexión del concreto el uso de fibras de palmera datilera se ha convertido en un material alternativo de refuerzo en

la matriz del concreto para, reducir las grietas y aumentar su resistencia a la flexión y al mismo tiempo reemplazar las fibras de asbestos dañinos para la salud humana (Abaní et al., 2018).

Muchos problemas ambientales pueden atribuirse a los desechos agrícolas. Millones de toneladas de residuos agrícolas, como plátanos y palmeras datileras, se producen en todo el mundo, dichos residuos se convierten y reciclan como fibra natural, sin embargo, estudios recientes están demostrando que estas fibras de palmera podrían ser una alternativa viable para mejorar los problemas de comportamiento frágil que presenta el concreto (Saad et al., 2022).

### **1.1.2. A Nivel Nacional**

Hoy en día el impacto atmosférico es el desafío más delicado que estamos viviendo como sociedad, el Perú también está inmersa en esta realidad problemática, teniendo como muestra el almacenamiento desmedido de desperdicios ocasionados por las abundantes acciones de descascarado de arroz en las regiones, ocasionando graves problemas atmosféricos, por lo que el uso de CCA podría mitigar dichos daños antes mencionados (Arévalo & López, 2020).

El crecimiento de los habitantes en el Perú sigue aumentando considerablemente, generando una incesante demanda de hogares y acarreando consigo el empleo de materiales de construcción sobre todo el uso del cemento, que para su elaboración se despiden gran cantidad de CO<sub>2</sub> contaminando la atmosfera, motivo por el cual se hace necesario implementar el empleo de CCA en remplazo parcial del cemento (Aliaga & Badajos, 2018).

En Arequipa se produce anualmente 395,500 toneladas de cemento. Sabiendo que por la producción de cada ton del aglomerante en el país, se produce 0,507 ton de CO<sub>2</sub>, contribuyendo a generar un gran impacto ambiental, por tal motivo es importante la búsqueda de nuevos elementos que puedan sustituir parcialmente el cemento en la elaboración del concreto, la CCA es una excelente alternativa de sustitución del cemento con esta

práctica se disminuiría las expulsiones de gas carbónico al entorno climático, y su vez mitigaría los daños ambientales que causa esta industria imprescindible para el progreso de nuestro país (Beltrán & Ccama, 2017).

La acumulación de la fibra natural de cascara de coco así como las hojas de palmera al se vienen convirtiendo un problema ambiental en la región San Martín, ya que al ser desechados a la intemperie se está convirtiendo en un foco infeccioso, convirtiéndose en criaderos de mosquitos zancudos, moscas y demás insectos, ya que son materiales de lenta degradación, por tal motivo se hace necesario realizar estudios para ser utilizados como refuerzo en el concreto, contribuyendo a reducir el impacto que esta genera (Bacalla & Vega, 2019).

### **1.1.3. A Nivel Local**

Lambayeque produce 429,600 toneladas a 441,435 toneladas con un incremento anual de 2,57%, considerado una de las regiones que más produce este cereal generando una inmensa cantidad de cascarilla de arroz, arrojado muchas veces a los ríos generando un importante daño a nuestro medio ambiente, razón por la cual se plantea su utilización como sustituto parcial del cemento ya que posee propiedades cementantes capaz de suplir el aglomerante en la elaboración de concretos (Montero, 2019).

Los desperdicios de la industria arrocera en la región Lambayeque va creciendo día a día, su acopio y la falta de su utilización hace que se origine un gran impacto ambiental, transformándose en un importante foco de contaminación, de tal modo que puede afectar directamente el bienestar de los pobladores y del ecosistema, por ende es indispensable una política de reutilización de las CCA (Nuñez, 2018).

Con respecto a las fibras de palmera a nivel local, en la región Lambayeque no se presentan investigaciones sobre el concreto reforzado con fibras de palmera FP, es por ello que el investigador consciente de las falencias del concreto a la resistencia a la flexión y tracción.

## 1.2. Trabajos Previos

### 1.2.1. A Nivel Internacional

Kang et al., (2019) En la investigación titulada “*The use of rices husk ash as reactive filler in ultra-high performance concrete*” Esta investigación tuvo como **objetivo** buscar la temperatura óptima de quemado del RH para hallar una sílice amorfa. La **metodología** empleada fue quemar la cascara de arroz a 400 °C, y 650 °C durante 2 horas optimizando la combustión durante las pruebas para obtener una CCA blanco puro. Los **resultados** fueron que la incineración de la cascara de arroz a 650 °C produce una sílice amorfa, el cual se emplea como material cementante suplementario (MCS). La CCA es un componente puzolánico muy reactivo el cual se ha usado con éxito en reemplazo parcial del cemento. En **conclusión**, la temperatura óptima de combustión para conseguir el más alto contenido de sílice amorfa es de 650 °C.

Vieira et al., (2020) En la investigación titulada “*Effect of particle size, porous structure and content of rice husk ash on the hydration process and compressive strength evolution of concrete*” tuvo como **objetivo** determinar el grado de incineración de las CCA para conseguir una sílice amorfa. La **metodología** utilizada fue la recolección de cenizas de una planta de arroz para luego someterla a un proceso de recalcinación, en un horno de laboratorio con una rapidez de calentamiento de 10 °C/min, en dos pasos de quemado, primero se quemó a una temperatura de 350 °C durante 3 horas, luego se quemó a 600 °C, para determinar el grado de sílice de las muestras. Los **resultados** fueron que la incineración a 350 °C presenta un bajo contenido de sílice, sin embargo, a 600 °C presenta aproximadamente un 90% de sílice amorfa con propiedades cementantes. En **conclusión**, la temperatura optima de incineración es de 600 °C para conseguir una sílice amorfa.

Camargo & Higuera (2017) En la investigación titulada “*Hydraulic Concrete Modified with Silica obtained from Rice Husks*” Esta investigación tuvo como **objetivo** determinar el porcentaje óptimo de sustitución del cemento por CCA, para modificar sus propiedades mecánicas, en la

elaboración de concreto estructural. La **Metodología** empleada fue elaborar especímenes sustituyendo el aglomerante por CCA en 5%, 15% y 30%, para ser sometida a los ensayos correspondientes a los 7, 14, y 28 días de sumergidos en agua. Los **resultados** revelaron que con el 5% de CCA alcanzo una resistencia a la compresión 358,63 k/g cm<sup>2</sup> los 28 días, superando incluso a CP. Que alcanzó una resistencia de 353,23 k/g cm<sup>2</sup>. Para la resistencia a la tracción indirecta el 5% de CCA alcanzo 35,49 k/g cm<sup>2</sup> mostrando también un ligero aumento con respecto al patrón con 35,28 k/g cm<sup>2</sup>, así mismo para la resistencia a la flexión con el 5% alcanzo 47,82 k/g cm<sup>2</sup>, superando también al patrón que logro 43,54 k/g cm<sup>2</sup>. En **conclusión**, el porcentaje óptimo de sustitución de CCA es del 5% para las propiedades mecanicas del concreto.

Molaei et al., (2018) En la investigación titulada *“Mechanical performance of self-compacting concrete incorporating rice husk ash”* Esta investigación tuvo como **objetivo** estudiar los efectos de las propiedades mecanicas que se logra al sustituir parcialmente el cemento con CCA en el concreto. La **metodología** utilizada fue elaborar especímenes para ser ensayados a la fuerza de compresión, tracción y módulo de elasticidad, se elaboraron muestras con 5%, 10%, 15% y 20% de CCA en sustitución del aglomerante. Los **resultados**, revelaron que la resistencia a la compresión más alta se obtuvo el 5% de CCA. Los reemplazos de 5% y 10% CCA hace que la resistencia a compresión aumente en 8% y 2,6%, respectivamente, y al reemplazar 15% y 20% CCA, la resistencia a compresión disminuye 5,8% y 11%, respectivamente, con respecto al concreto control. La resistencia a la tracción aumenta con el porcentaje de CCA hasta un 5% de reemplazo y luego comienza a disminuir. La adición de 5 %, 10 % y 15 % de CCA hace que la resistencia a la tracción por hendimiento aumente un 4,8 %, 4,2 % y 2,5 %, respectivamente, y al utilizar 20 % de CCA la resistencia a la tracción por hendimiento disminuya un 16,9 %. También el módulo de elasticidad aumenta con el 5%, después de lo cual comienza a disminuir. El módulo de elasticidad más alto se obtuvo con el 5% de CCA. La adición de 5% y 10% de CCA hace que el módulo de elasticidad aumente 4,44% y 1,34%,

respectivamente, y al agregar 15% y 20% de CCA, el módulo de elasticidad disminuye 2,71% y 8,53%, respectivamente, con respecto al modelo. En **conclusión**, los efectos que se logra con la sustitución del 5% de CCA es el aumento de la resistencia a la compresión y tracción y el 5% y 10% el módulo de elasticidad del concreto.

Igba et al., (2019) En la investigación titulada *“The effect of partial replacement of Nigerian Portland limestone cement with rice husk ash agricultural waste in concrete”* Este estudio tuvo como **objetivo** reemplazar el cemento con CCA hasta en un 30% de la cantidad en su matriz, mejorando así las características mecánicas del concreto. La **metodología** empleada fue la sustitución de las CCA en lugar del (OPC) en porcentajes del 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% correspondientemente. Los **resultados** fueron que la resistencia a la compresión fue de 347,93 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto patrón y de 302,86 kg/cm<sup>2</sup> para el 5% de CCA a los 90 días respectivamente, resultado satisfactorio para un diseño de 305,92 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, las sustituciones de 10% - 30% disminuyeron conforme se le aumentaba las CCA en el concreto. En **conclusión**, el remplazo del 5% de CCA en el concreto es recomendable para la elaboración y utilización del concreto.

Olutoge & Adesina (2019) En la investigación titulada *“Effects of rice husk ash prepared from charcoal-powered incinerator on the strength and durability properties of concrete”* Tuvo como **objetivo** determinar la cantidad óptima de CCA en reemplazo del cemento para la mejora de las propiedades mecánicas del concreto. La **metodología** empleada fue la sustitución el cemento por CCA en un 5%, 7,5%, 10%, 12,5% y 15%, en peso del aglutinante realizándose los ensayos de resistencia a la compresión y tracción a los 7, 14, y 28 días de sumergida en agua. Los **resultados** fueron, que el concreto modelo presento una resistencia a la compresión de 418,08 kg/cm<sup>2</sup>, en tanto todas las sustituciones mostraron una disminución de 352,82; 337,53; 266,15; 231,48 y 260,03 kg/cm<sup>2</sup> para las adiciones de 5%, 7,5%, 10%, 12,5% y 15%, respectivamente, del mismo modo la resistencia a la tracción fue de 32,83 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto modelo, y con tendencia a la baja de 25,59; 25,09; 24,68; 22,94; 22,13 kg/cm<sup>2</sup>. En **conclusión**, esta



investigación presento una disminución de la resistencia a la compresión. Sin embargo, el valor más cercano al patrón fue del 5 % para la resistencia a la compresión y tracción haciendo factible su utilización en estructuras económicas.

Syahida et al., (2021) En la investigación titulada *“Performance of rice husk ash as a material for partial cement replacement in concrete”* esta investigación tuvo como **objetivo** evaluar las propiedades mecánicas del concreto con la sustitución parcial del cemento por CCA. La **metodología** utilizada fue la sustitución parcial del cemento en 5, 10, 15, y 20% en relación al peso del aglutinante. Los **resultados** evidenciaron que el 5% de CCA alcanzó una resistencia a la flexión de 56,08 kg/cm<sup>2</sup> superando al patrón que llegó a una fuerza de 49,97 kg/cm<sup>2</sup>, suponiendo un incremento de 12,23%. y para la resistencia a la tracción el 5% obtuvo una resistencia de 34,06 kg/cm<sup>2</sup> siendo mayor a la resistencia del concreto modelo que obtuvo 32,73 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días. En conclusión, las propiedades mecánicas del concreto se ven afectados positivamente con el 5% de CCA.

El-Nadoury (2020) En la investigación titulada *“Applicability of Using Natural Fibers for Reinforcing Concrete”* Esta investigación tuvo **objetivo** establecer la proporción óptima de adición de fibras de tronco de palma para mejorar la resistencia a la tracción del concreto. La **metodología** empleada fue elaborar muestras de control de concreto normal y muestras con la adición del 1%, 2% y 3% que contienen fibras de tronco de palma para comparar su resistencia a la tracción. Los **resultados** fueron para la muestra de concreto normal con 0% de fibra alcanzó una resistencia a la tracción de 21,41 kg/cm<sup>2</sup>. Para las muestras que contienen 1%, 2% y 3% de fibra de tronco de palma lograron una resistencia a la tracción de 25,49; 21,21, y 20,60 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. En **conclusión**, el 1% es la proporción óptima de adición de fibras de tronco de palma para incrementar la resistencia a la tracción.

Zulfiati et al., (2021) En la investigación titulada *“Mechanical Properties of Fly Ash-Based Geopolymer with Natural Fiber”* Esta

investigación tuvo como **objetivo** determinar la longitud y porcentaje óptimo de la fibra de hoja de piña para la resistencia a la compresión y flexión de los concretos geopolímeros. La **metodología** usada, fue adicionar las fibras al concreto en tamaños de 10 mm, 20 mm y 30 mm con porcentajes de 0%, 0,25% y 0,50%, con respecto al peso de la mezcla, la fibra fue tratada en solución de hidróxido de sodio (NaOH), de 14 y 16 mol para protegerla de las reacciones químicas del cemento. Los **resultados** revelaron que la longitud optima de fibras es de 30 mm y el porcentaje de adición es del 0,5%, en una concentración de tratamiento 16 mol de solución de NaOH (1mol = 39,9969 g/Lt.) alcanzando una resistencia a la compresión de 422,86 kg/cm<sup>2</sup> y resistencia a la flexión de 93,91 kg/cm<sup>2</sup>. En **conclusión**, la longitud optima de la fibra de piña es de 30 mm y el porcentaje óptimo de adición es del 0,5%.

Saad et al., (2022) En su investigación titulada *“Improving the brittle behavior of high strength concrete using banana and palm leaf sheath fibers”* Esta investigación tuvo como **objetivo** demostrar el contenido óptimo de incorporación de fibra de vaina palma para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. La **metodología** empleada fue elaborar especímenes adicionando fibras de vaina de palma en porcentajes del 1%, 2% y 3% con respecto al volumen de la mezcla, para determinar el mejor porcentaje de inclusión de fibras. Los **resultados** obtenidos fueron que la resistencia a la compresión de las muestras con fibras de vaina de palma disminuyó en 5,2%; 7,5%; y 9,6% a los 28 días respecto al patrón para todas las adiciones de fibras. Por el contrario, las mezclas incorporadas con 1% y 2% de fibras de vaina de palma demostraron mayor resistencia a la tracción que el modelo. Los índices de incremento fueron 24,6% y 15,4%. En tanto que, la adición del 3% redujo la resistencia a la tracción en un 6,2%. Del mismo modo, la reducción en la resistencia a la flexión de las mezclas con 2% y 3% fue pequeña, representando solo aproximadamente 8,7% y 14%, respectivamente, en comparación con la mezcla de control. La resistencia a la flexión de la mezcla con fibras de vaina de palma al 1% aumentó ligeramente en aproximadamente un 1,3%. Las mezclas con fibras tuvieron

un módulo de elasticidad ligeramente menor en 4,3%; 6,1% y 7,8% con respecto a modelo. En **conclusión**, la incorporación del 1% y 2% de fibras muestra un comportamiento positivo para la resistencia a la tracción, y el 1% para la resistencia a la flexión.

Esper & Canseco (2020) En su investigación titulada "*Influence of alkaline treatment and fiber content on the mechanical properties of cement-reinforced pineapple leaf fiber (PALF).*" Esta investigación tuvo como **objetivo** tratar las fibras de piña con hidróxido de sodio (NaOH) en diferentes concentraciones y adicionar fibras en con contenidos variables con respecto al peso del cemento para hallar el porcentaje optimo en la resistencia a la tracción y flexión. La **metodología** utilizada fue sumergir las fibras en concentraciones variables de 4 %, 8 % y 12 % en relación al peso del líquido (20 lts) durante un tiempo de inmersión de 6 horas a temperatura ambiente. Luego se agregó a la mezcla la fibra en contenido variable de 1 %, 4 % y 7 % en peso del cemento, las muestras se caracterizaron mecánicamente después de 28 días. Los **resultados** fueron que con la adición del 1% de fibra y en 4% de solución de NaOH fue el mejor porcentaje en la resistencia a la tracción llegando alcanzar 20,68 kg/cm<sup>2</sup>. Y la resistencia a la flexión de 15,24 kg/cm<sup>2</sup>. En **conclusión**, en porcentaje óptimo de fibra es de 1% tratado con el 4% de NaOH en la resistencia a la tracción y flexión del concreto.

Momoh et al., (2021) En la investigación titulada "*Bond behaviour of oil palm broom fibres in concrete for eco-friendly construction*" Esta investigación tuvo como **objetivo** determinar el porcentaje optima de adición de fibras de escoba de palma aceitera en el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto. La **metodología** empleada fue elaborar muestras experimentales con la adición de fibras de escoba aceitera en porcentajes de 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; 3% y 4% en volumen de la mezcla. Los **resultados** revelaron la disminución de resistencia a la compresión para todos los porcentajes de adición en 2,9%; 5,5%; 15,4%; 21,5%; 18,9% y 32%. sin embargo, la resistencia a la tracción aumento en 3,60%, para la adición del 0,5% y para la resistencia a la flexión el 4% obtuvo la mayor resistencia de 1,80% a los 28 días respectivamente. en **conclusión**, las

fibras de escoba de palma aceitera solo influyen de manera positiva en la resistencia a la tracción y flexión, con los porcentajes de 0,5% y 4%.

### **1.2.2. A Nivel Nacional**

Arévalo & López (2020) En la investigación titulada “*Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín.*” Esta investigación tuvo como **objetivo** incorporar CCA en el concreto con el fin de analizar sus propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y flexión en estado seco. La **metodología** empleada fue elaborar muestras con una incorporación de seis porcentajes de adición de CCA 1%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15 %, luego definieron tres porcentajes de trabajo de 2%, 4% y 6%, para los diseños de 175 y 210 kg/cm<sup>2</sup>, ensayados a los 7, 14, y 28 días. Los **resultados** fueron que con la adición del 2% de CCA obtuvieron una resistencia a la compresión de 177,66 y 213,82 kg/cm<sup>2</sup>, en tanto que los patrones alcanzaron 176,53 y 210,35 kg/cm<sup>2</sup> notándose un incremento de 0,64% y 1.5% respectivamente para ambos diseños. para la resistencia a la flexión se obtuvo 41,57 kg/cm<sup>2</sup> y 47,83 kg/cm<sup>2</sup> con la adición del 2% de CCA y las muestras patrones lograron una resistencia de 39,34 kg/cm<sup>2</sup> y 46,06 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo un incremento 5,67% y 3,84% para los diseños de 175 y 210 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. En **conclusión**, con la incorporación del 2% de CCA en el concreto se logra un leve incremento de las propiedades de resistencia del concreto.

Rodríguez & Montalván (2021) En la investigación titulada “*Influencia de la Adición de ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a compresión del concreto, san Martín - Perú 2021*” Esta investigación tuvo como **objetivo** establecer la cantidad ideal de adición de CCA con el fin de aumentar las características mecánicas del concreto. La **metodología** utilizada fue elaborar muestras de concreto modelo con  $F'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y muestras adicionando CCA en 3%, 5%, 7% y 9% en reemplazo del cemento, ensayándolos a los 7 y 28 días de curado. Los **resultados** fueron que las muestras patrón alcanzaron una resistencia a la fuerza compresiva de 165,80 kg/cm<sup>2</sup>, 242,77 kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 y 28 días, en tanto para las muestras

con adiciones de CCA en 3, 5, 7 y 9% alcanzaron 179,73; 170,50; 174,05 y 129,75 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, y 259,07, 214,25, 194,88, y 176,93 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente evidenciando un incremento de 6,71% para la adición del 3%. En **conclusión**, la cantidad ideal de sustitución de CCA es del 3% para aumentar las características mecánicas del concreto.

Cerna (2018) En la investigación titulada *“Resistencia del concreto sustituyendo el cemento por cenizas de cascara de arroz y cenizas de carbón”* Esta investigación tuvo como **objetivo** determinar el porcentaje óptimo de reemplazo del CCA y cenizas de carbón en la resistencia del concreto. La **metodología** empleada fue elaborar un concreto modelo y los concretos de pruebas con adiciones de cenizas del 5% CCA y 15% de cenizas de carbón y 10% CCA y 30% de cenizas de carbón, elaborando probetas para ser ensayadas a los 7, 14, 28 y 45 d. los **resultados** fueron para el concreto modelo se obtuvo una dureza media de 156,89, 173,99, 217,83, y 281,53 kg/cm<sup>2</sup>, a los 7, 14, 28 y 45 días, y el concreto de prueba con 5% de CCA Y 15% de cenizas de carbón obtuvo una dureza media de 166,40, 192,82, 230,21, y 325,42 kg/cm<sup>2</sup>, a los 7, 14, 28, y 45 días respectivamente, mientras que el concreto de prueba con 10% de CCA y 30% de CA obtuvo una dureza media de 111,01; 124,57; 146,81; y 202,74 kg/cm<sup>2</sup>, a los 7, 14, 28, y 45 días respectivamente. En **conclusión**, el uso de CCA y cenizas de carbón en reemplazo del cemento en 5% y 15% es el porcentaje óptimo para aumentar la resistencia del concreto.

Garrido (2021) En la investigación titulada *“Propiedades físico-mecánicas del concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con la adición de fibras de maguey, bambú y cáñamo, Lima 2021”* Esta investigación tuvo como **objetivo** estudiar la viabilidad del uso de las fibras naturales para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. La **metodología** utilizada fue adicionar tres tipos de fibras naturales al concreto tradicional, maguey, bambú y cáñamo en porcentajes de 1,5%; 2,0% y 2,5%, con rupturas a los 7, 14 y 28 días, analizando su resistencia a la compresión, flexión y tracción. Los **resultados** demostraron que el 2,5% de fibras de maguey tuvo una resistencia a la compresión de 232,52 kg/cm<sup>2</sup>, y el patrón 220,52 kg/cm<sup>2</sup>

notándose un incremento de 5,44%. Para la resistencia a la flexión tuvo 38,83 kg/cm<sup>2</sup>, y el concreto modelo tuvo 35,08 kg/cm<sup>2</sup> con un incremento de 10,69% kg/cm<sup>2</sup>. También la resistencia a la tracción tuvo un aumento 26,94 kg/cm<sup>2</sup>, mientras el modelo tuvo 24,79 kg/cm<sup>2</sup>, incrementando un 8,67% respecto al modelo. En tanto con la fibra de bambú con el 2,5% tuvo 253,74 kg/cm<sup>2</sup>, 47,71 kg/cm<sup>2</sup> y 28,62 kg/cm<sup>2</sup>. Mientras que la fibra de cáñamo con el 2,0% obtuvo 230,72 kg/cm<sup>2</sup>, y con el 2,5% tuvo 38,78 kg/cm<sup>2</sup> y 27,44 kg/cm<sup>2</sup> para la resistencia a la compresión, flexión y tracción respectivamente. en **conclusión**, los mejores porcentajes de fibras naturales se muestra en 2,0% y 2,5% para mejorar las propiedades mecánicas del concreto.

Paucar (2022) En la investigación titulada “*Evaluación de adición de fibra de hoja de piña y palmera en propiedades del concreto F’c=210kg/cm<sup>2</sup>, Lima – 2022*” Esta investigación tuvo **objetivo** establecer el comportamiento de la adición de fibra de hoja de piña y palmera en las propiedades mecánicas del concreto. La **metodología** usada fue desarrollar especímenes con las combinaciones de las fibras de hoja de piña y palmera en 0,90%; 1,80% y 2,60% evaluando la resistencia de compresión, tracción y flexión a los 28 días. Los **resultados** obtenidos fueron, el concreto modelo tuvo 299,00; 27,06 y 39,00 kg/cm<sup>2</sup>. Para la adición de 0,90%; 319,33; 29,11 y 42,33 kg/m<sup>2</sup>. Para 1,80% y 312,00; 30,06 y 44,67 kg/m<sup>2</sup> y para 2,60% fue de 297,33; 27,45 y 43,33 kg/m<sup>2</sup>, para la resistencia a la compresión, tracción y flexión respectivamente. en **conclusión**, la adición de 0,90% de fibras aumento la resistencia a la compresión y 1,80% incremento la fuerza a tracción y flexión.

### **1.2.3. A Nivel Local**

Montero (2019) En la investigación titulada “Evaluación de las Propiedades del Concreto empleando Ceniza de Cascara de Arroz como sustituto del Cemento en Porcentajes para las Edificaciones en la Ciudad de Chiclayo” Esta investigación tuvo **objetivo** evaluar las propiedades del concreto sustituyendo el cemento por cenizas de cascara de arroz en 10, 15 y 20% en relación al peso de aglomerante. La **metodología** empleada fue elaborar especímenes con una resistencia de 175, 210, y 280 kg/cm<sup>2</sup> los

cuales fueron puestas a prueba a los 7,14 y 28 días. Los **resultados** revelaron que el porcentaje óptimo de sustitución parcial de ceniza de cascara de arroz por el cemento es de 10% logrando un incremento de resistencia a compresión de 19,20% para un  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , 2,48% para un  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y 2,26% para un  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días mejorando las propiedades mecánicas del concreto. Se observó también que el módulo de elasticidad supera al concreto patrón con la sustitución del 10% sin embargo el 15 y 20% disminuyen. En conclusión, el porcentaje de cenizas de cascara de arroz para mejorar las propiedades del concreto es del 10% para todos los diseños.

Con respecto a las fibras de palmera a nivel local, en la región Lambayeque no se presentan investigaciones sobre el concreto reforzado con fibras de palmera FP, es por ello que el investigador consciente de las falencias del concreto a la resistencia a la flexión y tracción.

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

#### **1.3.1. Variable independiente**

##### **1.3.1.1. Cascara de arroz (CA)**

La CA se deriva mediante el proceso industrial del pilado del arroz, la cantidad de CCA con respecto al arroz con cascara varía de acuerdo a la variedad, pudiendo encontrarse entre el 17% al 23% de peso. La cascara de arroz mide alrededor de 0,9 cm de largo, y 0,1–0,2 cm de ancho, conteniendo dentro de sus propiedades un 75% - 90% de sustancia orgánica (lignina y celulosa), elementos minerales, como sílice, álcalis y oligoelementos. Sus propiedades dependen mucho de la variedad del arroz, clima, tipo de suelo y la ubicación geográfica de sembríos (Buratti et al., 2018).



*Figura 1. Cascara de arroz.*

*Nota: extraída según: (Glushankova et al., 2018)*

El arroz o grano de arroz (*oryza sativa*) se cultiva en más del 50% de los países de todo el mundo como un producto básico para la alimentación. La cascara de arroz obtenida por el proceso de molienda es más o menos el 22% en peso del arroz pudiéndose utilizar como combustible alternativo (Geethakarhi, 2021).

Para obtener la cascarilla de arroz, el arroz tiene que pasar por un proceso de descascarillado, este proceso consiste en hacer pasar el arroz entre fajas elevadoras las cuales las transportan a unos rodillos de jebe las cuales las van pilando, la superficie de la cascara de arroz es rugosa raspante, debido a su lenta degeneración y el poco aporte proteico, no es apto para el consumo de los animales, por tal motivo dificulta el aprovechamiento económico (Montero, 2019)

### **1.3.1.2. Principales productores de arroz en el mundo**

El 11 de junio la Oficina de Análisis Global del Departamento de Agricultura (USDA) de los EE.UU. ha publicado la cantidad estimada de la producción de arroz en todo el mundo, en tal publicación se hace mención que para la campaña 2019/2020 se había estimado una producción de 499,2 millones de toneladas de arroz en cascara inicialmente, sin embargo esta estimación tuvo una gran caída en la producción, esto debido al gran impacto generado por la pandemia del (covid-19) que trajo consigo la escases de la mano de obra (Ministerio de Agricultura y Riego, 2020). En la Tabla 1 se muestran los principales países productores de arroz en el mundo.

**Tabla 1.**

*Países con mayor producción de arroz pilado en el mundo en millones de toneladas*

N°	Países	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021
1	China	148499	147766	148873	148490	146730	149000
2	India	104408	109698	112760	116480	117939	118000
3	Bangladesh	34500	34578	32650	34909	35850	36000
4	Indonesia	36200	36858	37000	34200	33500	34900
5	Vietnam	27584	27400	27657	27344	27369	27200



6	Tailandia	15800	19200	20577	20340	18000	20400
7	Burma	12160	12650	13200	13200	127000	13100
8	Filipinas	11008	11686	12235	11732	11400	11000
9	Japón	7876	7929	7787	7657	7611	7650
10	Brasil	7210	8383	8204	7140	7412	7208
11	Pakistán	6802	6849	7500	7300	7200	7500
12	EE.UU.	6131	7117	5659	7107	5864	6864
13	Camboya	4931	5256	5554	5742	5740	5780
14	Nigeria	3941	4536	4470	4538	5040	5040
<b>20</b>	<b>Perú</b>	<b>2174</b>	<b>2185</b>	<b>2097</b>	<b>2415</b>	<b>2208</b>	<b>2277</b>

---

Producción principales

Países	429224	442091	446223	448594	558863	451919
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

---

*Nota:* Extraído según (Ministerio de Agricultura y Riego, 2020).

### **1.3.1.3. Definición y Clasificación de las Puzolanas**

Según la norma (ASTM C618, 2017), establece a la puzolana de la siguiente manera. Son componentes naturales o artificiales que comprenden sílice – amorfo o aluminio los cuales por si solos no contienen valor alguno de materias cementicias, sin embargo, al contacto con el agua esta presenta una reacción química y con el hidróxido de calcio a temperatura ambiente conforman una mixtura con propiedades cementicias (Montero, 2019).

De acuerdo con la (Norma Técnica Peruana 334.104, 2011) y la (ASTM C618, 2017) Cementos. Son aditamentos minerales del concreto: puzolana natural cruda o calcinada y cenizas volantes. Especificaciones). Determinan tres calidades de cenizas volantes:

CLASE N: Puzolanas naturales crudas o incinerados, como son las diatomitas; tufos y cenizas volcánicas, incineradas o sin incinerar y materiales que necesiten de incineración para procurar propiedades adecuadas.

CLASE F: Ceniza volante provocadas por la incineración de antracita o bitumen. Cenizas que poseen propiedades puzolánicas.

CLASE C: Ceniza volante producida por la incineración de carbón subbituminoso o lignito. Este tipo de ceniza, posee también propiedades cementantes además de propiedades puzolánicas (Montero, 2019).

#### **1.3.1.4. Clasificación de la Puzolanas Naturales y Artificiales**

Se dividen en tres grupos principales, según la (ASTM C618, 2017), las cuales son las siguientes.

##### **1.3.1.5.1. Puzolanas Naturales**

a. Cenizas volcánicas: están formadas por explosiones de volcanes que emanan diminutas partículas de rocas y minerales templadas a temperatura ambiente, convirtiéndose en un elemento muy resistente.

b. Tufos o tobas volcánicas (zeolitas): se encuentra dentro del grupo de los silicatos hidratados de aluminio, las cuales son conformadas por más de cuarenta variedades, estas contienen considerables porcentajes de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) y alúmina reactiva ( $\text{AL}_2\text{O}_3$ ), a consecuencia de la acción hidrotermal sobre las cenizas volcánicas y su posterior cementación diagenética.

c. Tierras de diatomeas (diatomitas): Puzolanas de ascendencia biológica. Yacimientos de conchas silíceas de algas acuáticas diminutas unicelulares (diatomeas). Las diatomitas son de ascendencia orgánica están clasificadas como una roca de sílice sedimentaria, el origen de toda diatomita es un ser vivo conocido como diatomea, son algas acuáticas unicelulares que proliferan microscópicamente, dentro del capote externo del plasma tienen dos valvas silíceas. El tamaño de esta se altera dependiendo de la especie midiendo de entre 5 – 150  $\mu\text{m}$  de diámetro, teniendo la capacidad absorber sílice de hbitad natural acuoso (Montero, 2019).

##### **1.3.1.5.2. Puzolanas Artificiales**

Estos tipos de puzolanas se obtienen principalmente mediante el proceso térmico, los cuales son desechos o subproductos derivados de la incineración, estas están catalogadas de la siguiente manera.

a. Cenizas volantes (fly ash): derivado de las centrales termoeléctricas que emplean carbón molido como combustible, la textura fina formado por partículas esféricas. La normativa (ASTM C618, 2017) puntualiza dos clases de cenizas volantes.

Clase F: obtenida mediante la incineración del carbón antracítico o bituminoso. Cenizas que contienen propiedades puzolánicas.

Clase C: este tipo de cenizas se consigue a través de la incineración del carbón subbituminoso o lignito, estas cenizas no solo poseen puzolanas, sino que también son cementantes.

b. Arcillas activadas térmicamente: estas arcillas naturales no presentan actividades puzolánicas a no ser que sea calcinada a temperaturas de 600 a 900 °C destruyendo su estructura cristalina.

c. Microsilice (silica fume): producto derivado de la disminución del cuarzo de alta pureza con carbón en hornos de arco eléctrico, producido en la fabricación silicio metálico y ferro silicio.

d. Cenizas de cascara de arroz: esta ceniza es la primera puzolana proveniente de la quema de los desechos agrícolas específicamente las cascarillas de arroz. La actividad puzolánica está sujeta en gran medida a las condiciones de la quema, de esto también depende la facilidad de ser molido y conseguir una ceniza más fina, por tal motivo la temperatura de combustión no debe superar los 700 °C. (Montero, 2019).

#### **1.3.1.5. Cenizas de cascara de arroz (CCA)**

Las CCA son desechos agrícolas accesibles en grandes cantidades en todos los países del mundo, principalmente en la india y los países asiáticos, debido a que el arroz viene siendo el alimento primordial. Alrededor del 20% del arroz recolectado está integrado por la cascara de arroz, de esa cantidad el 18% - 20% se convierte en CCA luego de haber sido quemado en la producción de energía térmica. La principal combinación química de la CCA es la sílice amorfa, capaz de ser usado como componente puzolánico en la fabricación de concretos (Kameshwar et al., 2021).



*Figura 2. Cenizas de cascara de arroz sin el proceso de molido.*



*Figura 3. Cenizas de cascara de arroz con el proceso de molido.*

Una forma de reciclar de manera eficaz la cascara de arroz es la utilización de todas sus propiedades orgánicas e inorgánicas del material. Mediante la incineración de la cascara de arroz es posible generar energía. Al ser quemada de manera controlada produce un alto contenido de sílice ideal como material cementicias (Glushankova et al., 2018).

#### **1.3.1.6. Composición química de la CCA**

Los elevados porcentajes de sílice, alúmina y óxido de hierro contenidos en las CCA son las causantes de la acción puzolánicas en las CCA. La sílice es el responsable del efecto puzolánico al mezclarse con el hidróxido de calcio produciendo cementaciones compuestas de hidrato de silicato de calcio (Abiodun & Jimoh, 2018). en la Tabla 2 se muestran la composición química de las cenizas de cascara de arroz.

**Tabla 2.***Composición Química de la CCA.*

ceniza de cascara de arroz	
Componente	%
Ceniza de sílice (SiO <sub>2</sub> )	94,1
Oxido de calcio (CaO)	0,55
Oxido de magnesio (MgO)	0,95
Oxido de potasio (K <sub>2</sub> O)	2,1
Oxido de Sodio (Na <sub>2</sub> O)	0,11
Sulfato	0,06
Cloros	0,05
Oxido de titanio (TiO <sub>2</sub> )	0,05
Oxido de aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,12
Otros componentes (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1,82
total	100

*Nota:* Extraído según (Cataño et al., 2021).

### 1.3.1.7. Tipos de fibras

En la figura 4 se muestran los diferentes tipos de fibras.

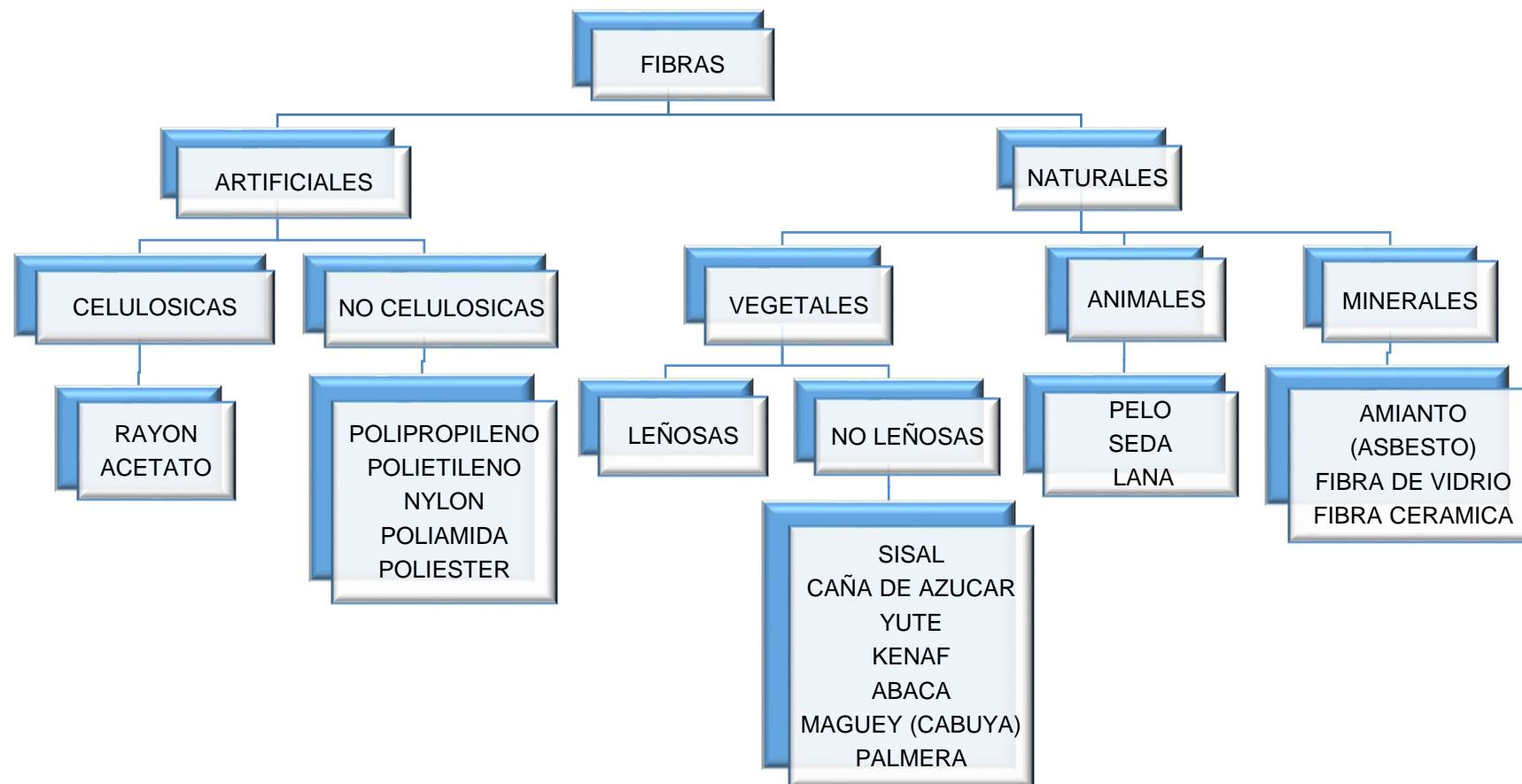


Figura 4. Tipos de fibras para refuerzo del concreto.

Nota: extraído según (Herrera & Polo, 2017)

### 1.3.1.8. **Fibras vegetales**

#### 1.3.1.8.1. **Fibra de cabuya (maguey)**

La cabuya es una planta de la especie *furcraea* proveniente de América Tropical, de las regiones andinas de Venezuela y Colombia, la cual se fue expandiendo a la mayor parte de Sudamérica, Centroamérica y las Antillas. Por sus hojas alargadas hacen que esta fibra de origen vegetal sea propicia para aprovecharla en la elaboración de concretos, debido a su baja densidad de  $1,3 \text{ g/cm}^3$  es considerado una buena alternativa para diversas industrias por ser un material ligero y resistente a la tracción (Estrella, 2016).



a.

b.

*Figura 5. a). Planta de cabuya b). fibra de cabuya.*

*Nota: extraído según (Estrella, 2016)*

#### 1.3.1.8.2. **Fibra de piña**

Esta fibra se obtiene mediante el procesado de la hoja de la piña, la fibra de piña tiene diversos usos debido a sus propiedades que posee, como una excelente fuerza a la tracción y buena resistencia a la flexión, por ende, se avizora como un buen material de refuerzos para aquellos que carecen de tales características o dar ductilidad a elementos muy rígidos como el concreto, motivo por la cual se tiene necesidad de tener mayor conocimiento de sus propiedades físicas, químicas y mecánicas (Peña & Pinzón, 2021).



a.

b.

*Figura 6. a). Planta de piña. b). fibra de piña.*

*Nota: Extraído según (Castillo, 2019)*

### 1.3.1.8.3. Palmera silvestre

La palmera silvestre europea (*Chamaerops Humilis*), por tener una espesa cantidad de hojas alargadas y pequeños frutos decorativos se emplea en jardines como planta ornamental, sus hojas alargadas en forma de abanico tienen la peculiaridad de ser muy resistentes a la tracción por tal motivo son usados como material de amarre. Este tipo de palmeras son susceptibles a las bajas temperaturas por lo que se desarrollan en lugares tropicales con temperaturas mayores de 5°C (Paisajismo Digital, 2018).



Figura 7. a). Planta de palmera. b). fibra de palmera (*Chamaerops humilis*).

En el siglo pasado, HF Porter propuso el concepto de hormigón fibroso. A partir de entonces, la adición de varios tipos de fibras al concreto se ha convertido en un campo de investigación prometedor para mejorar el rendimiento del concreto. Las fibras vegetales naturales, como el girasol, el sisal, el bambú y la palmera, son muy populares en los países en desarrollo debido a su bajo costo y alta reproducibilidad (Liu et al., 2021).

### 1.3.1.9. Propiedades mecánicas de las fibras de palma burí

Los efectos de la fibra de palmera de una sola hebra sin tratar y tratada alcalinamente con diferentes concentraciones y períodos de inmersión mejoran el rendimiento de las propiedades de tracción. Se notó que hubo un alza a la resistencia a la tracción de la fibra de palmera con 5% en peso y 10 % en peso de hidróxido de sodio (NaOH) con respecto a la fibra y con un período de inmersión de 1 h y 24 h. La máxima resistencia a la tracción mostró al 5% de NaOH durante un período de inmersión de 24 h, 159,16 MPa. alcanzó un aumento significativo del 86,54% en comparación con la fibra sin tratar (Zalinawati et al., 2020). En la Tabla 3 se muestran las propiedades mecánicas de las fibras de palma Burí.



**Tabla 3.***Propiedades Mecánicas de la Fibra de Palma Burí.*

Fibra	% de hidróxido de sodio (NaOH)		N° de horas de inmersión		Resistencia a la tracción (MPa)	Aumento a la tracción con respecto a la fibra sin tratar (%)
	5%	10%	1 hora	24 horas		
Palmera	5	-	-	24	159,16	86,54
	5	-	1	-	99,18	16,24
	-	-	1	-	90,60	6,19

*Nota:* Extraído según (Zalinawati et al., 2020).**Tabla 4.***Propiedades Mecánicas de Varios Tipos de Fibras Naturales.*

Tipo de Fibra	diámetro promedio (cm)	Longitud promedio (cm)	% de Absorción 24 horas después	Densidad promedio de fibra	Fuerza de tracción promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	% de alargamiento promedio
Bagazo	0,051	3,51	122,50	0,639	251,00	N/A
Coco	0,069	27,99	58,50	0,580	620,46	2,600
Yute	0,010	40,01	62,00	1,280	3761,42	N/A
Maguey	0,036	40,01	63,00	1,240	3824,70	N/A
Lechuguilla	0,036	40,01	102,00	1,360	3803,60	N/A
Plátano	0,028	9,40	276,00	0,298	770,56	3,000
Palma	0,043	44,30	129,90	1,195	3515,35	2,8800
Bambú	variable	variable	51,00	0,720	3844,38	1,8000

*Nota:* Extraído según (Herrera & Polo, 2017).**Tabla 5.***Propiedades físicas de las Fibras de Palmera.*

Tipo de Fibra	Espesor promedio (mm)	Ancho promedio (mm)	Área promedio (mm <sup>2</sup> )	Longitud promedio (mm)	% de Absorción 12 horas después
Fibra de Palmera	0,566	2,605	1,474	40,751	29,51

### **1.3.2. Variable dependiente**

#### **1.3.2.1. Concreto.**

##### **1.3.2.1.1. Definición.**

Es el elemento que está conformado por una mezcla de cemento, agua y agregados, que al inicio se convierte en una masa plástica la cual se le puede dar la forma requerida, y conforme pasa el tiempo va endureciendo y adquiriendo propiedades aislantes y de mucha dureza convirtiéndolo en un material excelente para las construcciones en general (Arévalo & López, 2020).

El material que más se utiliza hoy en día en las construcciones es sin duda el concreto. Para lograr un concreto de buena calidad se debe conocer las características de los materiales, así como la experiencia que tenga el profesional encargado, casi siempre no se conoce los siete aspectos importantes del concreto como su naturaleza, materiales, propiedades, dosificaciones, manipulación, control de calidad, inspección y mantenimientos de las estructuras (Beltrán & Ccama, 2017).

El concreto es el elemento que se consigue mediante la mezcla de un aglomerante, y otros materiales que, al momento de solidificarse, esta se convierte en una roca artificial (Rodríguez & Montalván, 2021).

#### **1.3.2.2. Componentes del concreto.**

El cemento es uno de los elementos más importante en la elaboración del concreto ya que actúa como aglomerante en la adhesión con los otros componentes tales como: agregados finos, grueso y agua en porcentajes apropiados, de tal manera que alcance las propiedades esperadas en particular la resistencia (Rodríguez & Montalván, 2021).

##### **1.3.2.2.1. Cemento Portland**

Aglomerante hidráulico que es elaborado a través de la molienda del Clinker generalmente su composición son silicatos de calcio hidratados que contiene por lo común sulfato de calcio y naturalmente caliza componente principal del cemento (Norma Técnica Peruana 334.082, 2016).

Componente conseguido mediante la molienda del Clinker portland con el aditamento esporádico de  $\text{CaSO}_4$ , se admite agregar otros componentes que no superen el 1% del peso total, siempre y cuando la normativa vigente contemple su adición no altere las propiedades que conforman el aglomerante. Todos los componentes agregados serán pulverizados juntamente con el Clinker (Norma E.060, 2019).

El aglomerante es un producto que posee características particulares como las de unión y adherencia de elementos áridos inertes que dan como resultado un sólido muy resistente y duradera llamado concreto, el cemento está compuesto por materiales sumamente importantes como el silicato cálcico y el silicato de aluminio. Los materiales más comunes con los que se elaboran son las piedras calizas que otorgan el óxido de calcio, arcilla y esquistos que vienen del dióxido de silicio y también de la alúmina. Estos elementos se trituran, se combinan, se derriten para lograr obtener el Clinker, después de ello se deja entibiar para empezar a triturarlo de nuevo hasta conseguir la finura correspondiente al cemento. (Arévalo & López, 2020).

**Tabla 6.**

*Componentes Químicos del Cemento.*

componentes	formula	porcentajes
Oxido de calcio	$\text{CaO}_2$	61,90
Oxido de sílice	$\text{SiO}_2$	19,34
Oxido de aluminio	$\text{Al}_2\text{O}_3$	4,06
Oxido de potasio	$\text{K}_2\text{O}$	0,59
Óxido de hierro	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	3,08
Oxido de magnesio	$\text{MgO}$	2,34
Oxido de sodio	$\text{Na}_2\text{O}$	0,48
Trióxido de azufre	$\text{SO}_3$	3,79
Pentaóxido de difosforo	$\text{P}_2\text{O}_5$	0,25
Limos libres	-	1,50
Perdida por ignición	-	3,17

*Nota:* extraído según (Abiodun & Jimoh, 2018).

### 1.3.2.2.2. Tipos de cemento portland

Según Montero (2019) En el Perú solo se cuenta con pocos tipos de cemento, pero en el mundo se cuenta con una amplia variedad de cemento portland sin adición.

- **Tipo I:** Su uso se da en construcciones de mortero y concreto en general y cuando no se requiere propiedades específicas, también se recomienda su uso para concretos que no estén expuestos a ataques de los sulfatos presentes en el suelo como en el agua.
- **Tipo II:** Recomendable en construcciones donde se requiera moderada oposición a los sulfatos y/o bajo calor de humedecimiento por ejemplo en estructuras de drenaje, su se recomienda en obras como puentes, estructuras industriales, perforaciones, obras portuarias, en general en obras con volúmenes considerables, y en climas cálidos.
- **Tipo III:** Recomendables para aquellas obras donde se necesite elevadas resistencias a edades tempranas, generalmente menos de siete días, se recomienda también su uso en zonas con climas fríos. El uso del cemento tipo 3 permite el curado controlado.
- **Tipo IV:** Se requiere para obras de baja temperatura de hidratación, ideales para represas, centrales hidroeléctricas y construcciones de considerables volúmenes de concreto grandes masas de concreto, este tipo de cemento desarrolla su resistencia con más lentitud con respecto a los demás cementos.
- **Tipo V:** Aparte de poseer las cualidades del cemento tipo II, su uso se recomienda en lugares donde se requiera mayor oposición a los sulfatos, ideales para obras en los puertos expuestas a las aguas oceánicas, en obras de canales, túneles, alcantarillas, suelo con elevados porcentajes de sulfatos. Este tipo de cemento gana su resistencia de manera más lenta que el cemento tipo I, incrementado oposición a los sulfatos. Los tipos de cementos se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 7.**

Componentes Químicos del Cemento.

Cemento Portland	Composición Química en %			
	Silicato tricálcico (alita)	Silicato dicálcico (belita)	Aluminato tricálcico	Aluminoferrito tetracálcico
Componente	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_3$	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$
Abreviatura	C3S	C2S	C3A	C4AF
Tipo I	48	27	12	8
Tipo II	40	35	5	13
Tipo III	62	13	9	8
Tipo IV	25	50	5	12

*Nota:* Extraído según (Montero, 2019).

### 1.3.2.3. Agregados.

El concreto hidráulico está compuesto generalmente por agregados con gran volumen que va desde los 50% hasta los 80%, siendo importantes en la masa de cemento duro, agua en suspenso y el aire que se encuentra en el concreto, o los químicos que se agregan, las propiedades más importantes en las mezclas van a requerir mucho de los agregados. Además, indica que “los agregados en construcción están divididos en dos partes las cuales son los agregados finos y gruesos, además integran los materiales sin movimiento en el concreto, por el hecho de que no causan ningún efecto en las reacciones químicas que pueden presentar el aglomerado con el líquido (Arévalo & López, 2020).

#### 1.3.2.3.1. Agregado fino o arena.

El agregado fino lo podemos encontrar en la naturaleza al desintegrar las rocas ya sea de manera natural o desintegrándolo nosotros mismos, este agregado debe pasar por el Tamiz N° 4. Por otro lado, la arena debe ser resistente, duradera limpia y sobre todo no debe estar contaminado con basuras ya que tiene que estar totalmente pura. Los agregados finos deben poseer una cantidad por debajo de los 5% de arcilla o limos, tampoco puede

tener un porcentaje mayor de 1,5% de material orgánico. El diámetro de las partículas que tienen debe ser menos de ¼" y por último tiene que estar graduado de manera que cumpla lo descrito en la ASTM C-33-93 (Arévalo & López, 2020). La clasificación de los agregados se muestra en la Tabla 8

**Tabla 8.**

*Clasificación de los Agregados según el Tamaño de sus Partículas.*

Dimensión en mm	Designación más frecuente	Clasificación	Empleo en agregados de mezclas
< 0,002	Arcilla	Fragmento muy Fino	No aceptable
0,002– 0,074	Limo	Fragmento Fino	No aceptable
0,074 – 4,76 #200 - #4	Arena	Agregado Fino	Material aceptable para concreto y mortero
4,76 – 19,1 #4 - 3/4"	Gravilla		Material aceptable para concreto
19,1 – 50,8 3/4" - 2"	Grava	Agregado Grueso	Material aceptable para concreto
50,8 – 152,4 2" - 6"	Piedra		
> 152,4 6"	Piedra grande		Concreto ciclópeo

Nota: Extraído según (Arévalo & López, 2020).

#### **1.3.2.3.2. Agregado grueso o piedra.**

El agregado grueso es aquel que no pasa por el tamiz número 4. Lo componen distintos tipos de roca como la roca granítica, la roca diorítica y la roca sienítica. En estas se pueden usar piedras partidas en máquinas como las chancadoras o también grava zarandeada que lo podemos obtener de un río como también de en yacimientos minerales. Se debe seguir las siguientes condiciones: El tamaño no puede superar los 1/5 de longitud con respecto a la distancia de una pared encofrada con otra, por otro lado, en las armaduras

esta longitud debe tener una distancia de 3/4 y en losas 1/3 en relación al grosor. En el agregado grueso se tiene que cumplir lo mismo que en el fino pues no tiene que pasar el 5% de arcilla y finos también no puede pasar el 1,5% de material orgánico (Arévalo y López 2020).

**Tabla 9.**

*Especificaciones Técnicas del Agregado Grueso.*

Zarandas	Especificaciones Técnicas ASTM C-33 HUSO 467	
	Mínimo	Máximo
2"	-	100
1 1/2"	90	100
1"	90	100
3/4"	40	85
1/2"	10	40
3/8"	0	15
N° 4	0	5
< N° 4	0	0

*Nota:* Extraído según (ASTM C33/C33M, 2018)

### 1.3.2.3.3. Propiedades de los agregados

#### **Peso unitario**

De acuerdo a la NTP 400,017 / ASTM C29. Se trata del resultado que nos da al dividir la pesadez de partículas con el cuerpo total tomando en cuenta también los agujeros. Cuando incluimos espacios dentro de las partículas, se va a transformar en parámetro que muchas veces se vuelve relativo, por el hecho de que estas se encuentran bajo la influencia de cómo se encuentran ordenados. El peso unitario vale entre 1500 hasta 1700 kg/m<sup>3</sup>, pero esto solo funciona para los agregados en construcción (Montero, 2019).

#### **Peso específico**

Según la NTP 400,021- NTP 400,022 / ASTM C127-ASTM C128. Para ser más precisos el peso específico es la densidad de los agregados, para

obtenerla debe haber una división entre la pesadez de las partículas con el volumen propio, pero en esta no se debe tomar en cuenta los agujeros que se puedan encontrar en ella. Las frases para esta norma no tienen unidades, después el resultado se debe multiplicar por la densidad del líquido en las cantidades que se quieran hallar pues así se hallara el parámetro que se utilizara en el cálculo (Montero, 2019).

### **Porcentajes de vacíos**

La NTP 400,021- NTP 400,022 / ASTM C127-ASTM C128. Precisa el tanto por ciento de vacíos como por ejemplo "El tamaño del volumen que se encuentra expresado en porcentajes de espacios de los gránulos de agregados. Por otro lado, esta necesita también de un orden en las partículas ya que lo que vale es relativo al igual que el peso unitario (Montero, 2019)

### **Adsorción**

La NTP 400,021- NTP 400,022 / ASTM C127-ASTM C128. Dice que, la Adsorción se trata de la propiedad que poseen los agregados para cubrir de líquido a los agujeros dentro de las partículas. Este hecho sucede gracias a la capilaridad, pero aun así no se llegan a cubrir todos los vacíos porque de cualquier forma se va a quedar un poco de aire capturado (Arévalo & López, 2020).

### **Porosidad**

Arévalo & López (2020) Mencionan que la Permeabilidad es el volumen de espacios que se hallan al interior de los gránulos de los materiales, la absorción de agua está muy relacionada con la permeabilidad en los agregados dependiendo de la extensión de los agujeros.

### **Condiciones de saturación**

Rodríguez & Montalván (2021) Afirma que, se pueden encontrar cuatro estados de saturación en los agregados, los cuales vienen hacer el seco, superficialmente seco, parcialmente saturado y por último el saturado, para lograr mantenerse en un estado requiere mucho del grado de absorción de sus partículas, pues estas deben estar en un rango del 0% al 5% en agregados pétreos que tengan una pesadez habitual.



## Humedad

Aliaga & Badajos (2018) según la NTP 339,185 / ASTM C566. Plantea que la humedad, se da porque los agregados retienen en un algún punto específico unas porciones de líquidos superficiales. Ahora para brindar agua a las mezclas la humedad tiene que ser necesariamente superior a la absorción además así esta llega a tener agua en suspensión, en cambio si la humedad es inferior a la absorción, este se saturará. Por ello esto es fundamental para saber las cantidades de agua en las mezclas para no dañar la conexión entre el cemento y el agua.

## Módulo de finura

Arévalo & López (2020) Es el resultado de sumar los tantos por cientos acumulados de la cadena Standard llegando hasta el N° 100 de Tamiz luego esto se debe dividir entre cien. Tomando en cuenta las matemáticas el Modelo de Finura es correspondiente a la media logarítmica de la extensión de partículas en una partición granulométrica.

## Tabla 10.

*Tamices standard ASTM.*

Designación del tamiz	Ranura en pulgadas	Ranura en centímetros
3"	3,00	7,50
1 1/2"	1,50	3,75
3/4"	0,75	1,90
3/8"	0,375	0,95
N° 4	0,187	0,475
N° 8	0,0937	0,236
N° 16	0,0469	0,118
N° 30	0,0234	0,059
N° 50	0,0117	0,0295
N° 100	0,0059	0,01475
N° 200	0,0029	0,00737

*Nota:* Extraído según (Arévalo & López, 2020)

#### **1.3.2.3.4. Porcentajes de finos que transcurren por la malla N.º 200 por lavado: NTP 400,018 / ASTM C117**

##### **Definición**

Según la Norma Técnica Peruana 400,018 (2013) Hace mención que es el elemento que atraviesa el tamiz N.º 200 (75 µm) por el tratamiento húmedo, para la expulsión de sustancias diluibles en agua, como fragmentos de arcillas u otros elementos. Se usa para establecer que los agregados finos sean aceptables, correspondientemente al material que pasa el tamiz normalizado N.º 200. Se cuenta con dos métodos, método A (Lavado con agua), el cual utilizaron para esta investigación, y el método B (Lavado usando un agente dispersante). Por lo tanto, la expresión para el material pasante por el tamiz N.º 200 está dada por:

$$K = \frac{(M_1 - M_2)}{M_1} * 100$$

*Ecuación 1. Fórmula del método del lavado con agua del tamiz N° 200.*

Fórmula del método del lavado con agua del tamiz N° 200.

Donde:

$K$  = Porcentaje que pasa por la malla N°200.

$M_1$  = Masa seca de la muestra original en gramos.

$M_2$  = Masa seca de la muestra después del lavado en gramos.

Se considera que, si el porcentaje es igual o mayor al 10%, se rechazara por tener mayor cantidad de finos (arcillas, material soluble en agua etc.).

#### **1.3.2.3.5. Abrasión: NTP 400,020 / ASTM C535**

Según la Norma Técnica Peruana 400,020 (2014) Para la elaboración de concretos de 280 kg/cm<sup>2</sup> o mayores a esta, en estructuras y pavimentos la NTP 400,020, establece que el porcentaje de abrasión de los materiales pétreos no debe superar al 50%.

Montero (2019) Este ensayo se realiza al agregado grueso, se realiza con el fin de conocer el porcentaje de desgaste mediante el uso de la máquina de los ángeles, este proceso se realiza dividiendo el peso inicial menos peso final dividiéndolo por el peso inicial por cien, el resultado no debe superar el 50%. Como se muestra en la Tabla 11.

**Tabla 11.**

*Cantidad de esferas dependiendo de la gradación del agregado grueso.*

Gradación	Numero de esferas	Masa de la carga (gr)
A	12	5000 + - 25
B	11	4584 + - 25
C	8	3330 + - 20
D	6	2500 + - 15

*Nota:* Extraído según (Norma Técnica Peruana 400.019, 2014)

#### **1.3.2.3.6. Diseño de Mezclas**

Montero (2019) es aquel método que en la actualidad suele ser el más empleado en el ámbito internacional por sus características, ya que para realizar este método es necesario cumplir con una secuencia de pasos los cuales se hallan en un orden simultaneo junto con tablas determinadas. De esta manera se puede conseguir las proporciones, y cantidades ya sean en volúmenes y pesos de los materiales como el aglomerante, los agregados finos y gruesos, como también el agua, por otro lado, se podría añadir adiciones de fibra o aditivos, todo ello para una cantidad de  $1\text{m}^3$  o  $1\text{pie}^3$ .

Montero (2019) Para poder racionalizar cualquier tipo de mezcla que sea de concreto en primer lugar debemos tener en cuenta diferentes factores y características del concreto como la resistencia, su grado de manejabilidad junto con la durabilidad, a fin de que el componente posea las cualidades de soportar completamente los esfuerzos a los cuales se verá supeditado.

#### **1.3.2.3.7. Dosificación Volumen y Peso**

Montero (2019) los cálculos de la pesadez de los variados materiales sobre la dosificación, ha de quedar dependiendo de la secuencia de acontecimientos o los pasos como directos y lógicos, para que de esa manera puedan ajustarse a las características que se hallan aptas en el paraje. No obstante, algunas pormenorizaciones en la construcción obligan a variar la mayoría de parámetros ya acotados:

Relación (agua/cemento), cantidad de cemento, contenido de aire, Slump según tipo de construcción, características de los materiales pétreos, T.M.N, módulo de fineza etc., resistencia de diseño.

#### **1.3.2.3.8. Agua para la elaboración de mezclas**

El agua en el concreto debe cumplir dos funciones fundamentales como la manejabilidad e hidratación, que se aprecian en una mezcla mediante la formación de una pasta, con una adecuada manipulación y colocación, para conseguir un adecuado producto se debe emplear agua limpia o potable para alcanzar las características y propiedades previstas en el concreto (Aliaga & Badajos, 2018).

En la preparación de concretos se recomienda que el agua sea limpia, sin embargo, se puede hacer uso de agua no potable siempre y cuando sea apropiada para el diseño del concreto, para demostrar que el agua es apta para la elaboración del concreto, se harán pruebas con bloques de mortero hechos con dicha agua como lo estipula la norma ASTM-C109/109M-99. Si las muestras obtienen al menos el 90% de dureza a los 7 y 28 días en comparación a los ensayos fabricados con agua limpia entonces esa agua será aceptada según el (ACI-3.4.3). es recomendable que no contengan sustancias que puedan dañar al refuerzo (Arévalo & López, 2020). En la Tabla 12 se muestran los límites del agua para el curado.

Tabla 12.

*Límites Permisibles para el Agua de Mezcla y Curado.*

definición	limite admisible
Cloruro	1000 ppm
Sulfato	600 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles totales	1500 ppm
PH	5 a 8 ppm
Sólidos en suspensión	5000 ppm
Materia orgánica	3 ppm

*Nota:* Extraído según (NTP 339,088).

#### 1.3.2.4. **Propiedades del concreto.**

##### 1.3.2.4.1. **Concreto fresco**

#### **Trabajabilidad**

El concreto fresco debe poseer la condición de poder trabajarlo con relativa facilidad al momento de preparar la mezcla, al ser manipulado, acarreado, vaciado y terminado si perder su cohesión exudación o segregación. La trabajabilidad del concreto tiene una estrecha relación entre las características de sus agregados. La trabajabilidad depende de algunos factores como: la gradación, la forma y textura de sus partículas, cantidad de agregados, el porcentaje de cemento y el aire incluido (Montero, 2019).

#### **Consistencia**

Es una cualidad que determina la humedad del mortero por la cantidad de líquido que contiene, esto quiere decir que mientras más humedad sea la mezcla su vertido será más fácil por la fluidez que esta posee. La trabajabilidad y la consistencia se relacionan, pero esto no quiere decir que sea más trabajable. Una mezcla fácil de trabajar en pavimentos podría tener una elevada consistencia que la vuelva menos fácil de trabajarla en placas o columnas, de manera inversa, la mezcla con una buena consistencia para vigas y columnas podría ser muy fluida para concretos de grandes volúmenes (Montero, 2019). Como se muestra en la Tabla 13.

**Tabla 13.**

*Clases de mezclas de acuerdo a su asentamiento o Slump.*

Consistencia	Asentamiento		Trabajabilidad	Clase de construcción
	Pulgadas	Centímetros		
Seca	0 - 2	0 a 0,50	Poco trabajable	Prefabricados de super resistencia, revestimientos de pantalla de cimentación, pavimentos, fundaciones de concreto simple, losas pocas reforzadas

Plástica	3 - 4	7,5 a 10,00	Trabajable	Pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas, columnas, cimentaciones.
Fluida	> = a 5	< 12,50	Muy trabajable	Elementos esbeltos o muy reforzados, pilotes hechos in situ

*Nota:* Extraído según (García, 2020).

### **Temperatura: NTP 339,184 / ASTM C1064**

García (2020) Al hablar de la temperatura estamos tratando con un factor que interviene en gran manera sobre el desarrollo de la resistencia. Si la temperatura se ve afectada con un incremento en ella provocaría que la madurez de la mezcla sea más rápida. Al preparar la mezcla con su respectiva fórmula química, se le realiza una especie de ensayo dirigida al concreto cuando está aún se encuentra fresca, teniendo como intención calcular la temperatura justo en el momento que se empieza a elaborar la mezcla y también sobre el vaciado posterior, entonces puede ser empleado como una prueba de aquella mezcla uniforme y cumpla las condiciones fijadas en las leyes o normas que los países posean dependiendo de su clima.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2017) Para poder disponer la temperatura con respecto al concreto esta tiene que conservarse equilibrada, además no debería presentar problemas en caída de asentamiento, fragua instantánea o juntas frías, y tendrá su máximo en 32°C, sin embargo, si el agua pasa esa temperatura se deberá bajar su temperatura de alguna forma para que dicha temperatura se acople a las normas establecidas, por último, mantenerlo sobre los 10°C al momento de realizar el curado.

## **Contenido de aire del concreto ASTM C231**

### **Método de presión**

ASTM C231 (2014) esta verificación se presenta mediante el concreto fresco y es designado en porcentajes, para esta ocasión el ensayo tiene como finalidad descubrir la capacidad de aire que el concreto logre poseer mientras se encuentre fresco, ya que es fundamental tener conocimiento sobre la cantidad de la capacidad del aire dentro de ella y para hallarlo tenemos que utilizar el aparato denominado Olla de Washington. Encontramos aquella herramienta ilustrada en la figura N<sup>o</sup>10 la cual sirve para calcular el aire agregado en el concreto apenas fresco. Así pues, el procedimiento se basa en insertar a un objeto con forma metálica en 3 capas, además estar varillado a unos 25 golpes respectivamente por capa de concreto, luego igualamos el concreto vertido con los bordes del molde para acomodar la tapa, seguido de ello verificar si las abrazaderas se encuentren sujetadas en todos los lados, vertimos el agua y posteriormente cerrar la llave que es conocida también como purga, junto con la válvula de aire, después de todo bombear aire y analizamos los datos que nos dicta el medidor de presión (ASTM C231, 2014).

### **Segregación**

Se le llama segregación a la desunión de forma mecánica del hormigón cuando se encuentra fresco en sus elementos que la conforman, siempre y cuando que el agregado grueso empiece a desunir de la mezcla de arena y cemento. Para que esta teoría sea tomada se tiene que considerar que el hormigón se trata de combinar elementos de distintas magnitudes y pesos característicos, por ello se produce dentro estos unos impulsos que no permiten la unión de los elementos cuando la combinación aún no se encuentra dura. A lo que resulta después de lo que realizan las fuerzas en el concreto se le llama segregación (Arévalo & López, 2020).

### **Exudación**

Se le conoce como exudación al hecho de que unas cantidades de agua suban al exterior, pues esto se da gracias a que los sólidos han sido sedimentados. Esta acción se debe empezar después de que el concreto ya

haya sido puesto y asegurado en el encofrado, esto va a continuar hasta que empiece el fraguado cuando se combinan los materiales, por otro lado, se conseguirá una mayor consolidación del concreto, o también se crea unión de partículas (Aliaga & Badajos, 2018).

### **Contracción por secado**

Razón principal por la cual ocurren problemas de figuración, esto puede suceder ya sea cuando se encuentre en dos estados los cuales son plástico y rígido, pero se debe permitir la disminución de agua en el mortero. Cuando sucede este acto ya no se puede volver atrás por el hecho de que si queremos restablecer el agua que se ha perdido por secado, se repone también de gran manera la contracción acaecida (Arévalo & López, 2020).

### **Peso unitario**

La alteración de las propiedades de los materiales puede variar el peso unitario y la densidad del concreto en diferentes maneras, por ejemplo, si se tiene modificaciones del peso unitario del agregado, estas pueden lograr que disminuyan o aumenten el peso unitario del concreto, sin que se vea afectada su densidad (Montero, 2019).

#### **1.3.2.4.2. Concreto endurecido**

##### **Resistencia**

Arévalo & López (2020) Nos dicen que la resistencia es lo que puede soportar el concreto hasta el límite sin que esta se destruya. La dureza en compresión sirve como indicador de lo bueno que puede llegar a ser el concreto.

##### **Resistencia a la compresión axial: NTP 339,034 / ASTM C39/C39M**

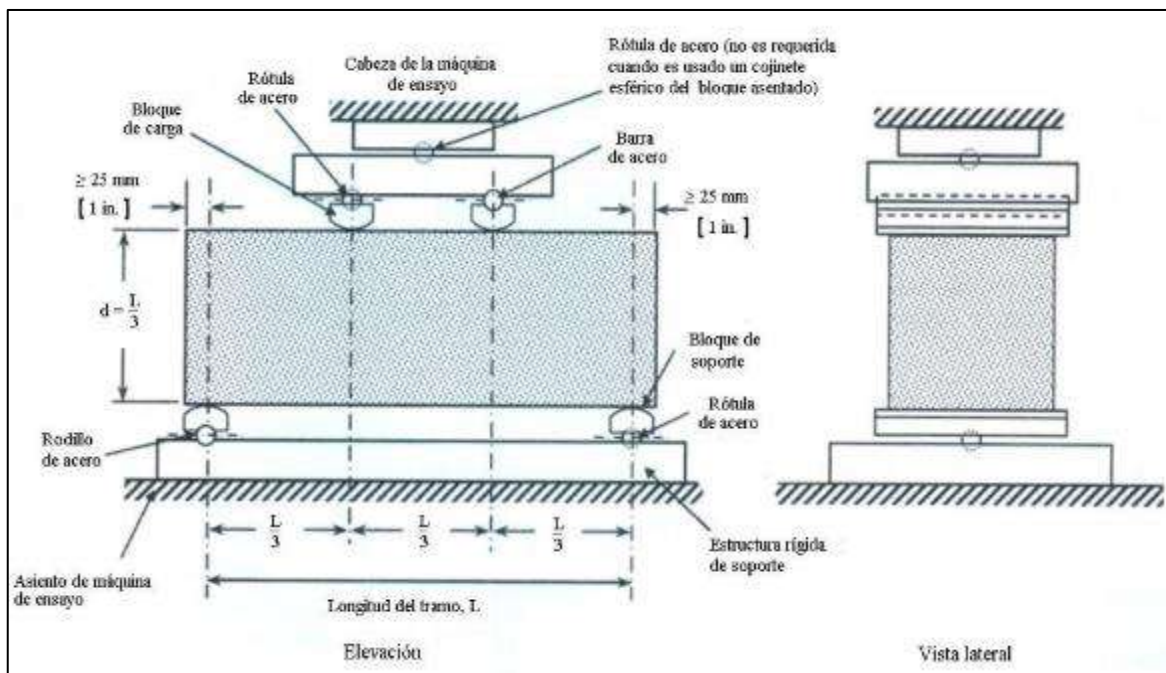
Arévalo & López (2020) Nos indica que para conseguir la resistencia a la compresión se deben realizar pruebas en los laboratorios en tubos con forma cilíndrica con un grosor de 15 cm. y una altura de 30 cm. La muestra tiene que mantenerse durante 24 horas en dicho lugar luego de haber hecho el vaciado para que pueda ser sanado con la ayuda del agua solo hasta los mismos instantes de las pruebas. Para que la probeta pueda utilizarse en la prensa hidráulica se requiere que esta tenga un tiempo de existencia de 4



semanas. La fuerza compresiva se plantea cómo la dureza media de los especímenes, las cuales se toman desde 2 probetas a más, con la condición de que estas sean de los propios especímenes probados después de las 4 semanas de curado, la resistencia obtenida debe ser superior. Así que de esta manera es cómo podemos conseguir un concreto de calidad.

**Resistencia a la flexión: NTP 339,079 / ASTM C293/C293M - NTP 339,078 / ASTM C1609/C1609M**

Arévalo & López (2020) Argumentan que la resistencia a la flexión del mortero es mínima comparada con la compresión, sin embargo, comparado con la fortaleza en tracción pura si es bastante sobresaliente. La técnica más utilizada para calcular la fortaleza con respecto a la flexión es empleando una viga que esté sostenida y que se halle una carga en los tercios de entre apoyos de la viga, pero también a veces se utiliza la técnica de un elemento de forma de alero o de una viga sostenida en la mitad.



*Figura 8. Ensayo de resistencia a la flexión ejerciendo la carga en los tercios de su claro.*

*Nota: Extraído según (Norma Técnica Peruana 339.078, 2012).*

El valor numérico del módulo de ruptura se determina analizando la posición de falla, si la fractura comienza en la cara de tensión dentro del tercio medio de la luz se emplea la siguiente formula:

$$Mr = \frac{P * L}{Bv * Hv^2}$$

*Ecuación 2. Fórmula de resistencia a la flexión a los tercios de su claro*

*Fórmula de resistencia a la flexión a los tercios de su claro*

Donde:

Mr = Módulo de ruptura

P = Distancia entre los apoyos

Bv = Base o ancho promedio de la viga

Hv = Altura o espesor promedio de la viga

Si la fractura se origina fuera del tercio central medio de la luz entre los apoyos, y estas superan el 5% de la luz entonces el cálculo será con la siguiente expresión:

$$Mr = \frac{3P * a}{Bv * Hv^2}$$

*Ecuación 3. Fórmula de resistencia a la flexión al tercio central medio de la luz entre los apoyos.*

Donde:

Mr = Módulo de ruptura

P = Distancia entre los apoyos

A = Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano medio en la superficie de tensión de la viga.

Bv = Base o ancho promedio de la viga

Hv = Altura o espesor promedio de la viga

### **Relación entre la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión**

(Estrella, 2016) Indica que en el módulo de rotura se encuentran datos que van desde un tanto por ciento del 10% al 20% de la resistencia a la compresión.

**Resistencia a la tracción diametral del concreto: NTP 339,084 / ASTM C496/C496M**

García (2020) En el ensayo de resistencia a la tracción dividida, la muestra cilíndrica de concreto se ubica de manera diametral, y se le aplica la fuerza de compresiva en toda la superficie lateral del cilindro de la muestra, se posiciona de manera transversal quedando de forma adecuada para su ensayo. Cabe mencionar un aspecto muy relevante, es tener conocimiento de resistencia a la tracción, así de esta manera estimar el probable fisuramiento hasta llegar a la rotura, debido a la fuerza a la que es sometida.

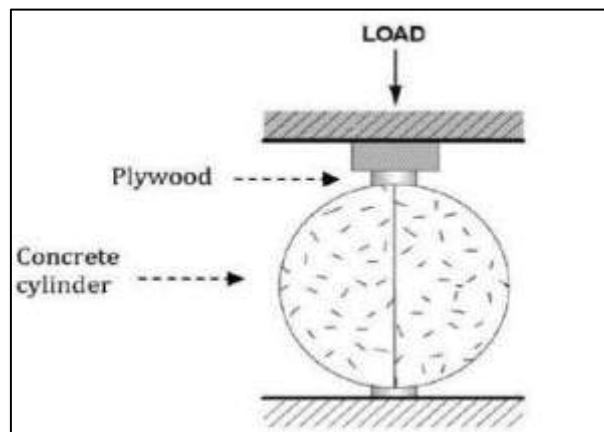


Figura 9. Ensayo de resistencia a la tracción diametral.

Nota: Extraído según (García, 2020)

### **Módulo de elasticidad (ASTM C496/C496M, 2017)**

#### **Definición del Módulo de Young**

García (2020) El módulo de Young señala la destreza que posee el concreto para cambiar de forma con respecto a su elasticidad a través de una variable, simboliza la capacidad para soportar la deformación que se presenta en el material por una fuerza aplicada en ella. El procedimiento de esta resolución está moderado por la ASTM C469, por otro lado, nos dice que el patrón de su elasticidad viene a ser la pendiente de la línea la cual se encarga de juntar los puntos de la curva, estos corresponden a una alteración unificada de 0,00005 y en la última carga un 40%.

#### **Módulo de elasticidad estático del concreto según estudios científicos actuales**

el módulo elástico del concreto ( $E_c$ ) primordialmente se determina a través de un ensayo de compresión estática uniaxial, donde se utiliza una

compresora conforme a la ASTM C469. En muchos países la forma para poder calcular el  $E_c$  varían, por lo que ha generado que se ocasione una estimación excesiva del  $E_c$  de 50% sobre la fórmula determinada la cual es  $E_c = 12500\sqrt{f'c}$ , en el que  $f'c$  viene a simbolizar la resistencia o firmeza que tiene el concreto hacia la compresión, acerca del código colombiano NSR-98, por otro lado, las fórmulas de la “American Concrete Institute” (ACI) junto con el “Comité Europeo del Concreto” (CEC) elevan mucho al  $E_c$  con una cantidades de 24% y 46,2% respectivamente, nos indica las investigaciones efectuadas por (García, 2020).

La ecuación  $15000\sqrt{f'c}$  es utilizada en el Perú y es empleada para la valoración de las deflexiones referente a las cargas estáticas.

### **1.3.3. Impacto ambiental.**

La región Lambayeque a promovido estrategias políticas referente al desarrollo sostenible y el mejor aprovechamiento de sus recursos naturales, optimizando de este modo la calidad ambiental en toda la región. En coordinación con distintas entidades tanto públicas y privadas, se consideró el aprovechamiento de alrededor de 270 000 has de terreno de uso agrícola y 617 981 has de bosques, las autoridades regionales deberían tomar más conciencia acerca el poco uso que se está dando de nuestros recursos naturales e implementar políticas para el uso de los recursos con que se cuenta, proponer medidas de gestión ambiental, en concertación con municipalidades y gobiernos regionales para mitigar el cambio climático al que esta propenso nuestra región.

En nuestra región se produce abundante materia prima capaz de sustituir parcialmente el cemento, ya que la fabricación de este material genera del 8% 10% de gases de efecto invernadero, por lo tanto, con el uso de CCA se trata de reducir la contaminación al medio ambiente.

### **1.3.4. Seguridad y salud ocupacional**

La ley N.º 29783, ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (LSST), implementada en el Perú, tiene como objetivo primordial fomentar una cultura preventiva, para tal tarea el estado debe participar activamente, con

el deber de prevención de los empleadores el rol del estado es sumamente importante, así como los trabajadores y sus organizaciones sindicales (Ministerio del Trabajo y Promoción del Empleo, 2017 - 2021). Para la obtención de las materias primas con es el caso de CCA y la posterior elaboración de mezclas de concreto, el personal debe contar con los implementos mínimos como (EPP), sobre todo respetando las normas de LSST, para tratar de evitar de gran manera los accidentes y enfermedades que puedan ocurrir por las condiciones del trabajo.

#### **1.3.5. Gestión de riesgos y prevención de desastres**

Los trabajos se realizarán siguiendo estrictamente las normas técnicas para la elaboración de concretos, teniendo muy en cuenta la calidad de todos los materiales para la elaboración de mezclas de concreto, teniéndose muy presente las condiciones de riesgos y desastres que puedan ocurrir en el trabajo, en la empresa para la cual un trabajador es sumamente importante, las mejores medidas preventivas y de bajo coste son aquellas que se adoptan en las etapas de planificación de toda obra.

#### **1.3.6. Estimación de gastos**

Con la sustitución parcial del cemento por CCA en esta investigación se busca abaratar los gastos de elaboración de concretos, y además se busca elevar las propiedades mecánicas del concreto adicionando además fibras naturales (fibra de palmera) para elaborar concretos con iguales propiedades o mejores, pero con menores precios de producción, haciéndolo más factibles de emplear para familias de bajos recursos económicos y mejorar así su calidad de vida.

#### **1.3.7. Normativa**

Normativa aplicable para la elaboración de mezclas y la realización de ensayos de acuerdo a las siguientes recomendaciones.

**Tabla 14.***Presentación y utilización de normas usadas para los ensayos.*

<b>NORMA PERUANA Y NORTE AMERICANA</b>	<b>NOMBRE DE ENSAYOS</b>	<b>DESCRIPCION DE ENSAYOS</b>
<b>(Norma Técnica Peruana 400,010, 2016) o (ASTM D75M, 2014)</b>	Extracción y preparación de muestras de agregados	Conseguir las mejores muestras de las distintas canteras de región Lambayeque
<b>(Norma Técnica Peruana 400,017, 2011) o (ASTM C29, 2017)</b>	Peso unitario de los agregados pétreos	Establecer el peso unitario suelto y compactado así mismo el cálculo de vacíos del agregado fino y grueso.
<b>(Norma Técnica Peruana 400,012, 2013) o (ASTM C136, 2001)</b>	Granulometría del agregado fino y grueso	Establecer la proporción de dimensiones de las partículas de los agregados pétreos fino y grueso por los diferentes tamices.
<b>(Norma Técnica Peruana 400,021, 2018) o (ASTM C127, 2015)</b>	Porcentaje de absorción y peso específico del agregado grueso.	Establecer el peso específico seco, húmedo, saturado y el aparente, y el grado de absorción del agregado grueso para el diseño de mezclas.
<b>(Norma Técnica Peruana 400,022, 2013) o (ASTM C128, 2015)</b>	Porcentaje de absorción y peso específico del agregado fino.	Establecer el peso específico seco, húmedo, saturado y el aparente, y el grado de absorción del agregado fino para el diseño de mezclas.
<b>(Norma Técnica Peruana 339,185, 2018) o (ASTM C566, 2019)</b>	Contenido de humedad de los agregados.	La humedad de la muestra se determina con la corrección de agua en las tandas
<b>(Norma Técnica Peruana 339,184, 2002) o (ASTM C1064, 2005)</b>	Medida de la temperatura en el concreto fresco	Se establecerá la temperatura de la mezcla para el concreto patrón, y para los concretos con porcentajes de CCA y porcentajes de FP.
<b>(Norma Técnica Peruana 339,035, 2009) o (ASTM C143, 2012)</b>	Medición del asentamiento del concreto fresco	Se establecerá el asentamiento de la mezcla para el concreto patrón, y para los concretos con porcentajes de CCA y porcentajes de FP.
<b>(Norma Técnica Peruana 339,046, 2008) o (ASTM C138, 2014)</b>	Peso unitario del concreto fresco	Se establecerá el peso unitario de la mezcla para el concreto patrón, y para los concretos con porcentajes de CCA y porcentajes de FP.

<b>(ASTM C231, 2014)</b>	Aire atrapado - método presión en le concreto fresco	Se establecerá la cantidad de aire atrapado por el método de presión de la mezcla para el concreto patrón, y para los concretos con porcentajes de CCA y porcentajes de FP.
<b>(Norma Técnica Peruana 339,183, 2013) o (ASTM C192, 2014)</b>	Curado de probetas de concreto en laboratorio	El procedimiento de curado de muestras en laboratorio será aplicable para el concreto patrón, y para los concretos con porcentajes de CCA y porcentajes de FP.
<b>(Norma Técnica Peruana 339,034, 2015) o (ASTM C39, 2014)</b>	Resistencia a la compresión en especímenes cilíndricas	Se establecerá la fuerza a la compresión axial del concreto patrón, y para los concretos con porcentajes de CCA y porcentajes de FP.
<b>(Norma Técnica Peruana 339,079, 2012) o (ASTM C78M, 2016)</b>	Resistencia a la fuerza flexionante	Se determinará resistencia a la flexión en vigas de concreto simplemente apoyadas con cargas a los tercios de luz de la muestra para el concreto patrón, y para los concretos con porcentajes de CCA y porcentajes de FP.
<b>(ASTM C496, 2011)</b>	Resistencia a la tracción por compresión diametral	Se determinará la resistencia a la tracción diametral para el concreto patrón, y para los concretos con porcentajes de CCA y porcentajes de FP.
<b>(ASTM C469, 2002)</b>	Módulo de elasticidad del concreto	Se evaluará la deformación con respecto al plano vertical y horizontal del concreto patrón, y para los concretos con porcentajes de CCA y porcentajes de FP.

*Nota:* Extraído según *NTP* y *ASTM*.

### **1.3.8. Estado del arte**

Mediante la calcinación de la cascarilla de arroz, se genera energía y calor en el proceso de secado de arroz húmedo en la mayoría de molinos en la región, por tal motivo la ceniza de cascara de arroz es una alternativa viable desde el punto de vista económico, tecnológico y ecológico, este último sería de uso amigable con el medio ambiente. La CCA que es generada por la calcinación se compone principalmente de sílice entre 87% - 97% y un pequeño porcentaje de sales inorgánicas, la calidad de las cenizas está sujeta a diversos factores como, temperatura de quemado que

se encuentra entre 600 a 700 °C, tratamiento químico, velocidad y tiempo de calcinación, tipo de horno, etc.

Por tales características este material será usado con fines tecnológicos en la fabricación de concreto, esto debido a que se tiene evidencias científicas que implementan su utilización en la elaboración de concretos, de esta manera poder evaluar su potencial, y además se le adicionara fibras de palmera en aras de mejora las propiedades del concreto.

### **1.3.9. Definición de términos**

**Cemento:** Compuesto de un elemento en polvo, que al ser mezclada con agua u otro elemento líquido, forma en una pasta blanda capaz de endurecer al contacto del medio ambiente o debajo del agua.

**Agregados pétreos:** Material que proviene de las rocas generalmente se la encuentra en forma de macizos rocosos de diferentes tamaños (gravas y arenas)

**Agregado grueso:** Aquel material que proviene de la trituración de las rocas y queda retenida en el tamiz N.º 4.

**Agregado fino:** Arena natural que proviene de canteras aluviales o arena artificial que proviene de las chancadoras, generalmente es el material que pasa el tamiz N.º 4.

**Canteras:** Lugar donde se realiza la actividad minera, donde se extraen rocas industriales de diversos tamaños para el uso en la industria de la construcción.

**Concreto:** Material formada por la mezcla de cemento en diversas proporciones, agregados pétreos, agua y plastificantes si el diseño lo requiere, inicialmente se forma en una masa moldeable que al fraguar se convierte en una estructura muy resistente.

**Cenizas de cascarilla de arroz:** es un subproducto de la actividad agrícola, conformada por propiedades cementicias (sílice) que, al ser combinadas en porcentajes adecuados, aumentan la resistencia al concreto.

**Fibras de palmera:** Esta fibra se obtiene de la hoja de la planta de palma, por su forma y tamaño tiene diversos usos, como cestas, esteras y cuerdas,



debido a su gran versatilidad también es usado en la fabricación de concretos.

**Mercerización:** tratamiento químico de origen alcalino a la que es sometida la fibra rompiendo sus enlaces de hidrogeno presentes en la composición de las fibras, remueve cera y lignina, sustancias que recubren la parte externa las fibras vegetales.

**Esfuerzo:** fuerzas internas que experimentas las estructuras cuando son sometidas a fuerzas que actúan sobre ellas.

#### **1.4. Formulación del Problema**

¿En qué porcentajes se mejoran las propiedades mecánicas del concreto, con el uso de cenizas de cascara de arroz y fibras de palmera?

#### **1.5. Justificación e importancia**

##### **1.5.1. Justificación social**

Este estudio da a conocer que la construcción en general origina un elevado impacto social, debido al enfoque del desarrollo de la infraestructura tanto a nivel privada como pública en aras de acortar las diferencias de accesibilidad a los servicios como salud, educación, vivienda, viales, etc. Por lo tanto, la sustitución parcial del aglomerante por la CCA y la adición de fibras de palmera, podría ser una posibilidad de solución para la población en general.

##### **1.5.2. Justificación económica**

Se busca comprobar el menor costo en la elaboración del concreto y además mejorar sus propiedades mecánicas, haciendo uso de las cenizas de cascara de arroz referente a la resistencia a la fuerza compresiva y la resistencia a la flexión, ya que hoy día la fabricación del concreto tradicional tiene un alto costo. Si los resultados son positivos será una gran contribución a la ingeniería ya que se habrá encontrado una materia prima natural de buena calidad y sobre todo a un bajo costo de producción.

##### **1.5.3. Justificación ambiental**

La abundante producción de arroz y su posterior procesamiento en los molinos generan gran cantidad de desechos derivados de la RH, como

son las CCA, debido a su difícil eliminación se ha convertido en un gran problema de almacenamiento acarreado consigo un grave problema medio ambiental.

#### **1.5.4. Justificación técnica**

Las expectativas de los resultados a obtener serán de mucha ayuda para ser empleados en el área de la construcción, ya que con el aprovechamiento de las CCA y fibras de palmera en el concreto mejore sus propiedades, aumentando su dureza a la fuerza compresiva, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión.

#### **1.6. Hipótesis**

El uso de las cenizas de cascara de arroz y fibras de palmera influye en la mejora significativa de las propiedades mecánicas del concreto

#### **1.7. Objetivos**

##### **1.7.1. Objetivo General**

Mejorar las propiedades mecánicas del concreto, con el reemplazo parcial del cemento por cenizas de cascara de arroz y la adición de fibras de palmera.

##### **1.7.2. Objetivos Específicos**

1. Precisar los elementos químicos y la actividad puzolánica de las cenizas para obtener la temperatura óptima de quemado.
2. Evaluar las propiedades mecánicas de los concretos patrones de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>.
3. Evaluar las propiedades mecánicas de los concretos patrones de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> con las cenizas de cascara de arroz en 5%, 10%, 15% y 20%.
4. Evaluar las propiedades mecánicas del concreto, con el óptimo porcentaje de cenizas de cascara de arroz y la adición de fibras de palmera en 0,75%, 1,50%, 2,25% y 3,00%.
5. Determinar los óptimos contenidos de cenizas de cascara de arroz y fibra de palmera.

## II. MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1. Tipo y Diseño de Investigación

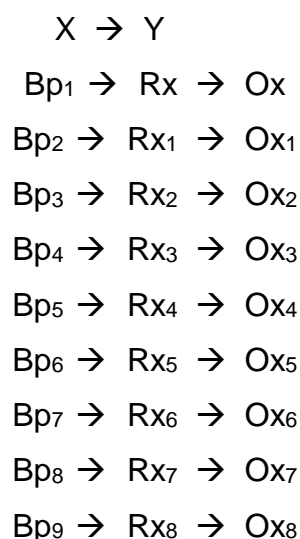
#### 2.1.1. Tipo de investigación

Para alcanzar las metas planteadas, este proyecto de investigación se clasifica como cuantitativa experimental.

Cuantitativa experimental, debido a que se busca responder las interrogantes de la investigación y corroborar la hipótesis, por medio de la investigación realizada.

#### 2.1.2. Diseño de investigación

Esta investigación es de carácter cuantitativo experimental, porque se realizarán diferentes ensayos a las muestras de concreto (testigos cilíndricos y vigas prismáticas) donde se sustituirá de manera parcial el cemento en 5%, 10%, 15% y 20% por CCA y se incluirá fibras de palmera en 1%, 2,5%, 4%, y 5,5% respectivamente. A continuación, se muestra el esquema acerca de la estructura del estudio.



Donde:

Bp<sub>1-9</sub>: Grupo de pruebas.

Rx: Muestra Patrón.

Rx<sub>1</sub>: Prueba experimental. 5% de cenizas de cascara de arroz (CCA).

Rx<sub>2</sub>: Prueba experimental. 10% de CCA.

Rx3: Prueba experimental. 15% de CCA.

Rx4: Prueba experimental. 20% de CCA.

Rx5: Prueba experimental. 5% de CCA + 0,75% de fibra de palmera.

Rx6: Prueba experimental. 5% de CCA + 1,50% de fibra de palmera.

Rx7: Prueba experimental. 5% de CCA + 2,25% de fibra de palmera.

Rx8: Prueba experimental. 5% de CCA + 3,00% de fibra de palmera.

Ox1-8: Observación de resultados con sustitución de CCA y la adición de fibras de palmera.

## **2.2. Población y muestra**

### **2.2.1. Población**

En esta investigación la población de estudio está constituida por los concretos con resistencias de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, especímenes que serán modificadas por la sustitución del cemento en 5%, 10%, 15% y 20% de CCA, y la adición de fibras de palmera en 0,75%, 1,50%, 2,25% y 3,00% en peso del cemento, ensayados conforme lo establece la normativa vigente.

### **2.2.2. Muestra**

En esta investigación el modelo de estudio está conformada por dos diseños de concretos con resistencias de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>. Se elaborará especímenes cilíndricos (0,15 m de diámetro y 0,30 m de altura) y prismáticos de (0,15m x 0,15m x 0,53m); para el concreto patrón se designó las abrev. (CP.) y para el concreto con la sustitución del 5%, 10%, 15% y 20% por (CP.+% CCA) y la adición de fibras de palmera en 0,75%, 1,50%, 2,25%, y 3,00%, se denominó (CP.+5%CCA+%FP) respectivamente, reemplazando y adicionando con respecto al peso del aglomerante para ambos diseños. Las probetas serán ensayadas inmediatamente después de las 24 h. de preparación a los 7, 14, y 28 días, siendo la cantidad total de muestras a elaborar 648 especímenes.

En la Tabla 15 se muestran el número total de especímenes de los concretos patrones con 0%. Para las distintas pruebas (resistencia a la compresión, flexión y tracción indirecta y módulo de elasticidad).

**Tabla 15.**

*Cantidad de probetas cilíndricas y prismáticas de muestras patrón para ensayos de diseño  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .*

Diseño de Concreto	% de ceniza	Propiedades Mecánicas	Forma del espécimen	N° de días de sumergido en agua			Especímenes
				7	14	28	
210 kg/cm <sup>2</sup>	0,00	Compresión	Cilíndrica	3	3	3	9
	0,00	Tracción	Cilíndrica	3	3	3	9
	0,00	Flexión	Prismática	3	3	3	9
	0,00	Módulo de Elasticidad	Cilíndrica	3	3	3	9
<b>TOTAL, DE ESPECIMENES PATRON</b>							<b>36</b>

En la tabla 16 se muestran las cantidades de probetas con las diferentes sustituciones de 5%, 10%, 15% y 20% de CCA.

**Tabla 16.**

*Cantidad de probetas cilíndricas y prismáticas de muestras patrón con sustitución parcial del cemento y diferentes porcentajes de cenizas para ensayos de diseño  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .*

Diseño de Concreto	% de Ceniza	Propiedades Mecánicas	Forma del espécimen	N° de días de sumergido en agua			Especímenes
				7	14	28	
210 kg/cm <sup>2</sup>	5%	Compresión	Cilíndrica	3	3	3	9
		Tracción	Cilíndrica	3	3	3	9
		Flexión	Prismática	3	3	3	9
		Módulo de elasticidad.	Cilíndrica	3	3	3	9
	10%	Compresión	Cilíndrica	3	3	3	9
		Tracción	Cilíndrica	3	3	3	9
		Flexión	Prismática	3	3	3	9
		Módulo de elasticidad	Cilíndrica	3	3	3	9
	15%	Compresión	Cilíndrica	3	3	3	9
		Tracción	Cilíndrica	3	3	3	9
		Flexión	Prismática	3	3	3	9
		Módulo de elasticidad	Cilíndrica	3	3	3	9
	20%	Compresión	Cilíndrica	3	3	3	9
		Tracción	Cilíndrica	3	3	3	9
		Flexión	Prismática	3	3	3	9
		Modulo elasticidad	Cilíndrica	3	3	3	9
<b>TOTAL, DE ESPECIMENES CON PORCENTAJES DE CENIZAS</b>							<b>144</b>

En la Tabla 17 se muestran la cantidad de probetas con óptimo de CCA (5%) más la adición de los diferentes porcentajes de FP.

*Tabla 17.*

*Cantidad de probetas cilíndricas y prismáticas de muestras patrón con el porcentaje óptimo de CCA y la adición de diferentes porcentajes de fibras de palmera para ensayos de diseño  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .*

Diseño de Concreto	% de Ceniza	% de Fibra	Propiedades Mecánicas	Forma del espécimen	N° de días de sumergido en agua			Especímenes
					7	14	28	
210 kg/cm <sup>2</sup>	5%	0,75%	Compresión	Cilíndrica	3	3	3	9
			Tracción	Cilíndrica	3	3	3	9
			Flexión	Prismática	3	3	3	9
			Módulo de elasticidad	Cilíndrica	3	3	3	9
		1,50%	Compresión	Cilíndrica	3	3	3	9
			Tracción	Cilíndrica	3	3	3	9
			Flexión	Prismática	3	3	3	9
			Módulo de elasticidad	Cilíndrica	3	3	3	9
		2,25%	Compresión	Cilíndrica	3	3	3	9
			Tracción	Cilíndrica	3	3	3	9
			Flexión	Prismática	3	3	3	9
			Módulo de elasticidad	Cilíndrica	3	3	3	9
		3,00%	Compresión	Cilíndrica	3	3	3	9
			Tracción	Cilíndrica	3	3	3	9
			Flexión	Prismática	3	3	3	9
			Módulo de elasticidad	Cilíndrica	3	3	3	9
<b>TOTAL, DE ESPECIMENES CON PORCENTAJE DE CENIZA Y FIBRAS DE PALMERA</b>							<b>144</b>	

En la Tabla 18 se muestran el número total de especímenes de los concretos patrones con 0%. Para las distintas pruebas (resistencia a la compresión, flexión y tracción indirecta y módulo de elasticidad).

**Tabla 18.**

*Cantidad de probetas cilíndricas y prismáticas de especímenes patrón para ensayos de diseño  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .*

Diseño de Concreto	% de ceniza	Propiedades Mecánicas	Forma del espécimen	N° de días de sumergido en agua			Especímenes
				7	14	28	
280 kg/cm <sup>2</sup>	0,00	Compresión	Cilíndrica	3	3	3	9
	0,00	Tracción	Cilíndrica	3	3	3	9
	0,00	Flexión	Prismática	3	3	3	9
	0,00	Módulo de Elasticidad	Cilíndrica	3	3	3	9
<b>TOTAL DE ESPECIMENES PATRON</b>							<b>36</b>



En la tabla 19 se muestran las cantidades de probetas con las diferentes sustituciones de 5%, 10%, 15% y 20% de CCA.

**Tabla 19.**

*Cantidad de probetas cilíndricas y prismáticas de muestras patrón con sustitución parcial del cemento y diferentes porcentajes de cenizas para ensayos de diseño  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .*

Diseño de Concreto	% de Ceniza	Propiedades Mecánicas	Forma del espécimen	N° de días de sumergido en agua			Especímenes
				7	14	28	
280 kg/cm <sup>2</sup>	5%	Compresión	Cilíndrica	3	3	3	9
		Tracción	Cilíndrica	3	3	3	9
		Flexión	Prismática	3	3	3	9
		Módulo de elasticidad.	Cilíndrica	3	3	3	9
	10%	Compresión	Cilíndrica	3	3	3	9
		Tracción	Cilíndrica	3	3	3	9
		Flexión	Prismática	3	3	3	9
		Módulo de elasticidad	Cilíndrica	3	3	3	9
	15%	Compresión	Cilíndrica	3	3	3	9
		Tracción	Cilíndrica	3	3	3	9
		Flexión	Prismática	3	3	3	9
		Módulo de elasticidad	Cilíndrica	3	3	3	9
	20%	Compresión	Cilíndrica	3	3	3	9
		Tracción	Cilíndrica	3	3	3	9
		Flexión	Prismática	3	3	3	9
		Modulo elasticidad	Cilíndrica	3	3	3	9
<b>TOTAL, DE ESPECIMENES CON PORCENTAJES DE CENIZAS</b>							<b>144</b>

En la Tabla 20 se muestran la cantidad de probetas con óptimo de CCA (5%) más la adición de los diferentes porcentajes de FP.

**Tabla 20.**

*Cantidad de probetas cilíndricas y prismáticas de muestras patrón con el porcentaje óptimo de CCA y la adición de diferentes porcentajes de fibras de palmera para ensayos de diseño  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .*

Diseño de Concreto	% de Ceniza	% de Fibra	Propiedades Mecánicas	Forma del espécimen	N° de días de sumergido en agua			Especímenes
					7	14	28	
280 kg/cm <sup>2</sup>	5%	0,75%	Compresión	Cilíndrica	3	3	3	9
			Tracción	Cilíndrica	3	3	3	9
			Flexión	Prismática	3	3	3	9
			Módulo de elasticidad	Cilíndrica	3	3	3	9
		1,50%	Compresión	Cilíndrica	3	3	3	9
			Tracción	Cilíndrica	3	3	3	9
			Flexión	Prismática	3	3	3	9
			Módulo de elasticidad	Cilíndrica	3	3	3	9
		2,25%	Compresión	Cilíndrica	3	3	3	9
			Tracción	Cilíndrica	3	3	3	9
			Flexión	Prismática	3	3	3	9
			Módulo de elasticidad	Cilíndrica	3	3	3	9
		3,00%	Compresión	Cilíndrica	3	3	3	9
			Tracción	Cilíndrica	3	3	3	9
			Flexión	Prismática	3	3	3	9
			Módulo de elasticidad	Cilíndrica	3	3	3	9
<b>TOTAL, DE ESPECIMENES CON PORCENTAJE DE CENIZA Y FIBRAS DE PALMERA</b>							<b>144</b>	

### **2.3. Variables y Operacionalización**

#### **2.3.1. Variable independiente**

Cenizas de cascara de arroz y fibras de palmera

#### **2.3.2. Variable dependiente**

Evaluación de las propiedades mecanicas del concreto.

#### **2.3.3. Operacionalización**

En la Tabla 16 se detalla la variable independiente, la Tabla 22 detalla la variable dependiente.

En la Tabla 21 se muestran las variables independientes de la presente investigación.

**Tabla 21.**

*Operacionalización de la variable independiente.*

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM	TECNICAS E INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE: Cenizas de cascara de arroz y fibras de palmera	Dosificación Cenizas de cascara de arroz	5%	kg	Observación y revisión documentaria, equipos de laboratorio, ficha de recolección de datos
		10%	kg	
		15%	kg	
		20%	kg	
	Dosificación Fibras de palmera	0,75%	kg	Observación y revisión documentaria, equipos de laboratorio, ficha de recolección de datos
		1,50%	kg	
		2,25%	kg	
		3,00%	kg	

En la Tabla 22 se muestran las variables dependientes de la presente investigación.

**Tabla 22.**

*Operacionalización de la variable dependiente.*

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM	TECNICAS E INSTRUMENTOS
VARIABLE DEPENDIENTE: Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto	Características Físicas	Granulometría	mm	Observación y revisión documentaria, Equipo de Laboratorio, Ficha de recolección de datos.
		Peso Específico	gr/cm <sup>3</sup>	
		Módulo de Fineza	--	
		Contenido de Humedad	Porcentaje (%)	
		Absorción	Porcentaje (%)	
		Tamaño máximo nominal	mm	
	Dosificación del concreto	Dosificación en volumen	m <sup>3</sup>	Observación y revisión documentaria, Equipo de Laboratorio, Ficha de recolección de datos.
		Dosificación en peso	kg	
	Propiedades Físicas	Trabajabilidad	cm	Observación y revisión documentaria, Equipo de Laboratorio, Ficha de recolección de datos.
		Asentamiento	cm	
		Temperatura	Centígrados (C°)	
		Peso Unitario o Densidad	kg/m <sup>3</sup>	
		Contenido de Aire	Porcentaje (%)	
	Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Compresión axial	kg/cm <sup>2</sup>	Observación y revisión documentaria, Equipo de Laboratorio, Ficha de recolección de datos.
Resistencia a la Tracción indirecta		kg/cm <sup>2</sup>		
Resistencia a la Flexión		kg/cm <sup>2</sup>		
Módulo de Elasticidad		kg/cm <sup>2</sup>		

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

### **2.4.1. Técnicas de recolección de datos**

#### **2.4.1.1. Observación**

Por medio de este proceso se estudiara el desarrollo que genera la sustitución parcial del cemento por CCA en cuatro diferentes porcentajes, 5%, 10%, 15% y 20% sustituyéndolo con respecto al peso del cemento, además luego de obtener el porcentaje óptimo de CCA se le adicionara cuatro porcentajes diferentes de fibras de palmera, 0,75%, 1,50%, 2,25% y 3,00% adición con respecto al peso del cemento, para los diseños de **C210** Y **C280** respectivamente, para luego los resultados finales registrarlos en los formatos adecuados.

#### **2.4.1.2. Análisis de documentos**

Para el desarrollo de esta investigación se consideró como material de apoyo; artículos científicos indexadas en prestigiosas bases de datos, libros, tesis, normas nacionales e internacionales referentes al tema de investigación.

### **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

#### **2.4.2.1. Guía de observación**

Para la recolección de datos, el proyecto de investigación contara con formatos de cálculos realizado por el ensayista, con la finalidad de anotar la información de los resultados obtenidos de cada ensayo.

#### **2.4.2.2. Guía de análisis de documentos**

Para cada ensayo se empleará la normativa vigente, dentro de las cuales se usarán la Norma Técnica Peruana "NTP", American Society for Testing and Materials "ASTM", American Concrete Institute "ACI" y el Reglamento Nacional de Edificaciones "RNE", ya que en ellas se encuentran detalladas los procedimientos y cálculos confiables a efectuar en la presente investigación.

## **2.5. Procedimiento de análisis de datos**

### **2.5.1. Diagrama de flujos**

Hacen referencia al proceso o pasos que se realizaron en la investigación con la finalidad de la obtención de los resultados deseados, de la cual se presenta una pequeña descripción de tal proceso. Se elaboro el diseño de mezclas de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> para el CP., la cual será sustituido parcialmente por CCA en cuatro porcentajes, 5%, 10%, 15% y 20%, verificándose en laboratorio para conseguir una mezcla con las propiedades requeridas, obtenida el porcentaje óptimo de sustitución del cemento por CCA se procederá a la adición de fibras de palmera en los siguientes porcentajes, 0,75%, 1,50%, 2,25% y 3,00%, para la cual se seleccionara los mejores materiales y la dosificación correcta. A continuación, se muestra el diagrama de flujo seguido.

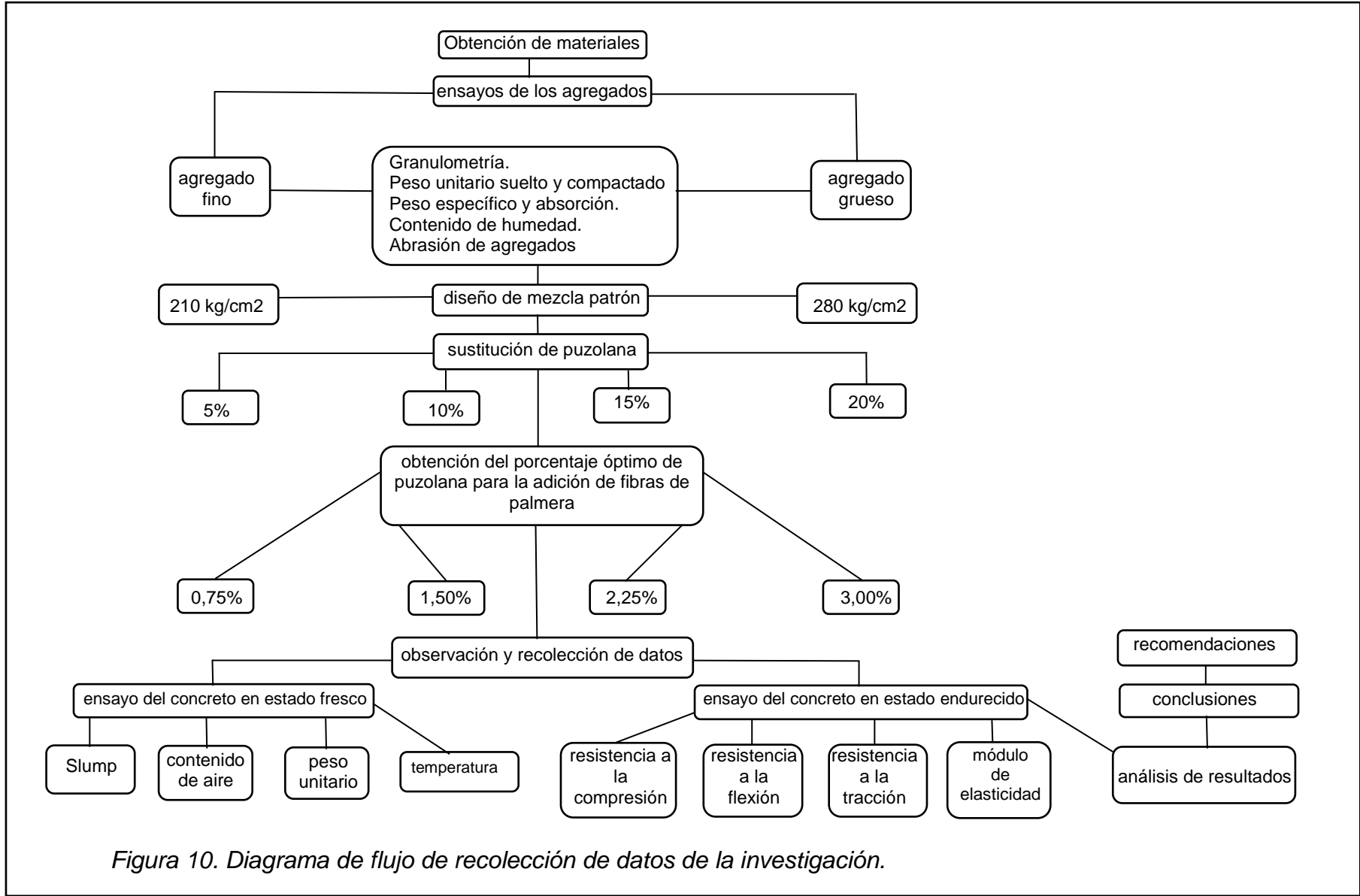


Figura 10. Diagrama de flujo de recolección de datos de la investigación.



## **2.5.2. Descripción de procesos**

### **2.5.2.1. Procedencia y extracción de materiales – Agregados**

Para la elección del mejor material (agregado fino y grueso) se realizó un estudio de canteras existentes dentro de la región Lambayeque. Para este proyecto las canteras elegidas fueron: La Victoria y Pacherras por cumplir con los estándares requeridos por (Norma Técnica Peruana 400.012, 2013) y la (ASTM C136 / C136M , 2014). El agregado fino se extrajo de la “Cantera La Victoria” la cual se encuentra ubicada en la carretera a Chongoyape Km 4,000, el agregado grueso fue extraído de la “Pacherras” ubicada en la localidad de Pacherras, a unos 43 Km de la provincia de Chiclayo. Dando los mejores resultados en los ensayos de laboratorio.

### **2.5.2.2. Cemento**

El cemento que se empleó para desarrollar este proyecto de investigación fue de la marca comercial Qhuna Tipo I adquirida en ferretería “M & E S.A.C.”, domicilio fiscal en la calle Miraflores 309 y Humboldt P.J. San Antonio, cuyas especificaciones técnicas será contemplará para la elaboración del diseño de mezcla, para obtener datos fiables como el peso específico de cementos portland Tipo I.



*Figura 11. Bolsa de cemento Qhuna Tipo I – 42,5 kg.*

### **2.5.2.3. Agua**

El agua empleada para la mezcla fue obtenida del mismo laboratorio “LEMS W&C EIRL” situada en la Av. Prolongación Bolognesi – Pimentel en el Km 3,5, para esta investigación no se tomó en cuenta la calidad del agua por ser agua potable del proveedor EPSEL, la cual garantiza su calidad.

#### **2.5.2.4. Cenizas de cascara de arroz**

Subproducto que se consigue mediante el proceso de calcinación de la cascarilla de arroz, para generar energía calorífica en el proceso de secado de arroz en cascara, la cascarilla también es usada en hornos en la fabricación de ladrillos tanto industriales, como artesanales. Estas cenizas fueron procesadas en un horno artesanal con la temperatura optima de quemado para su posterior traslado, el horno está ubicado en la localidad de la cría en el Km 37,4 distrito de Pátapo provincia de Chiclayo.

#### **Procedimiento de uso**

Luego de ser quemado la cascarilla de arroz en un horno artesanal se procedió a recogerlos en sacos para su traslado al laboratorio, dándole la fineza requerida en la maquina los ángeles.



*Figura 12. Molido de las cenizas de cascarilla de arroz (maquina los ángeles).*

#### **2.5.2.5. Fibras de Palmera**

La fibra de palmera fue recolectada de la poda de las plantaciones que se encuentran en un terreno de cultivo ubicada en el sector “El Alto” de la provincia de Ferreñafe departamento Lambayeque.

#### **Procedimiento de uso**

Para este proyecto de investigación se propuso el uso de las fibras de palmera FP, las cuales se obtuvieron de los desbroces de las plantaciones de la localidad el alto ciudad de Ferreñafe, para ser usada las fibras primero se procedió a deshilacharlas de manera manual, para luego ser cortadas a una longitud promedio de 40,75 mm, 0,56 mm, de espesor y 2,60 mm de ancho, medidos en laboratorio.



*Figura 13. Procesado, cortado y medición de las fibras de palmera.*

Antes de adicionarse a la mezcla las fibras fue sometida a un procedimiento químico de origen alcalino con hidróxido de sodio (NaOH) en una solución de 1 Lt de agua para 50 gramos de hidróxido de sodio, las FP se saturaron durante 12 horas a temperatura ambiente, y después se secaron al aire libre, para ser pesados y determinar el porcentaje de humedad siendo esta de 29,51%. en la figura 14 se muestran las fibras.



a.

b.

*Figura 14. a) fibras de palmera sin tratar. b) fibras de palmera tratadas.*

### **2.5.2.6. Ensayo de agregados**

#### **2.5.2.6.1. Granulometría de los agregados**

##### **Normativa**

La (Norma Técnica Peruana 400.012, 2013) y (ASTM C136 / C136M , 2014), determinan, que para el agregado fino debe obtenerse el módulo de fineza, para el agregado grueso se obtendrá el tamaño nominal.

##### **Equipos y herramientas**

- ✓ Balanza de sensible de 0,1 gramos.
- ✓ Tamices reglamentarios.
- ✓ Horno 110 °C + - 5 °C.

##### **Metodología**

Seleccionar la muestra, secarla al horno a temperatura establecida, para luego haciendo uso de los tamices hacer un cernido de manera que los

de mayores tamaños vayan quedando retenidos, para luego pesarlos y tomar apuntes la retención en cada tamiz para su respectivo procesamiento.

### **Peso unitario de los agregados**

#### **Normativa**

La Norma Técnica Peruana 400,017 y ASTM C29, establecen que para determinar el peso unitario suelto (PUS) y el peso unitario compactado (PUC) no superen los 125 mm del tamaño máximo nominal.

Equipos y herramientas

- ✓ Balanza de sensible de 0,1 gramos.
- ✓ Varilla metálica para compactado (Ø 5/8" 0,60 m. long.) y cucharón.
- ✓ Recipiente cilíndrico metálico.
- ✓ Regla.

#### **Metodología**

**Peso unitario suelto:** se procede a rellenar el recipiente con el material dejándolo caer de una altura no mayor a 5 cm del borde superior acomodándose por sí sola, enseguida con la regla de forma horizontal se enraza quedando a un solo nivel, luego se pesa la masa y apunta los datos para su procesamiento.

$$WUS = Fc * P_s$$

*Ecuación 4. Fórmula para determinar el peso unitario suelto.*

Donde:

WUS = Peso unitario suelto (kg/m<sup>3</sup>)

Fc = Factor de calibración del envase (1/m<sup>3</sup>)

Ps = Peso de la muestra suelta (kg)

**Peso unitario compactado:** se rellena el recipiente en tres partes iguales (1/3) del volumen total del recipiente compactándolo con la varilla dándole 25 golpes alrededor del área, proceso que se repetirá para las tres capas, enrazándola y pesándola para apuntar los datos para procesarlos.

$$WUC = Fc * P_c$$

*Ecuación 5. Fórmula para determinar el peso unitario compactado.*

Donde:

WUC = Peso unitario compactado (kg/m<sup>3</sup>)

Fc = Factor de calibración del envase (1/m<sup>3</sup>)

Pc = Peso de la muestra compactada (kg)

### **2.5.2.6.3. Contenido de humedad**

#### **Normativa**

La Norma Técnica Peruana 339,185 y ASTM C566, establecen que, para determinar la corrección de cantidades de elementos para fabricar concreto, dependen del contenido de humedad de la muestra.

#### **Equipos y herramientas**

- ✓ Balanza de sensible de 0,1 gramos.
- ✓ Horno 110 °C + - 5 °C.
- ✓ Envase metálico y cucharon

#### **Metodología**

Consiste en pesar la muestra tal y como se encuentra en el medio ambiente, de acuerdo a su tamaño máximo nominal, tales muestras se colocan en un recipiente y se coloca al horno teniendo cuidado de no perder material, una vez seca al horno se retira y deja enfriar de manera que se pueda manipular para volverla a pesar y anotar los datos para los cálculos correspondientes.

Se muestra la siguiente ecuación.

$$Ph = \frac{Mh - Ms}{Ms} * 100$$

*Ecuación 6. Fórmula para hallar el contenido de humedad*

Donde:

Ph = Contenido de humedad (%)

Ms = Masa secado al horno (gr)

Mh = Masa húmeda natural de la muestra (gr)

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

#### **Normativa**

La (Norma Técnica Peuana 400.021, 2018) y (ASTM C127, 2012), establecen que, se debe seguir los siguientes pasos para obtener el peso

específico seco, peso específico superficialmente seca, peso específico aparente y el porcentaje de absorción del agregado grueso.

### **Equipos y herramientas**

- ✓ Balanza de sensible de 0,1 gramos.
- ✓ Canasta de malla de alambre con abertura similar al tamiz N.º 6 (3 mm) capacidad de 4000 cm<sup>3</sup> a 7000 cm<sup>3</sup>.
- ✓ Recipiente con capacidad para sumergir la canasta en agua suspendiéndola al centro de la balanza.
- ✓ Estufa de 110 °C + - 5 °C.

### **Metodología**

Luego del lavado para eliminar cualquier muestra de impurezas, seguidamente se zambulle bajo el agua por tiempo de 24 h ± 4h, luego se extrae del agua y se seca con una tela absorbente para retirar todo rastro de agua del agregado, considerando evitar el secado de la superficie. Después de esto se pesa para obtener el peso saturado con superficie seca, enseguida se coloca en la canastilla de metal determinando su peso bajo el agua. Colocar la muestra en la estufa entre 100 °C a 110 °C, dejándola enfriar para ser pesada.

Se consideran las siguientes ecuaciones:

- Peso específico de masa (Pem)

$$Pem = \frac{A}{B - C} * 100$$

*Ecuación 7. Fórmula del peso específico del agregado recio.*

Donde:

A = Masa de la muestra seca en el aire (gr)

B = Masa de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr)

C = Masa de la muestra saturada en el agua (gr)

- Peso específico de masa saturada superficialmente seca (PeSSS)

$$PeSSS = \left[ \frac{B}{B - C} \right] * 100$$

*Ecuación 8. Fórmula para hallar el peso específico de masa saturada superficialmente seca del agregado recio.*

- Peso específico aparente (Pea)

$$Pea = \left[ \frac{A}{A - c} \right] * 100$$

*Ecuación 9. Fórmula para hallar el peso específico aparente del agregado recio.*

- Absorción (Ab)

$$Ab(\%) = \left[ \frac{B-A}{A} \right] * 100$$

*Ecuación 10. Fórmula para hallar la absorción del agregado recio.*

### **2.5.2.6.9. Peso específico y absorción para el agregado fino**

#### **Normativa**

La Norma Técnica Peruana 400,022 y ASTM C128, establecen que, se debe seguir los siguientes pasos para obtener el peso específico seco, peso específico superficialmente seca, peso específico aparente y el porcentaje de absorción del agregado fino.

#### **Equipos y herramientas**

- ✓ Balanza con sensibilidad de 0,1 gramos.
- ✓ Frasco con capacidad de 500 cm<sup>3</sup> de volumen.
- ✓ Molde metálico con forma de cono de diámetro superior de 4 cm y diámetro inferior de 9 cm, altura de 7,5 cm.
- ✓ Barra apisonadora de metal de 340 g ± 15 g de peso, con un área plana circular de 2,5 cm ± 0,3 cm de diámetro en uno de sus extremos.
- ✓ Estufa de 110 °C + - 5 °C.

#### **Metodología**

Se coloca dentro de un frasco normado la cantidad de 500 g del material previamente liberado de impurezas, luego se llena con agua alcanzando los 500 cm<sup>3</sup> señalado en el frasco, paso seguido se procede a expulsar las burbujas que se forman dentro del frasco, para ello se coge el frasco y se agita de manera circular haciendo flotar todas las burbujas para después dejarla reposar y pesarla con toda agua. Luego se retira el agregado del frasco para colocarlo en envase e introducirlo al horno a temperatura de 100 °C a 110 °C, luego de extraerla se deja enfriar y se pesa.

- Peso específico de masa (Pem)

$$P_{em} = \frac{A}{(B + S - C)}$$

*Ecuación 11. Fórmula del peso específico y absorción del agregado fino.*

Donde:

A = Peso de la arena seca al horno (gr)

B = Peso de la fiola llena de agua a nivel de marca de calibración (gr)

C = Peso de la fiola lleno de arena y agua hasta nivel de marca de calibración (gr)

R1 = Primera lectura de agua a nivel en un frasco de *Le Chatelier* (ml)

R2 = Última lectura de agua en un frasco de *Le Chatelier* (ml)

S = Peso de la arena saturada superficialmente seca (gr)

- Peso específico saturado superficialmente seca (PeSSS)

$$PeSSS = \frac{S}{(B + S - C)}$$

*Ecuación 12. Fórmula del peso específico saturado del agregado fino.*

- Peso específico aparente (Pea)

$$Pea = \frac{A}{(B + A - C)}$$

*Ecuación 13. Fórmula de peso específico aparente del agregado fino.*

#### **2.5.2.6.10. Porcentaje de finos que pasan la malla N° 200**

##### **Normativa**

La Norma Técnica Peruana 400,018 y ASTM C177, disponen que, para la aceptabilidad de agregados finos, el porcentaje que pasa por la malla N° 200 no debe superar el 10 %.

Equipos y herramientas

- ✓ Balanza con sensibilidad de 0,1 gramos.
- ✓ Agente humectante.
- ✓ Depósitos.
- ✓ Tamiz estándar de 75 µm (N.º 200).
- ✓ Estufa de 110 °C ± 5 °.



## **Metodología**

Existen dos métodos para determinar el porcentaje que pasa la malla N° 200 método A (Lavado con agua) método B (Lavado usando agente dispersante), en este ensayo se lava una porción definida de muestra. El agua del vertido lleva consigo el material disuelto en suspensión tras el N° 200, el resultado de este método se calcula por la disminución de masa original del material durante el lavado, luego se retira el agua y el material que queda se considera el fino que pasa la malla N° 200, el cual para su aceptación debe ser menor al 10%.

- Porción de material que transcurre por la malla N.º 200

$$K = \frac{(M1 - M2)}{M1} * 100$$

*Ecuación 14. Fórmula para hallar el porcentaje que pasa por la malla N°200.*

Donde:

K = Porcentaje que pasa por la malla N°200.

M1 = Masa seca en gr.

M2 = Masa seca después del lavado en gr.

## **Procesos que se siguieron para el diseño de mezclas**

Se realiza una serie de pasos para la elaboración de concretos para que alcancen las propiedades deseadas.

Paso 01. Se determina los diseños de mezcla a elaborar, para este caso se eligieron 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

Paso 02. Se selecciona los materiales más adecuados para la elaboración de concretos.

Paso 03. Se determina la relación agua cemento factor muy importante para cada diseño.

Paso 04. Se escoge la consistencia en relación del asentamiento.

Paso 05. Encontrar el porcentaje de aire contenido en la mezcla.

Paso 06. Establecer la cantidad de cemento por unidad cubica de concreto.

Paso 07. Establecer la proporción de los materiales pétreos.

Paso 08. Hacer un reajuste de cantidad de agua en obra en muestras preliminares.

Paso 09. Se elabora mezclas preliminares para la corrección del asentamiento.

Paso 10. Las muestras de prueba se ensayan a los 7 d de curado.

Paso 11. Se hace la corrección de  $F'_{cr}$ .

Paso 12. Se determina el diseño final de la mezcla.

Paso 13. Realización de la mezcla definitiva.

Paso 14. Elaboración de especies cilíndricas prismáticas que serán ensayadas en estado endurecido en este proyecto de investigación.

Paso 15. Curado de especímenes en piscinas metálicas para ensayarlas a los 7, 14, y 28 días.

### **2.5.2.7. Ensayos de mezclas**

#### **2.5.2.7.1. Medida del Slump**

##### **Normativa**

La Norma Técnica Peruana 339,035 y ASTM C143 (2012), establecen que, para medir el asentamiento de la mezcla se procede de la siguiente manera.

##### **Equipos y herramientas**

- ✓ Plancha metálica.
- ✓ Varilla de metal liso  $\varnothing$  5/8" y 600 mm de largo, punta roma.
- ✓ Cono de Abrams.
- ✓ Cucharon de acero y regla de metal

##### **Metodología**

Se humedecerá la plancha metálica y también el molde para que no absorba el agua de la mezcla, colocando el molde sobre la plancha se procede a llenar en 1/3 de altura, colocando los pies sobre el asa para que no se mueva, acto seguido se procede a apisonar la mezcla con 25 golpes con la varilla, repetir el acto tres veces hasta llenar el cono, enraizar con la regla de metal para luego retirar el tirando hacia arriba, después medir el asentamiento con respecto a la altura del cono.

### **2.5.2.7.2. Medida de la temperatura**

#### **Normativa**

La Norma Técnica Peruana 339,184 y ASTM C1064, establecen que, para medir el asentamiento de la mezcla se debe considerar la temperatura.

#### **Equipo y herramientas**

- ✓ Termómetro.

#### **Metodología**

Mantener el termómetro a temperatura ambiente para que no altere la lectura, introducirlo a la mezcla después de 5 min de preparada, el termómetro debe estar como mínimo 2 min. dentro de la mezcla, luego tomar lectura y anotar los datos.

### **2.5.2.7.3. Medida del peso unitario**

#### **Normativa**

La Norma Técnica Peruana 339,046 y ASTM C138, establecen lo siguiente para medir el peso unitario.

#### **Equipos y herramientas**

- ✓ Balanza con sensibilidad de 0,1 gramos.
- ✓ Varilla de metal lisa  $\varnothing$  5/8" y 600 mm de largo, punta roma.
- ✓ Envase metálico.
- ✓ Martillo de goma.
- ✓ Herramientas de mano

#### **Metodología**

Para este ensayo el envase deberá ser llenada en tres partes iguales luego se compactará dándole 25 golpes con la varilla de metal y con el martillo de goma se golpeará para que se acomode mejor la mezcla, este proceso se repetirá con las tres capas, el material sobrante se enrazara, para luego ser pesada con todo y envase, la masa del envase se establecerá con anterioridad.

- Densidad de masa

$$Dm = \frac{Me - Ma}{Ve}$$

*Ecuación 15. Fórmula para hallar la densidad de masa.*

Donde:

$D_m$  = Densidad de masa del concreto ( $\text{kg/m}^3$ ).

$M_e$  = Masa del envase lleno de concreto (kg).

$M_a$  = Masa del envase de metal (kg).

$V_e$  = Volumen del envase.

#### **2.5.2.7.4. Medición de cantidad de aire atrapado**

##### ***Normativa***

La Norma Técnica Peruana 339,046 y ASTM C138, establecen lo siguiente para medir el contenido de aire.

##### ***Equipos y herramientas***

- ✓ Balanza con sensibilidad de 0,1 gramos.
- ✓ Varilla de metal lisa  $\varnothing$  5/8" y 600 mm de largo, punta roma.
- ✓ Envase metálico.
- ✓ Martillo de goma.
- ✓ Herramientas de mano

##### ***Metodología***

Se realizará mediante la olla Washington, se colocará la mezcla en la olla en tres capas compactándola con 25 varilladas por capa y golpeándola con el martillo de goma para eliminar la presencia de burbujas, una vez enzado se coloca la tapa de la olla la cual cuenta con un mecanismo cerrado a presión, luego se vertió agua hasta llenar de agua por dentro, después mediante una válvula se procedió a poner en cero el marcador, enseguida presionado la palanca para soltar el aire la aguja se mueve y donde queda se anota el contenido de aire.

#### **2.5.2.8. Ensayos de concreto endurecidos**

##### **2.5.2.8.1. Resistencia a la compresión**

##### ***Normativa***

Establecida de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 339,034 y ASTM C39.

Equipos y herramientas

- ✓ Balanza con sensibilidad de 0,1 gramos.
- ✓ Prensa hidráulica (calibrada de acuerdo a ASTM E4).
- ✓ Pie de rey (vernier) para medir longitudes, diámetros y profundidad pequeñas.
- ✓ Placas de neopreno.

### **Metodología**

En primer lugar, se toma las medidas de la longitud y diámetro de las muestras cilíndricas con el vernier tomándose dos mediciones por probeta, para el ensayo se coloca los cilindros en la placa de neopreno para luego colocarlas a la máquina de compresión ubicándolas de manera adecuada, enseguida se le aplica la carga a baja velocidad hasta que la probeta llegue al límite de ruptura, ya por último se toma nota de la carga que soporto y el tipo de fractura que mostró



*Figura 15. Ensayo de resistencia a la compresión.*

*Nota: Extraído según (Cruces et al., 2018)*

#### **2.5.2.8.2. Resistencia a la tracción**

##### **Normativa**

Establecida de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 339,084 y ASTM C496.

##### **Equipos y herramientas**

- ✓ Balanza con sensibilidad de 0,1 gramos.
- ✓ Prensa hidráulica (calibrada de acuerdo a ASTM E4).

- ✓ Pie de rey (vernier) para medir longitudes, diámetros y profundidad pequeñas.
- ✓ Planchas metálicas normadas.

### **Metodología**

En primer lugar, se toma las medidas de la longitud y diámetro de las muestras cilíndricas con el vernier tomándose dos mediciones por

para el ensayo se coloca los cilindros de forma transversal al largo de la probeta sobre una plancha metálica, sobre la probeta se coloca la otra plancha. Luego se ejerce la carga sobre ella con baja velocidad de carga, hasta que la probeta llegue al límite de ruptura, ya por último se toma nota de la carga ultima que alcanzó.



*Figura 16. Ensayo de resistencia a la tracción de las probetas de estudio.*

### **2.5.2.8.3. Resistencia a la flexión**

#### **Normativa**

Establecida de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 339,078 y ASTM C78.

#### **Equipos y herramientas**

- ✓ Balanza con sensibilidad de 0,1 gramos.
- ✓ Prensa hidráulica (calibrada de acuerdo a ASTM E4).
- ✓ Pie de rey (vernier) para medir longitudes, diámetros y profundidad pequeñas.
- ✓ Regla y wincha.
- ✓ Dispositivos de acero normadas.

### **Metodología**

En primer lugar, se toma las medidas de la longitud y ancho de las muestras prismáticas con el vernier tomándose dos mediciones por viga, luego se mide con una wincha en los tercios de la viga para rayarlos a 2,5 cm desde los apoyos, se coloca en la parte inferior la placa de acero con apoyos en sus extremos y el dispositivo de acero superior que tiene una separación entre apoyos en sus extremos y el dispositivo de acero superior que tiene una separación de 15 cm entre apoyos que ejercen la carga hacia la viga con una velocidad baja hasta que la viga llegue al límite de ruptura, ya por último se toma nota de la carga ultima que alcanzó



*Figura 17. Ensayo a la flexión a los tercios de la viga de estudio.*

#### **2.5.2.8.4. Ensayo del módulo elástico**

##### **Normativa**

Establecida de acuerdo a la Norma Técnica Peruana según la ASTM C469.

##### **Equipos y herramientas**

- ✓ Balanza con sensibilidad de 0,1 gramos.
- ✓ Prensa hidráulica (calibrada de acuerdo a ASTM E4).
- ✓ Pie de rey (vernier) para medir longitudes, diámetros y profundidad.
- ✓ Compresómetro (con aproximación de 5 millonésimas de la deformación)

##### **Metodología**

Para este ensayo se considera las mismas probetas que el del ensayo a comprobación, para este ensayo el proceder es más técnico y riguroso, se coloca el compresómetro a la probeta, teniendo en cuenta que este alineada al transductor se ajustan las perillas hasta quedar bien sujetas, luego el

transductor se coloca en cero para aplicar la carga lentamente, después tomar nota del módulo de elasticidad y resistencia.



*Figura 18. Ensayo del módulo de elasticidad del espécimen de estudio.*

## **2.6. Criterios éticos**

El colegio de ingenieros del Perú, cuenta con un código (2012) la cual hace referencia a una serie de artículos que promueven los valores éticos que los profesionales deben profesar en beneficio de la sociedad, así como para ejercer su labor debe contar título y estar debidamente colegiado y habilitado, teniendo mayor interés en el adecuado uso de los recursos en el ejercicio de sus labores profesionales sin beneficiarse de terceros. Como es bien sabido en la actualidad nos encontramos en una serie de corrupciones y malversación de fondos, pudiendo minar la integridad del profesional, muy por el contrario, debe estar orientado en fortalecer sus valores para no incurrir en una falta. La moralidad de los ingenieros/as será probada cuando tengan a su cargo un proyecto ingenieril, denotándose la formación académica y moral que ha recibido en la universidad durante su vida estudiantil, la ingeniería es amplia y no todo está al alcance de nuestro conocimiento por lo que se debe proponer un especialista en el área para no se presenten problemas en obra, las dudas deben ser absueltas con el grupo de trabajo, en el caso de firmas se debe estar seguro de la fidelidad del documento para poder firmarlo, pudiendo ejercer como supervisor, residente, o asistente, los ingenieros necesitamos estar en constante capacitaciones para tener una mejor desarrollo profesional.



## **2.7. Criterios de rigor científico**

### **2.7.1. Validación de instrumentos**

#### ***Validez interna***

La validez de este proyecto está dada por una serie de procesos a lo largo de su desarrollo, siguiendo requisitos y sugerencias de las Normas Técnicas Peruanas NTP y normas intencionales ASTM, así como artículos científicos indexados en prestigiosas revistas y tesis en relación con la investigación.

#### ***Fiabilidad***

Para el presente proyecto de tesis, todas las informaciones son reales puesto que la población de muestra de la investigación es totalmente real, así como la precisa recolección de datos, teniendo la plena seguridad en la fidelidad de resultados a obtener.

### **2.7.2. Confiabilidad de instrumentos**

Los ensayos de laboratorio de esta investigación, se regirán a las normativas vigentes nacionales e internacionales, para tal proceso se cuentan con equipos calibrados válidos para desarrollar los ensayos respectivos, capas de arrojar resultados confiables, dando lectura los datos y procesarlos de manera ordenada. Los ensayos se realizarán en el laboratorio privado LEMS W&C EIRL. obtenidos los datos finales plantearemos la conclusiones y recomendaciones para cada caso.

## **III. RESULTADOS**

### **3.1. Resultados en tablas, figuras y gráficos**

#### ***3.1.1. Precisar los elementos químicos y actividad puzolánica de las cenizas para obtener la temperatura óptima de quemado.***

En las siguientes tablas y gráficos se muestran los resultados que corresponden al desarrollo del **objetivo N°1**, siguiendo los lineamientos de la NTP y normas internacionales que determinan el empleo de puzolanas en concretos.

##### ***3.1.1.1. Análisis químico de las cenizas de cascara de arroz***

Se realizó el ensayo químico de las cenizas de cascara de arroz en el laboratorio FAMALAB S.A.C. Oficina: Av. Oscar R. Benavides 3130 BQ F

Dpto. 301 – Lima Cercado. Laboratorio: Urb. Antonia Moreno de C. Mz O Lt 9 5° Sector Izq. – Ventanilla - Callao Tf 4641403 Celular 947321623 E-mail fanayamel@yahoo.com [famalabsac@gmail.com](mailto:famalabsac@gmail.com) el informe del análisis químico de CCA se apreciará en el **Anexo 1**. En la Tabla 23 se aprecia la composición química de las CCA

*Tabla 23.*

*Composición química y porcentaje de sílice de la CCA*

ANALISIS	METODO	UNIDAD	RESULTADO
SiO <sub>2</sub> .	Gravimétrico	(%)	71,50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Absorción atómica	(%)	0,38
FeO	Absorción atómica	(%)	0,45
CaO	Absorción atómica	(%)	0,88
Na <sub>2</sub> O	Absorción atómica	(%)	0,38
TiO <sub>2</sub>	Absorción atómica	(%)	<0,01
MgO	Absorción atómica	(%)	0,36
K <sub>2</sub> O	Absorción atómica	(%)	2,43
SO <sub>3</sub>	ICP OES	(%)	0,25

### **3.1.1.2. Determinación de la temperatura óptima de quemado**

Se elaboraron muestras cubicas de concreto de 5 cm<sup>3</sup>, adicionándole CCA, incineradas en cuatro temperaturas diferentes 600, 650, 700, y 750 °C, los cuales se ensayaron a los 7, 14, y 28 d. de curado determinando la temperatura óptima de quemado a continuación, En la Tabla 24 se detallan los resultados. La tabla completa se mostrará en el **Anexo 2**.

**Tabla 24.**

Temperatura óptima de quemado de CCA.

Temperatura (°C)	Forma del espécimen	Días de curado	Porcentaje de ceniza utilizado	Cantidad de especímenes	Resistencia a la compresión (promedio)
600	cubica	7	20	3	160,30
650	cubica	7	20	3	186,10
700	cubica	7	20	3	191,77
750	cubica	7	20	3	137,52

600	cubica	14	20	3	202,59
650	cubica	14	20	3	222,71
700	cubica	14	20	3	242,33
750	cubica	14	20	3	172,19
600	cubica	28	20	3	210,83
650	cubica	28	20	3	246,68
700	cubica	28	20	3	250,66
750	cubica	28	20	3	159,28

En la Figura 26 se muestran los resultados de la temperatura optima de quemado de las cenizas, de las cuatro temperaturas empleadas 600, 650, 700, y 750 °C, la mejor temperatura es de 700 °C ya que alcanzó los valores más altos de resistencia a la compresión.

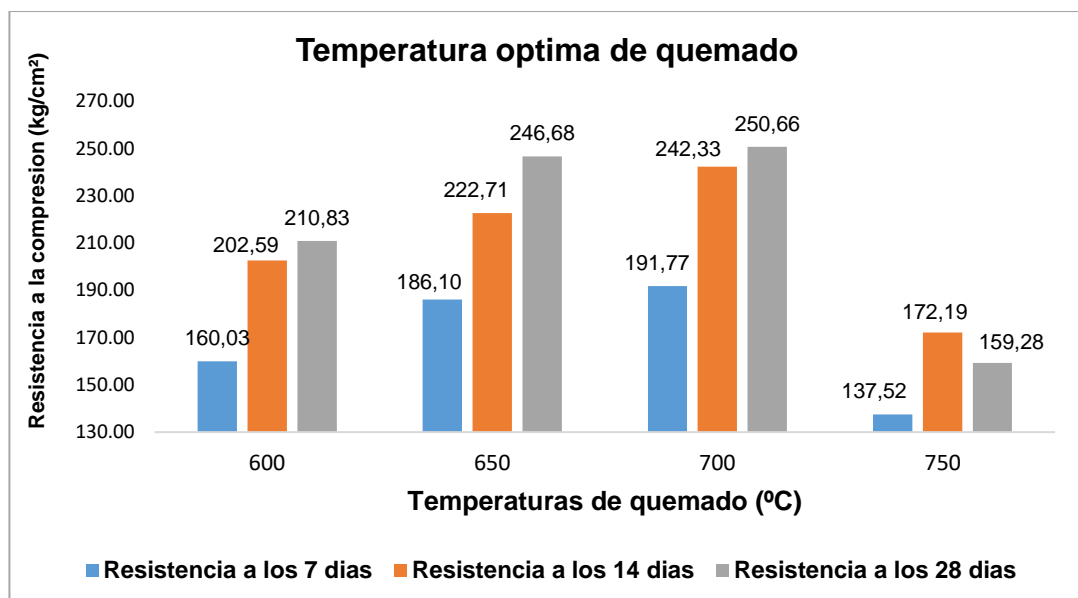


Figura 19. Temperatura optima de quemado de las CCA.

### 3.1.2. Evaluar las Propiedades mecanicas del concreto patrón (CP.) 210 y 280 kg/cm².

En las Figuras siguientes se exponen los resultados obtenidos que corresponden al desarrollo del **objetivo N°2**. realizados de acuerdo a las NTP y normas internacionales que establecen los ensayos en estado endurecido a los 7, 14 y 28 días de edad. Cuyos resultados se aprecian detalladamente en el **Anexo 3**.

### 3.1.2.1. Resistencia a la compresión del CP. 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

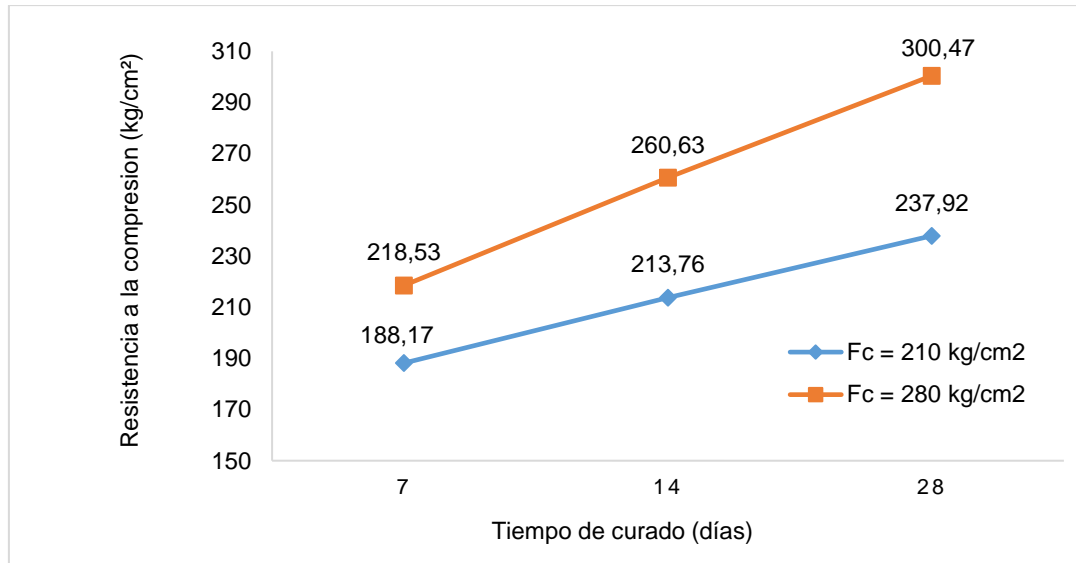


Figura 20. Resistencia a la compresión del CP. 210 Y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

En la figura 27, se muestra la resistencia a la compresión obtenidos de los concretos patrones, siguiendo los lineamientos de la norma ASTM C39, cuyos resultados fueron satisfactorios, superando la resistencia esperada de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> en 13,30 y 7,31% a los 28 días respectivamente.

### 3.1.2.2. Resistencia a la tracción del CP. 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

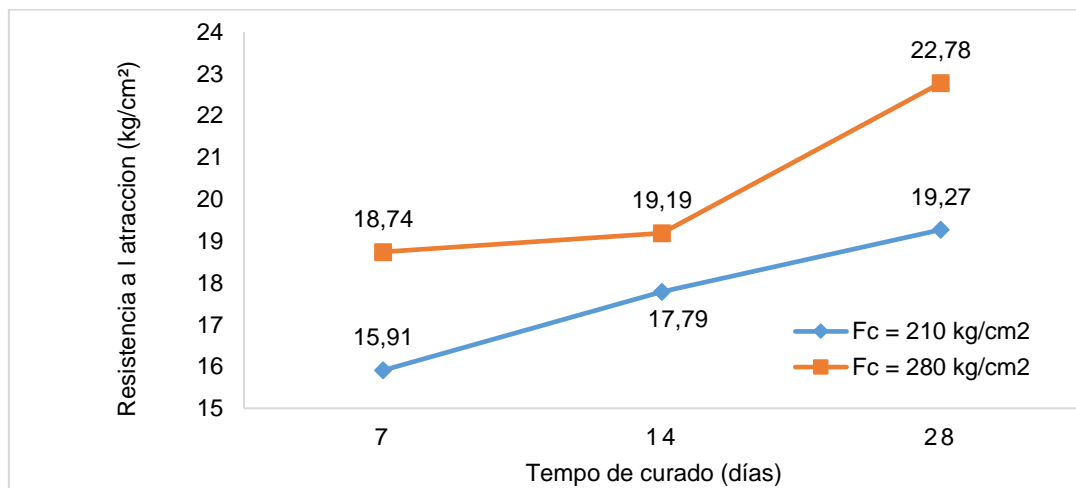


Figura 21. Resistencia a la tracción del CP. 210 Y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

De acuerdo a la figura 28, se puede apreciar la evolución de resistencia a la tracción que fue adquiriendo los concretos patrones hasta

19,27 y 22,78 kg/cm<sup>2</sup> para los diseños 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, resultados obtenidos de acuerdo a la norma ASTM C496.

### 3.1.2.3. Resistencia a la flexión del CP. 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>

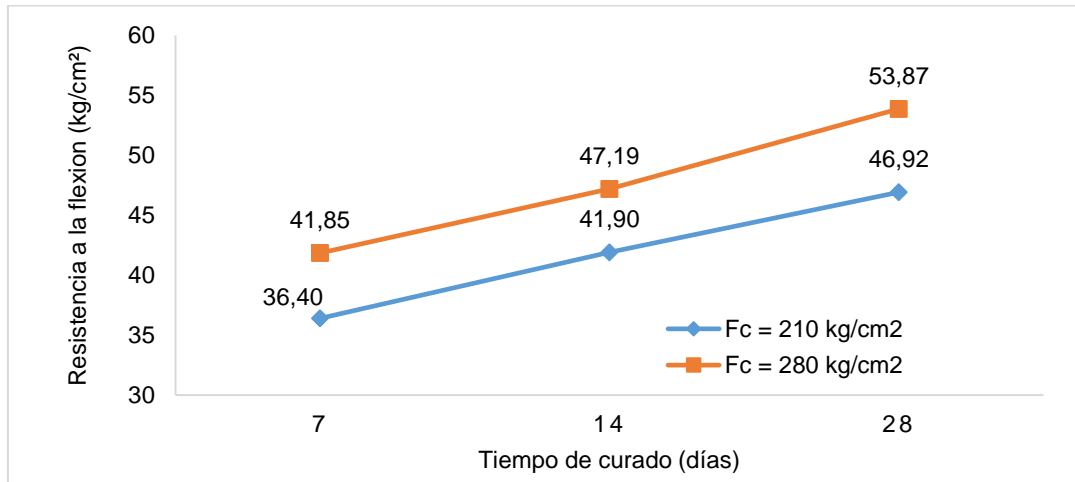


Figura 22. Resistencia a la flexión del CP. 210 Y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

Según la figura 29, se muestra la resistencia a la flexión obtenidos de los concretos patrones, de acuerdo a lo establecido por la norma ASTM C78, cuyos resultados guardan una relación compresión - flexión del 19,7% y 17,9% para los diseños 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.1.2.4. Módulo de elasticidad del CP. 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>

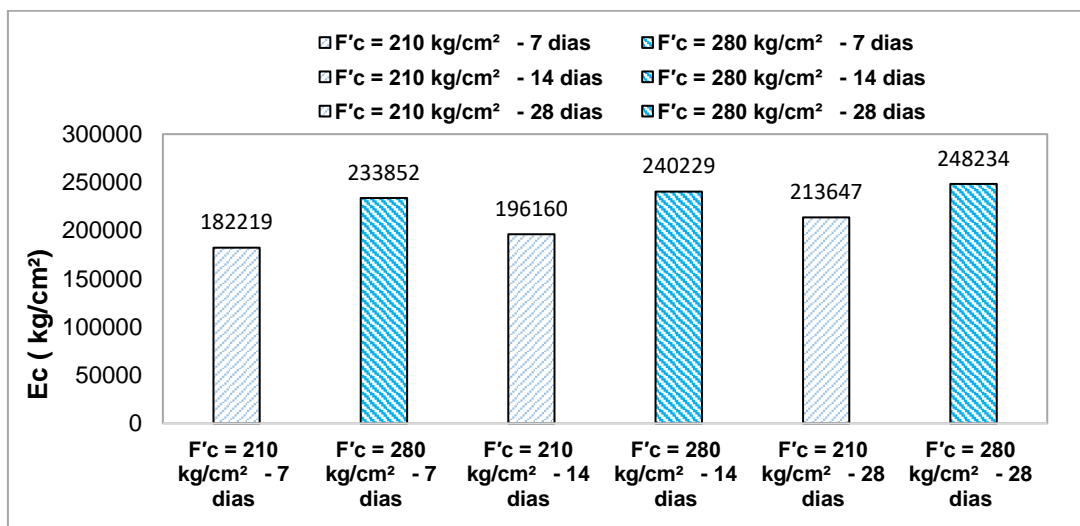


Figura 23. Módulo de elasticidad del CP. 210 Y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

En la figura 30 se muestra el módulo de elasticidad obtenidos del CP. siguiendo los lineamientos de la norma ASTM C469, se puede observar que

para el diseño de C210 obtuvo un  $E_c$  real de 213647 kg/cm<sup>2</sup>, mostrando una disminución respecto al módulo elástico teórico (217370 kg/cm<sup>2</sup>), de 1,71%, de igual manera el diseño 280 kg/cm<sup>2</sup>, obtuvo un  $E_c$  real de 248234 kg/cm<sup>2</sup>, notándose también un descenso con relación a módulo de elasticidad teórico (250998 kg/cm<sup>2</sup>) de 1,10% en comparación al módulo teórico.

**3.1.3. Evaluar las propiedades mecánicas de los CP. 210 Y 280 kg/cm<sup>2</sup> con las cenizas de cascara de arroz en 5, 10, 15 y 20%.**

En las Figuras siguientes se exponen los resultados obtenidos que corresponden al desarrollo del **objetivo N°3**. realizados de acuerdo a las NTP y normas internacionales que establecen los ensayos en estado endurecido del concreto con rupturas a los 7, 14 y 28 días. En el **Anexo 4**. se muestra a detalle los resultados obtenidos.

**3.1.3.1. Resistencia a la compresión axial del CP. y los porcentajes del 5%, 10%, 15% y 20% de sustitución de CCA para  $F_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $F_c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>.**

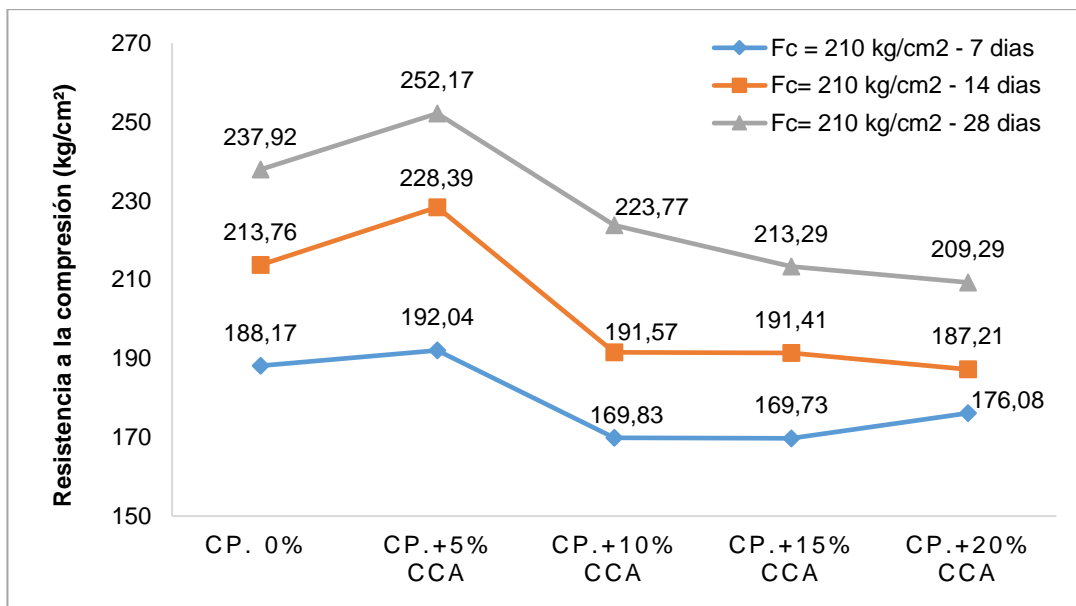
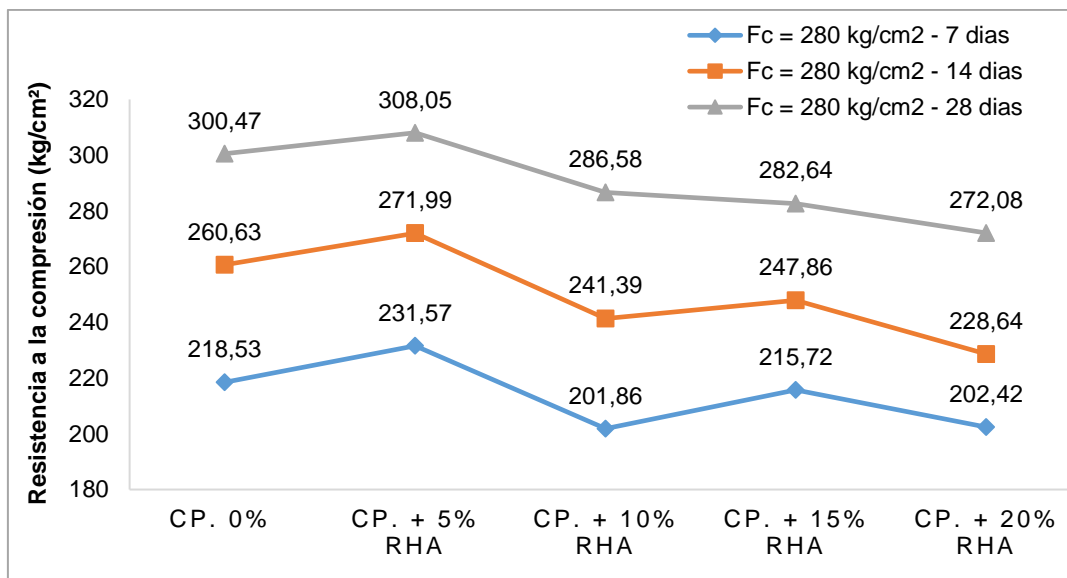


Figura 24. Efecto de CCA a la resistencia de compresión del concreto patrón y los concreto experimentales  $F_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.



*Figura 25. Efecto de CCA a la resistencia de compresión del concreto patrón y los concretos experimentales  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .*

Con base en la resistencia esperada de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , y siguiendo los lineamientos de la norma ASTM C39, de la Figura 31 podemos analizar que el CP. obtuvo una resistencia promedio a la compresión de  $188,17$ ;  $213,76$  y  $237,92 \text{ kg/cm}^2$ , obteniendo un incremento de  $13,30\%$  a los 28 días, respecto a la resistencia esperada. Así mismo se puede apreciar que el CP.+ 5% CCA, alcanzo los de promedios más altos de resistencia con  $192,04$ ,  $228,39$ , y  $252,17 \text{ kg/cm}^2$ , a los 7, 14, y 28 días, con un incremento de  $5,99\%$ , respecto al concreto patrón, Para los concretos con porcentajes de sustituciones del 10%, 15% y 20% de CCA, sus promedios de resistencias disminuyeron a medida que se le agregaba más contenido de CCA, estas bajas se consideraron con respecto al concreto patrón los cuales fueron,  $5,95\%$ ,  $10,35\%$  y  $12,03\%$  a los 28 días. Y en la Figura 32 para la resistencia esperada de  $280 \text{ kg/cm}^2$  la resistencia promedio a la compresión del CP. fue de  $218,53$ ,  $260,63$  y  $300,47 \text{ kg/cm}^2$ , con un incremento de  $7,31\%$  respecto a la resistencia esperada. Y el CP.+5% CCA, tuvo los de promedios de  $231,57$ ;  $271,99$ ; y  $308,05 \text{ kg/cm}^2$ , a los 7, 14, y 28 días, con un incremento de  $2,52\%$ , en relación al CP. a los 28 días, los concretos con sustituciones de 10%, 15% y 20% de CCA, disminuyeron su resistencia a medida que se le agregaba más contenido de CCA, estas bajas se consideraron con respecto al CP. y fueron de,  $4,62\%$ ,  $5,93\%$  y  $9,45\%$  a los 28 días respectivamente.

**3.1.3.2. Resistencia a la tracción del CP. y los porcentajes del 5%, 10%, 15% y 20% de sustitución de CCA para  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .**

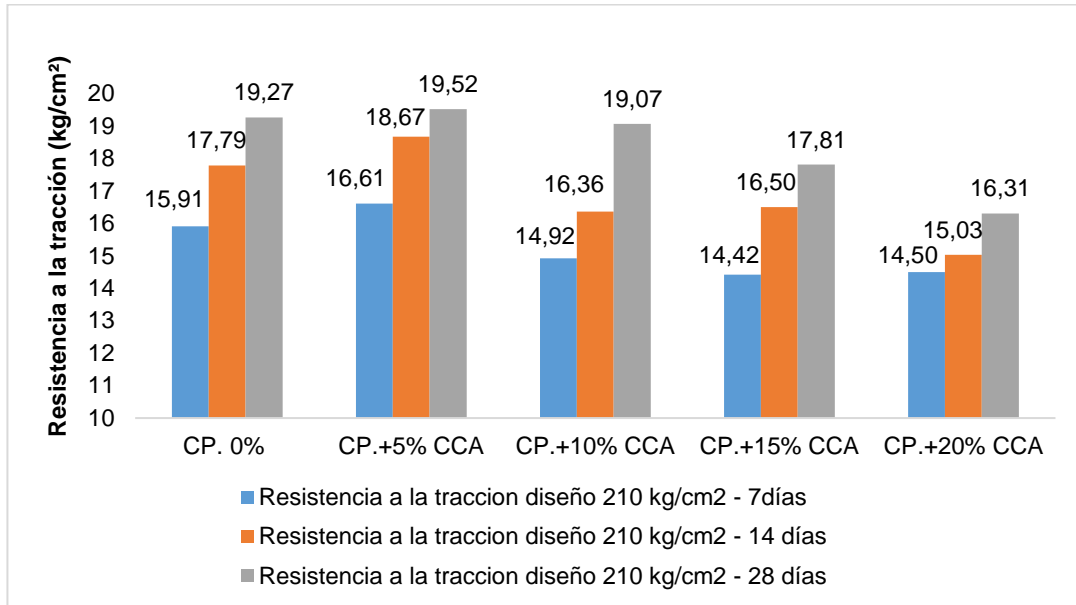


Figura 26. Efecto de la CCA a la resistencia de tracción del concreto patrón y los concretos experimentales  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

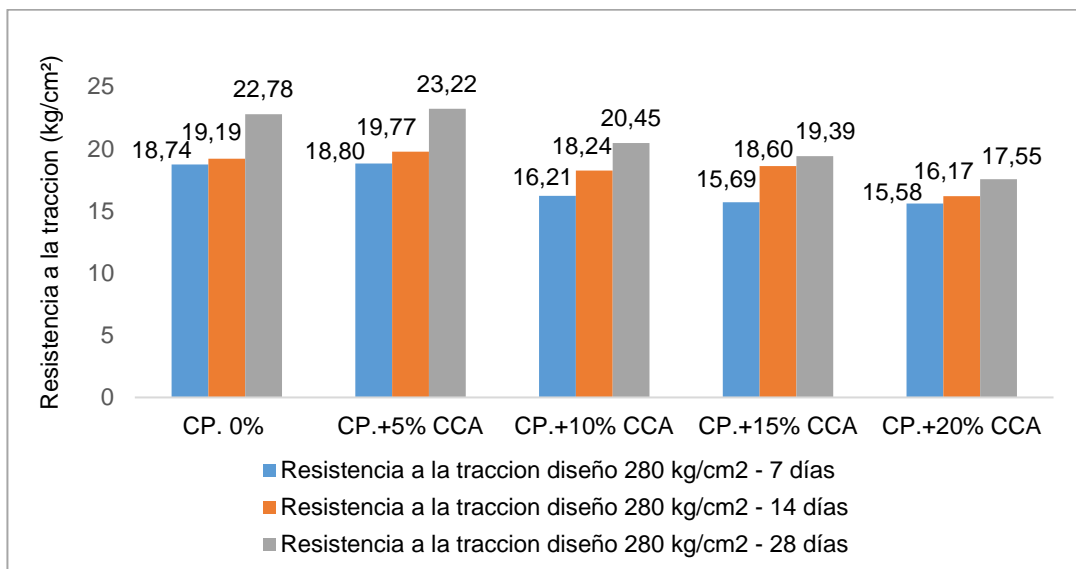


Figura 27. Efecto de la CCA a la resistencia de tracción del concreto patrón y los concretos experimentales  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

De acuerdo a la Figura 33, y de acuerdo a la norma ASTM C496, se puede apreciar que el 5% CCA de sustitución alcanzo las resistencias promedio de 16,61; 18,67 y 19,52  $\text{kg/cm}^2$ , notándose un ligero aumento con



respecto al CP., que alcanzó una resistencia promedio de 15,91; 17,79 y 19,27 kg/cm<sup>2</sup>, representando el 3,77% 4,95% y 1,30%. En tanto que las sustituciones del 10%, 15% y 20%, presentaron una disminución del 1,04%, 7,58% y 15,36% a los 28 días, respectivamente. y en la Figura 34, se vio el mismo resultado, el 5% CCA de reemplazo alcanzo las resistencias promedio de 18,80; 19,77 y 23,22 kg/cm<sup>2</sup>, con un ligero aumento al CP. que tuvo una resistencia promedio de 18,74; 19,19 y 22,178 kg/cm<sup>2</sup>, representando el 0,32% 3,02% y 1,93% a los a los 7, 14 y 28 días. Por su parte las sustituciones del 10%, 15% y 20%, presentaron una disminución de 10,22%; 14,88% y 22,96% respecto al CP. a los 28 días, respectivamente.

**3.1.3.3. Resistencia a la flexión del CP. y los porcentajes del 5%, 10%, 15% y 20% de sustitución de CCA para  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .**

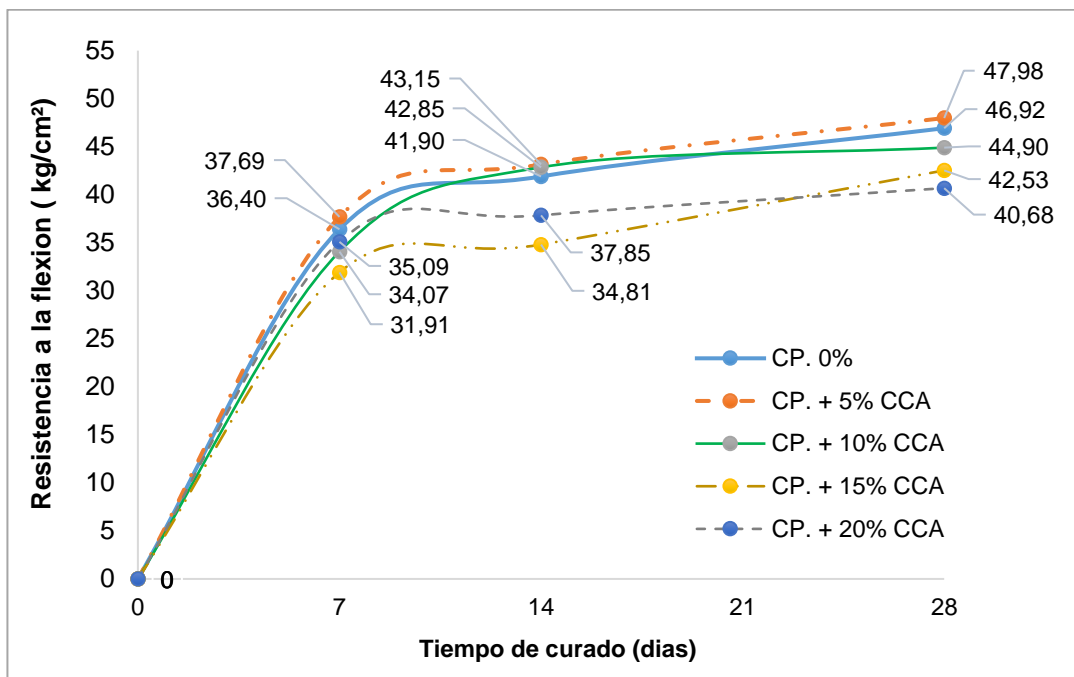


Figura 28. Efecto de la CCA a la resistencia de flexión del concreto patrón y los concretos experimentales  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

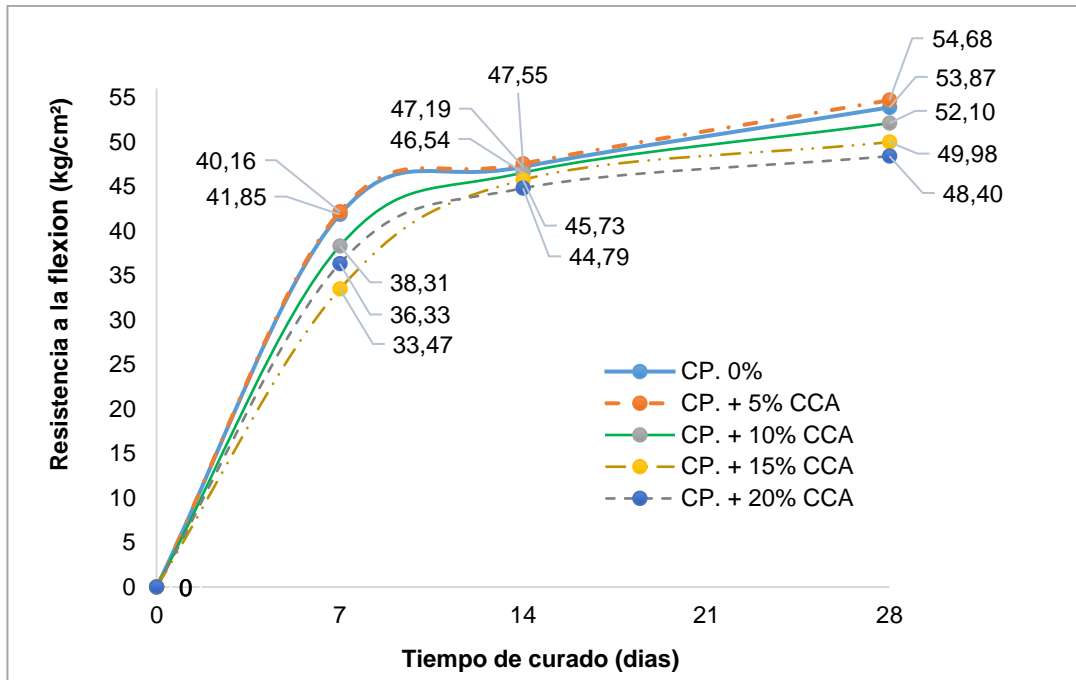


Figura 29. Efecto de la CCA a la resistencia de flexión del concreto patrón y los concretos experimentales  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

En la Figura 35, de acuerdo a las pautas de la norma ASTM C78, muestra que el 5% de CCA de sustitución alcanzó las resistencias promedio a la flexión de 37,69; 43,15 y 47,98  $\text{kg/cm}^2$ , observándose un ligero aumento con respecto al CP. que alcanzó una resistencia promedio de 36,40; 41,90 y 46,92  $\text{kg/cm}^2$ , representando el 3,54% 2,98% y 2,26% a los 7, 14 y 28 días. Sin embargo, las sustituciones del 10%, 15%, y 20% presentaron una reducción de 4,31%; 13,62% y 13,30% en relación al concreto patrón a los 28 días. Y en la figura 36, muestra que el 5% de CCA de sustitución tuvo las resistencias promedio a la flexión de 42,16; 47,55 y 54,68  $\text{kg/cm}^2$ , observándose un ligero aumento con respecto al CP. que alcanzó una resistencia promedio de 41,85; 47,19 y 53,87  $\text{kg/cm}^2$ , representando el 0,74% 0,76% y 1,48% a los 7, 14 y 28 días. Sin embargo, las sustituciones del 10%, 15%, y 20% presentaron una reducción de 3,29%, 7,22% y 10,15% en relación al concreto patrón a los 28 días, respectivamente.

**3.1.3.4. Módulo de elasticidad del CP. y los porcentajes del 5%, 10%, 15% y 20% de sustitución de CCA para  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .**

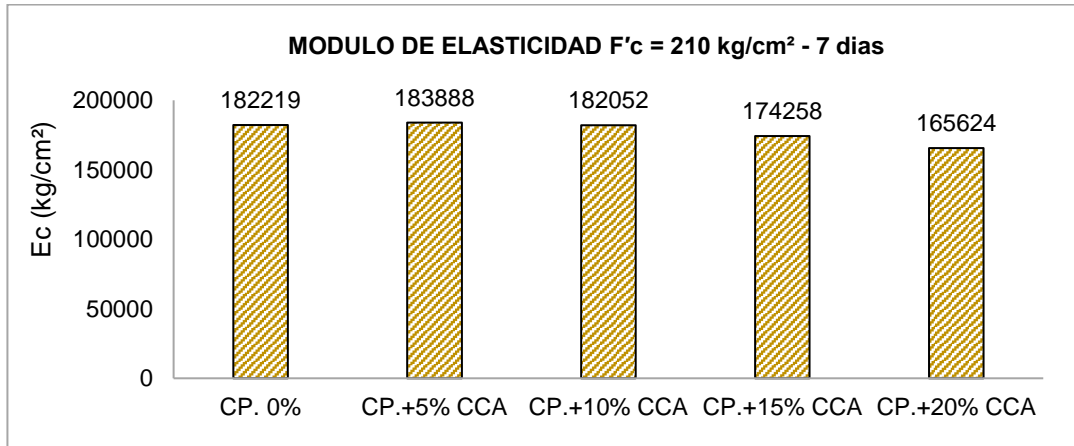


Figura 30. Efecto de la CCA al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  - 7 días.

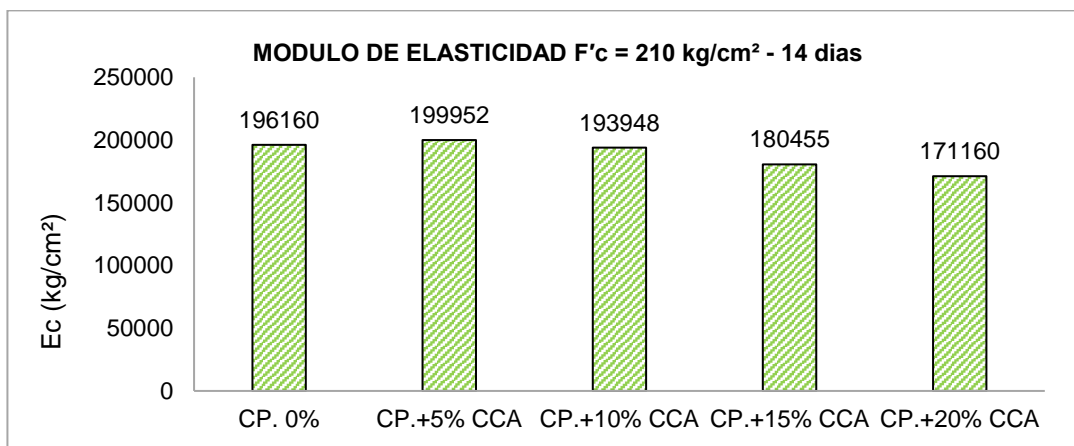


Figura 31. Efecto de la CCA al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  - 14 días.

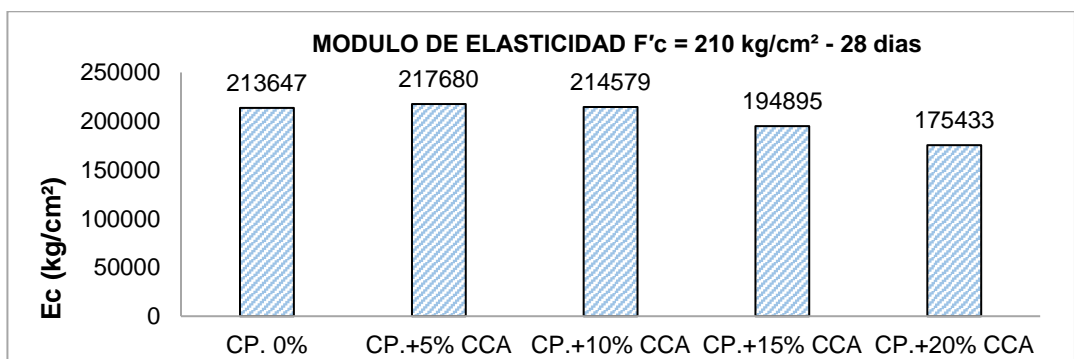


Figura 32. Efecto de la CCA al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  - 28 días.

La figura 39, de acuerdo a la norma ASTM C469, para el diseño C210 muestra que el 5% de sustitución de CCA presentó un aumento en su módulo de elasticidad en comparación con los demás porcentajes superando incluso al módulo de elasticidad teórico de (217370 kg/cm<sup>2</sup>), en 0,14%. y superando al CP. (213647) en 1,89%, en tanto que el 10% supero al concreto patrón en 0,44%, sin embargo, las sustituciones del 15% y 20% disminuyeron en relación al CP. en 8,78% y 17,89% respectivamente a los 28 días de curado.

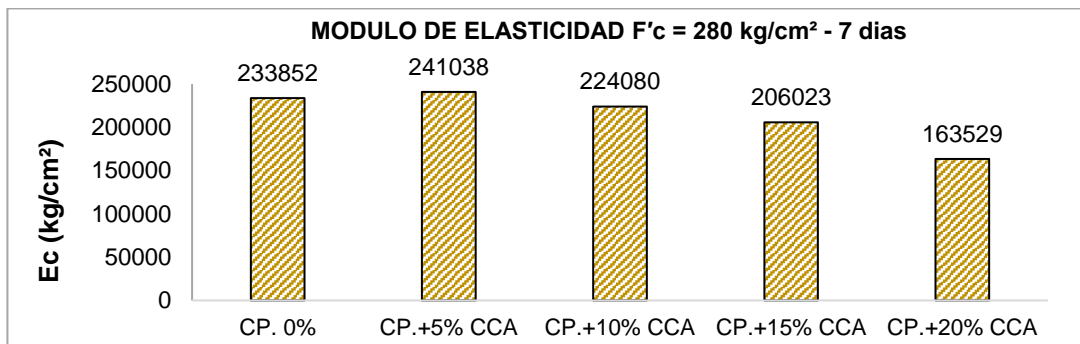


Figura 33. Efecto de la CCA al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - 7 días.

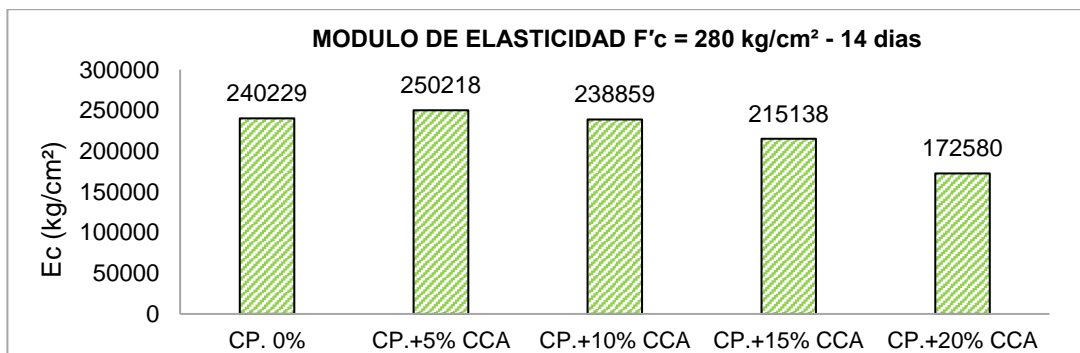


Figura 34. Efecto de la CCA al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - 14 días.

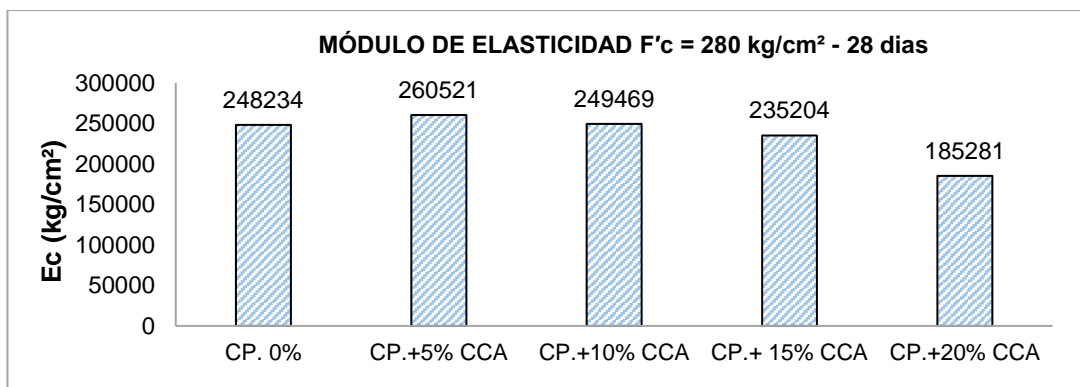


Figura 35. Efecto de la CCA al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - 28 días.

La figura 42, de acuerdo a la norma ASTM C469, para el diseño C280 nos muestra que el 5% de sustitución de CCA, aumento su módulo de elasticidad en comparación con los demás porcentajes superando incluso al módulo de elasticidad teórico de (250998 kg/cm<sup>2</sup>), en 3,79%. y superando al CP. en 4,95%, por su parte el 10% CCA supero al concreto patrón en 0,50%. Sin embargo, las sustituciones del 15% y 20% disminuyeron en relación al CP. en 9,48% y 25,36% respectivamente a los 28 días de curado.

**3.1.4. Evaluar las propiedades mecánicas del concreto con el óptimo porcentaje de cenizas de cascara de arroz CCA y fibras de palmera FP en 0,75%; 1,50%; 2,25 y 3,00%.**

En las Figuras siguientes se exponen los resultados obtenidos que corresponden al desarrollo del **objetivo N°4.** realizados de acuerdo a las Norma Técnica Peruana y normas internacionales que establecen los ensayos en estado endurecido del concreto con rupturas a los 7, 14 y 28 días. En el **Anexo 5.** se muestra a detalle los resultados obtenidos.

**3.1.4.1. Resistencia a la compresión axial del CP. y el óptimo porcentaje de CCA y fibras de palmera FP (CP.+5% CCA +%FP), F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> y F'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>.**

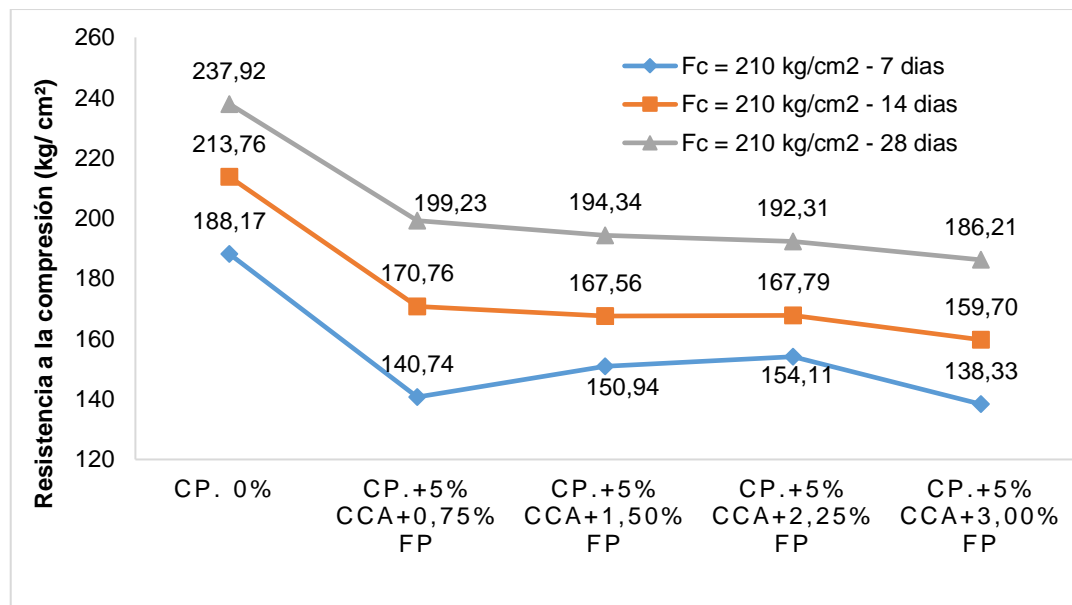


Figura 36. Efecto de la CCA + %FP a la resistencia de la compresión del concreto patrón y los concretos experimentales, F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>.

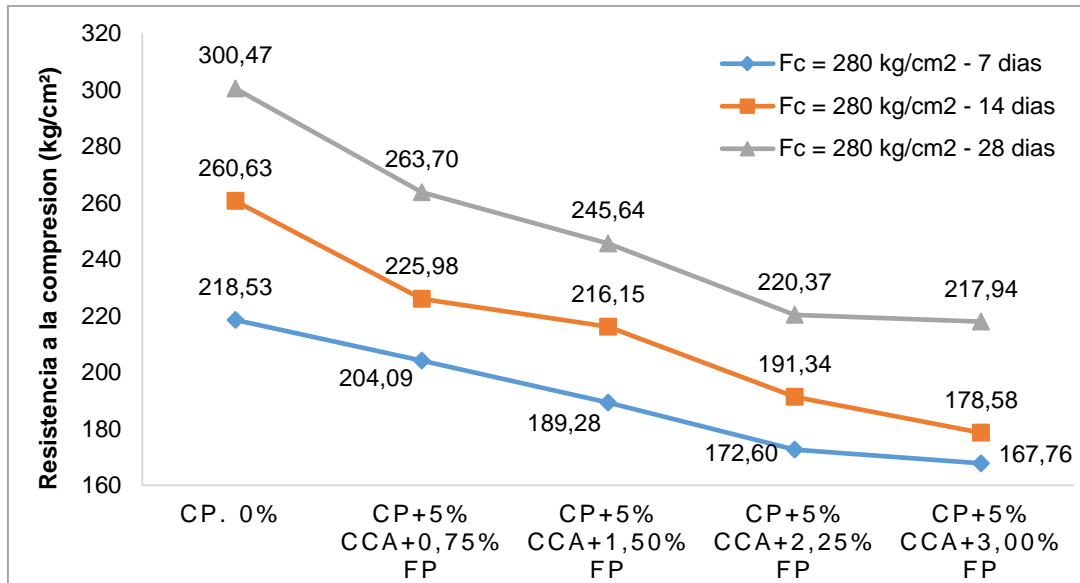


Figura 37. Efecto de la CCA + %FP a la resistencia de compresión del concreto patrón y los concretos experimentales,  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

El la figura 43, siguiendo los lineamientos de la norma ASTM C39, podemos analizar que el CP. obtuvo una resistencia promedio a la compresión de 188,17; 213,76 y 237,92  $\text{kg/cm}^2$ , obteniendo un incremento de 13,30% respecto a la resistencia esperada. Sin embargo, los concretos experimentales CP.+5% CCA +%FP obtuvieron resistencias promedias muy por debajo de la muestra patrón en 16,26%; 18,32%; 19,17% y 21,73%, para los porcentajes de 0,75%; 1,50%; 2,25% y 3,00%. Y de figura 44 muestra que el CP. obtuvo una resistencia promedio a la compresión de 218,53, 260,63 y 300,47  $\text{kg/cm}^2$ , con un incremento de 7,31% respecto a la resistencia esperada. Por el contrario, en las muestras experimentales la tendencia fue a la baja en 12,24%; 18,25%; 26,66% y 27,47%, para los porcentajes de 0,75%; 1,50%; 2,25% y 3,00% respecto al patrón C210 y C280 respectivamente.

**3.1.4.2. Resistencia a la tracción diagonal del CP. y el óptimo porcentaje de CCA y fibras de palmera FP (CP.+5% CCA +%FP),  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .**

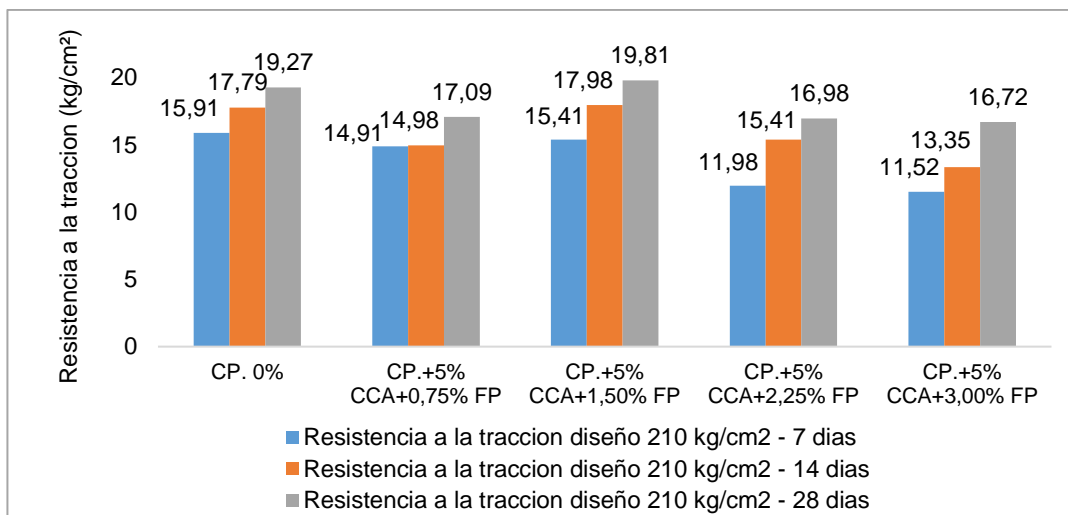


Figura 38. Efecto de la CCA + %FP a la resistencia de tracción diagonal del concreto patrón y los concretos experimentales,  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

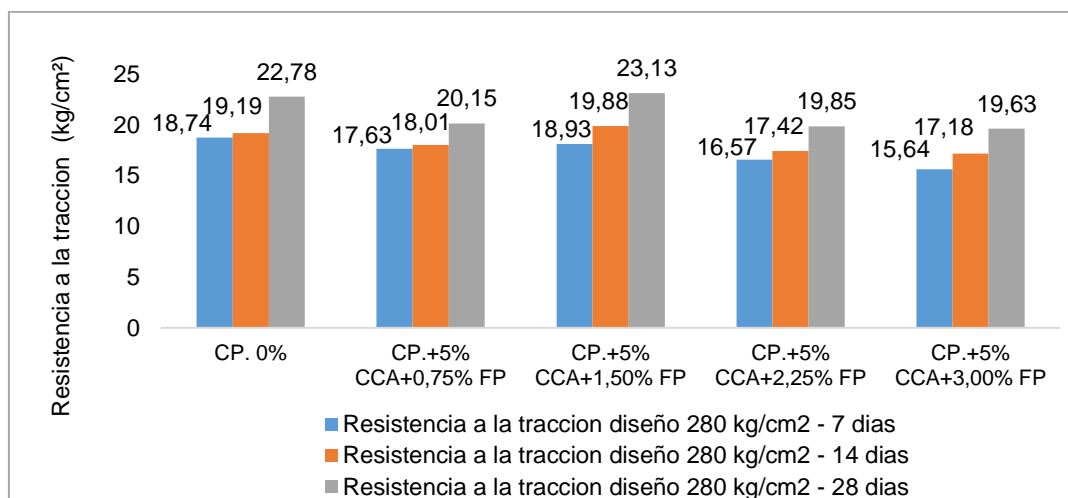


Figura 39. Efecto de la CCA + %FP a la resistencia de tracción diagonal del concreto patrón y los concretos experimentales,  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

De acuerdo a la Figura 45, y de acuerdo a la norma ASTM C496, se puede apreciar que el 1,50% de adición de FP tuvo las resistencias promedio a la tracción de 15,99; 17,98 y 19,81  $\text{kg/cm}^2$ , notándose un ligero aumento de 0,50%; 1,07% y 2,80% con respecto al CP. que alcanzó 15,91; 17,79 y 19,27  $\text{kg/cm}^2$ . Mientras que las adiciones del 0,75%; 2,25% y 3,00% presentaron una reducción de 11,31%; 11,88% y 13,23%. y la figura 46 muestra que el 1,50% FP de adición alcanzo las resistencias promedio a la tracción de 18,93; 19,88 y 23,13  $\text{kg/cm}^2$ , notándose un ligero aumento de 1,01%; 3,60% y 1,54% con respecto al CP. que alcanzó una resistencia promedio de 18,74; 19,19 y 22,78  $\text{kg/cm}^2$ . Sin embargo, las adiciones del

0,75%; 2,25% y 3,00% presentaron una reducción de 11,55%; 12,86% y 13,83% en relación al concreto patrón C210 y C280 respectivamente.

**3.1.4.3. Resistencia a la flexión del CP. y el óptimo porcentaje de CCA y fibras de palmera FP (CP.+5% CCA +%FP),  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .**

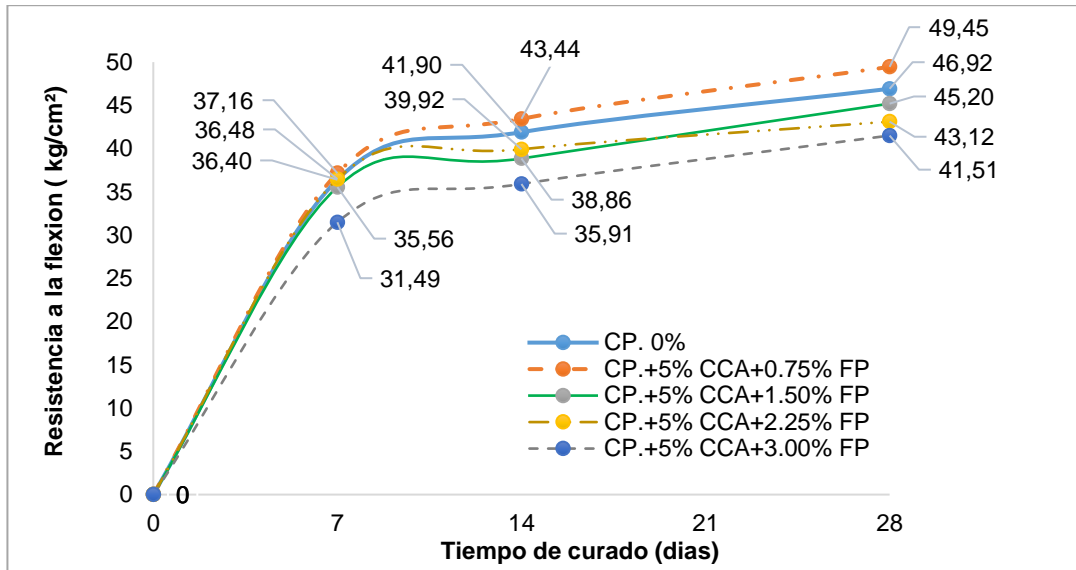


Figura 40. Efecto de la CCA + % FP a la resistencia de flexión del concreto patrón y los concretos experimentales,  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

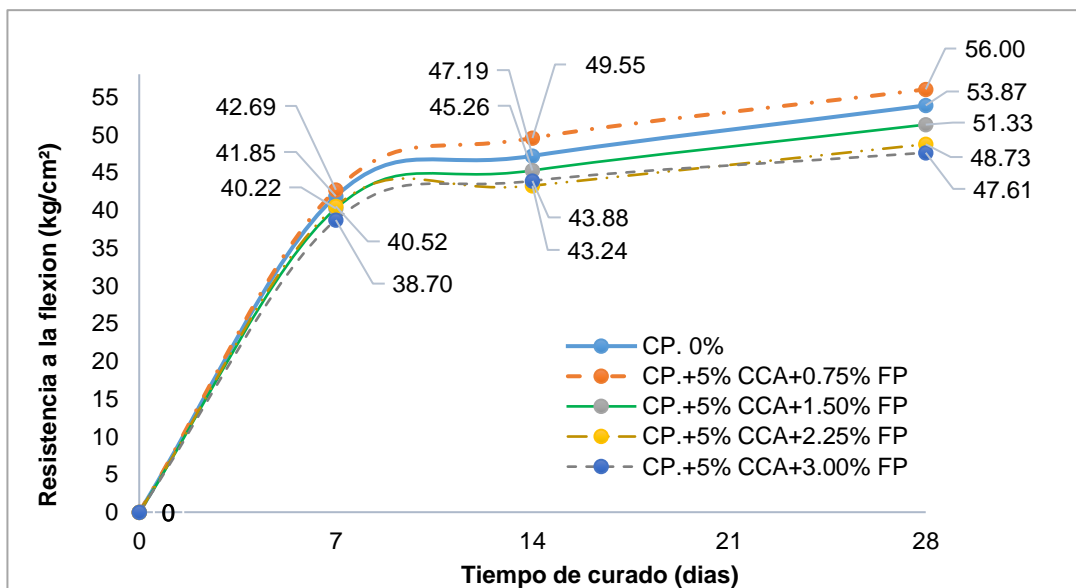


Figura 41. Efecto de la CCA + %FP a la resistencia de flexión del concreto patrón y los concretos experimentales,  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .



En la figura 47, de acuerdo a la norma ASTM C78, muestra los resultados del concreto experimental con el 0,75% de adición FP tuvo una resistencia promedio a la flexión de 37,16; 43,44 y 49,45 kg/cm<sup>2</sup>, incrementando en 2,09%; 3,68% y 5,39% en relación al CP. que alcanzó una resistencia promedio de 36,40; 41,90 y 46,92 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, las adiciones del 1,50%; 2,25%, y 3,00% presentaron una reducción de 3,67%, 8,10% y 11,53%. Y en la Figura 48, se muestran resultados similares, el 0,75% FP de adición tuvo resistencias de 42,69; 49,55 y 56,00 kg/cm<sup>2</sup>, superando al CP. en 2,00%; 5,00% y 3,95% tuvo una resistencia promedio de 41,85; 47,19 y 53,87 kg/cm<sup>2</sup>, Sin embargo, las adiciones del 1,50%, 2,25% y 3,00% presentaron una reducción de 4,72%; 9,54% y 11,62% en relación al CP. para los diseños C210 y C280 a los 28 días, respectivamente.

**3.1.4.4. Módulo de elasticidad del concreto patrón CP. y el óptimo porcentaje de CCA y fibras de palmera FP (CP.+5% CCA +%FP), F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> y F'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>.**

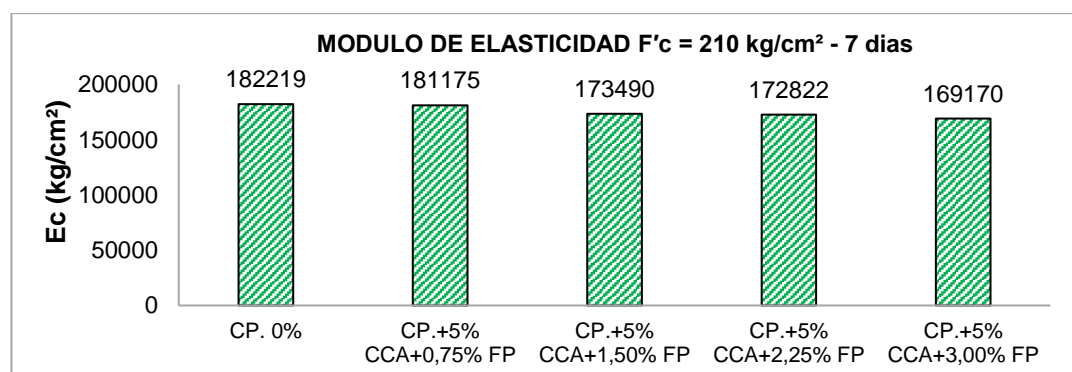


Figura 42. Efecto de la CCA + %FP al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales, F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> - 7 días.

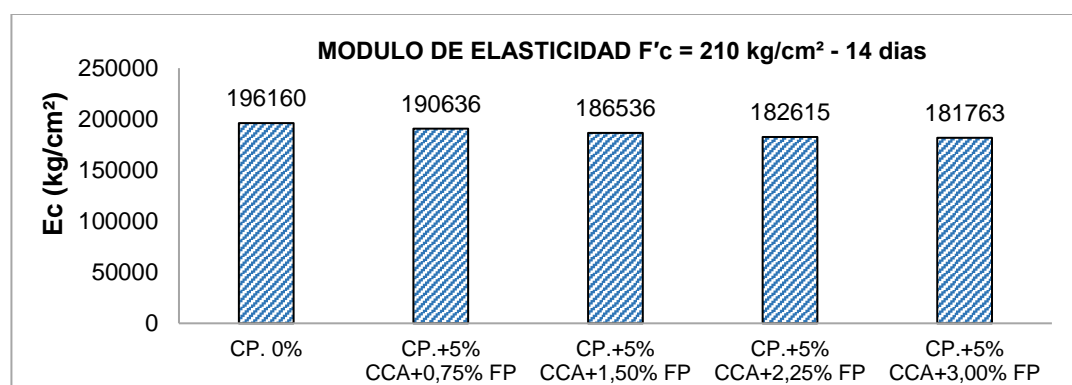


Figura 43. Efecto de la CCA + %FP al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales, F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> - 14 días.

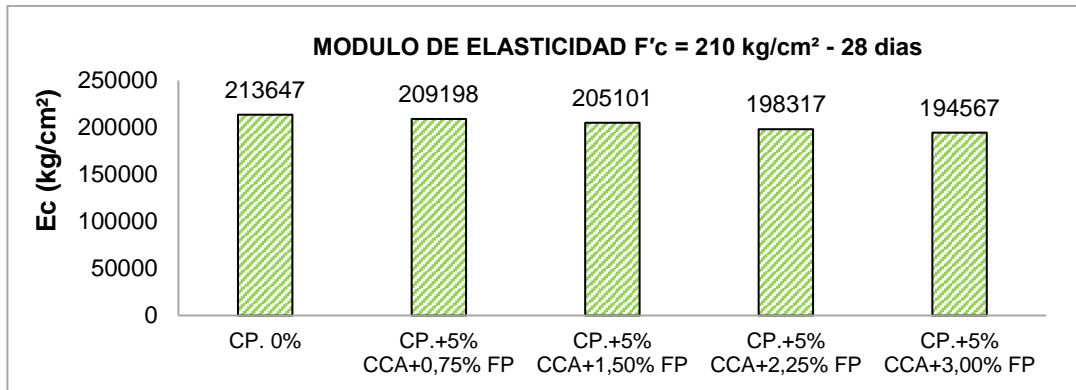


Figura 44. Efecto de la CCA + %FP al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales,  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  - 28 días.

La figura 51, de acuerdo a la norma ASTM C469 los resultados a los 28 días de edad, para el diseño C210 nos muestra que todos los porcentajes de adiciones de FP disminuyeron con respecto al módulo de elasticidad del CP. en 2,08%; 3,95%; 7,18% y 8,93% para las adiciones de 0,75%; 1,50%; 2,25% y 3,00% respectivamente.

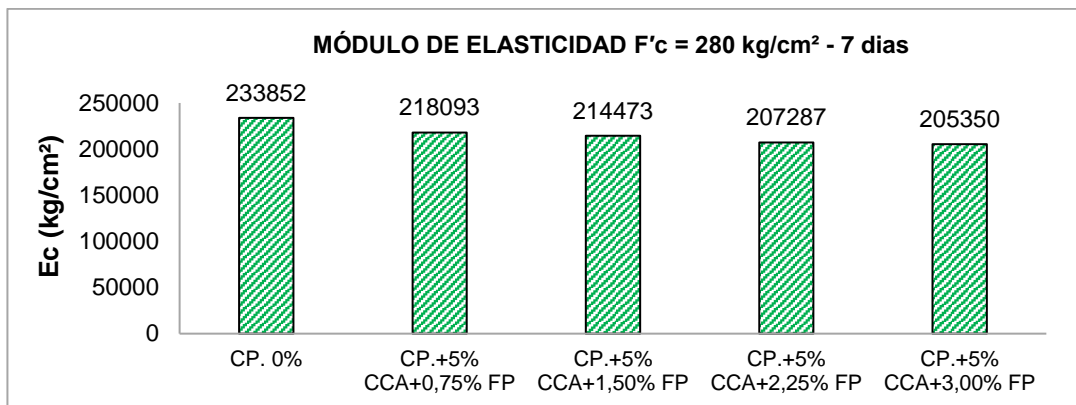


Figura 45. Efecto de la CCA + %FP al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales,  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - 7 días.

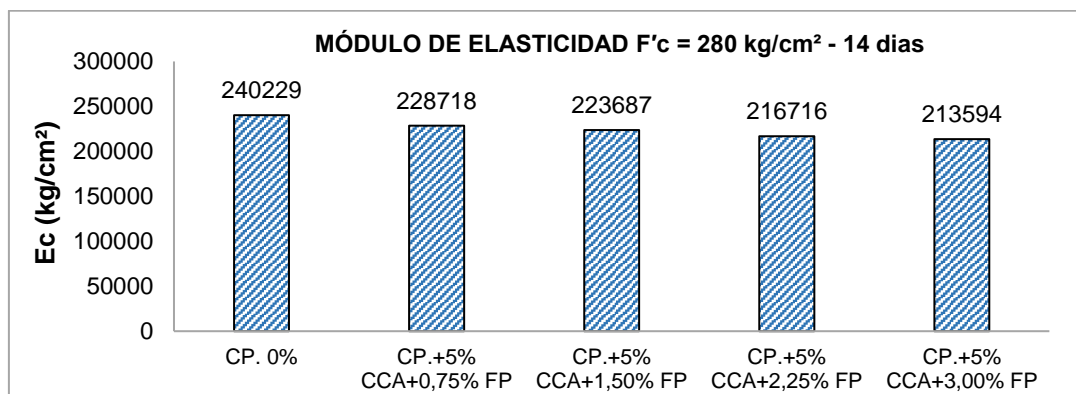


Figura 46. Efecto de la CCA + %FP al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales,  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - 14 días.

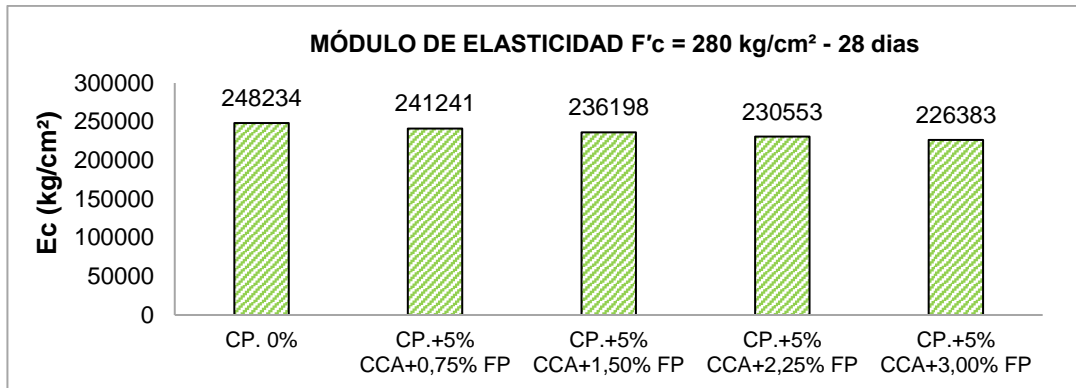
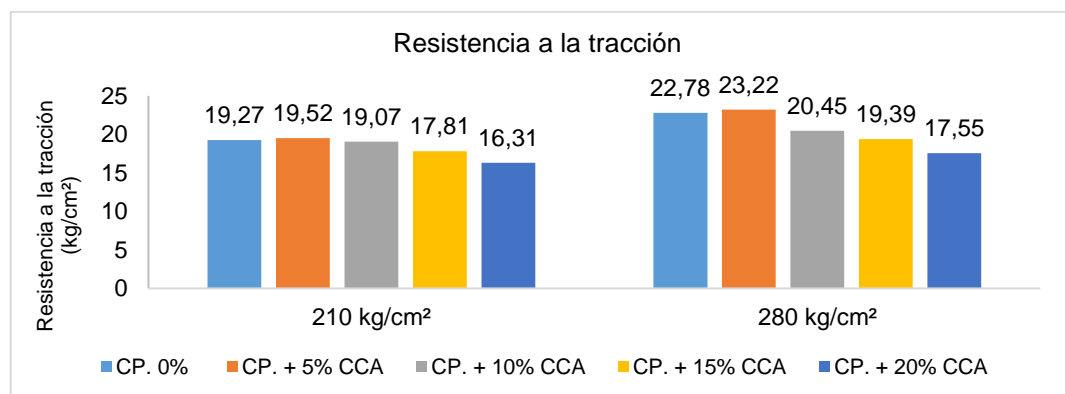
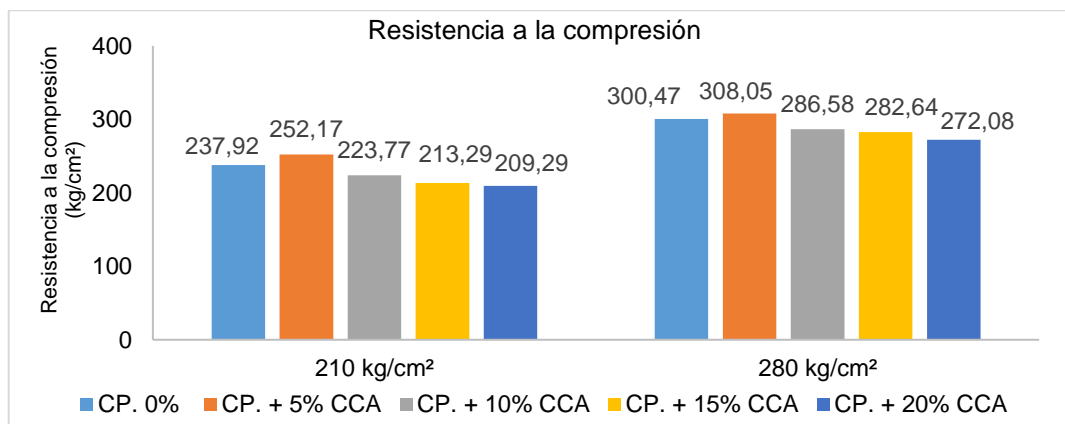


Figura 47. Efecto de la CCA + %FP al módulo de elasticidad del concreto patrón y los concretos experimentales,  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - 28 días.

La figura 54, de acuerdo a la norma ASTM C469 muestra los resultados del módulo de elasticidad para el diseño C280, todos los porcentajes de adiciones de FP disminuyeron con respecto al módulo de elasticidad del CP. en 2,08%; 3,95%; 7,18% y 8,93% para las adiciones de 0,75%; 1,50%; 2,25% y 3,00% a los 28 días respectivamente.

### 3.1.5. Determinar los óptimos contenidos de cenizas de cascara de arroz y fibras de palmera.



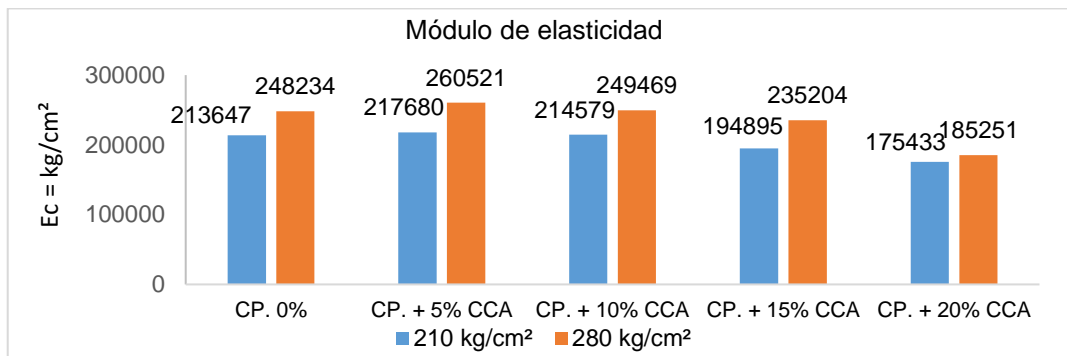
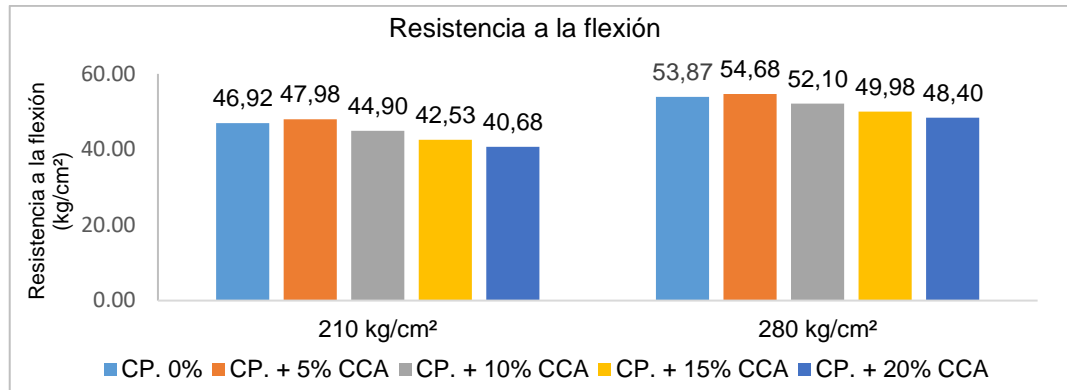
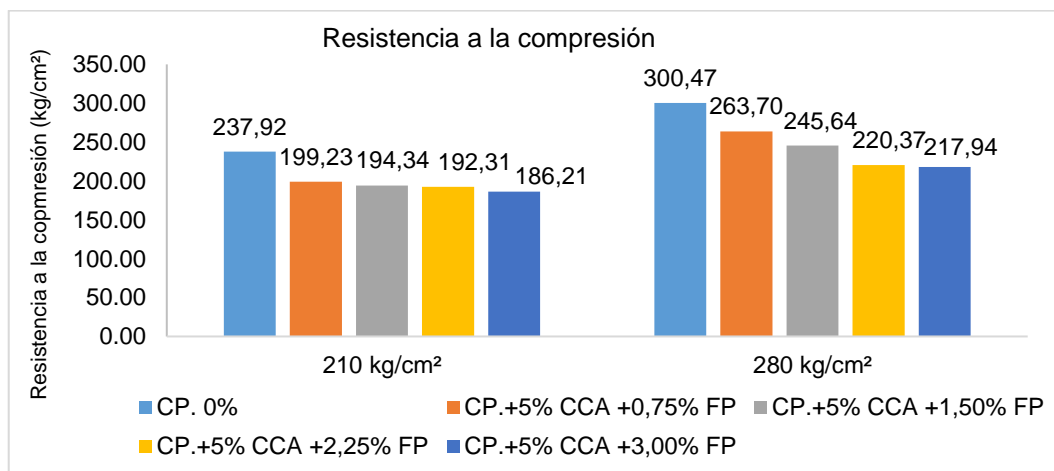


Figura 48. Contenido óptimo de cenizas de cascara de arroz, concreto 210 kg/cm² y 280 kg/cm²

En base a la figura 55 podemos determinar que el óptimo contenido de sustitución de cenizas de cascara de arroz fue el 5% de CCA con incremento en su resistencia a la compresión, tracción, flexión y módulos elásticos de 5,99% y 2,52%; 1,30% y 1,93%; 2,26% y 1,50%; 1,89% y 4,95% a los 28 días respectivamente para los diseños C210 y C280.



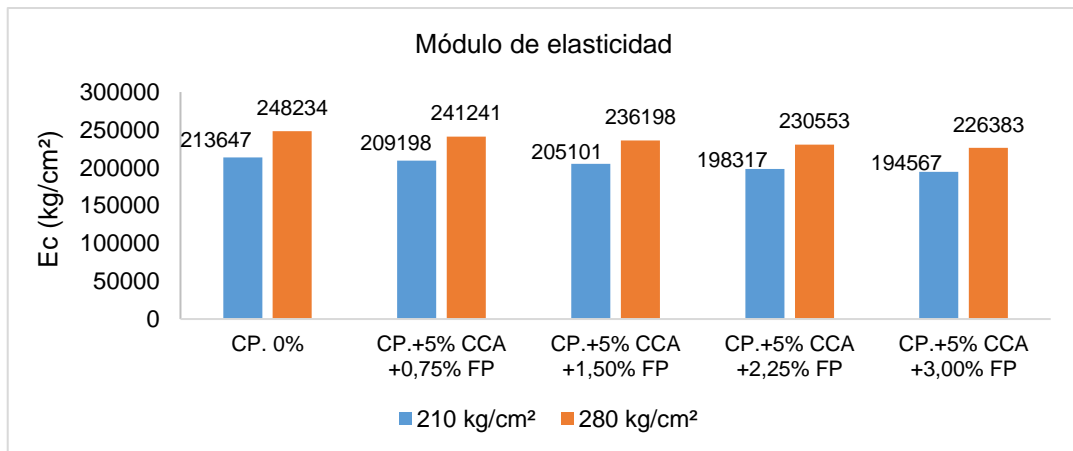
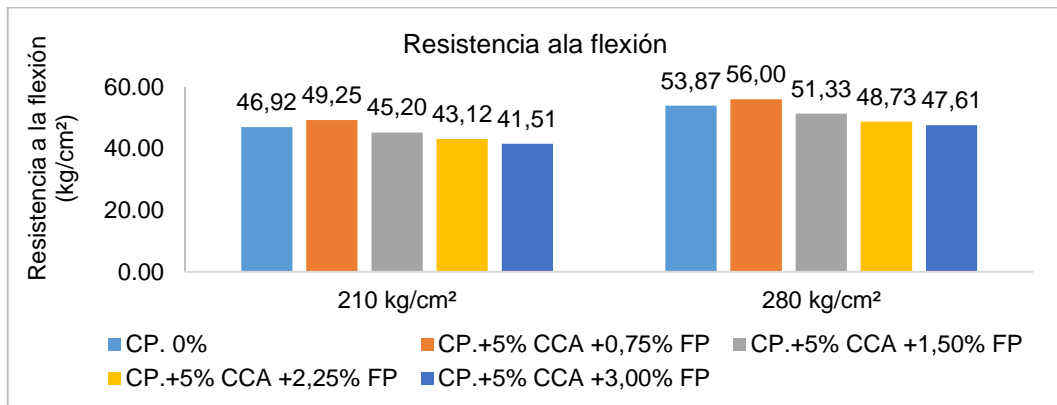
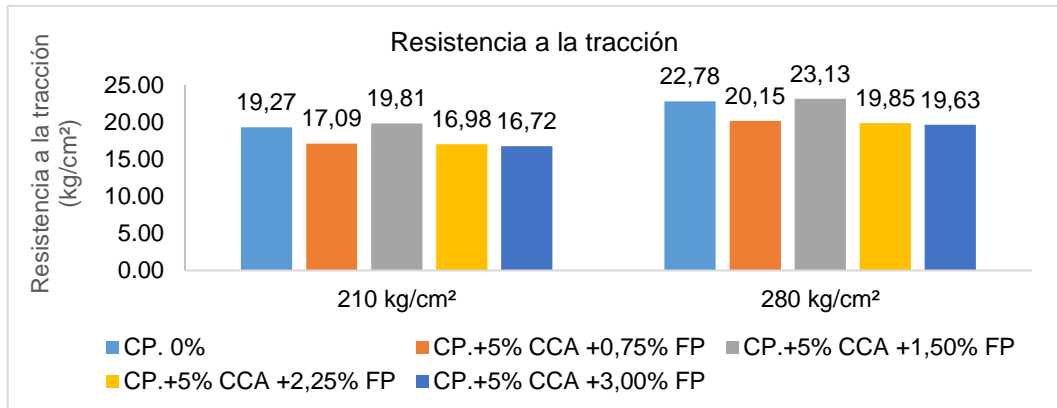


Figura 49. Contenido óptimo de cenizas de cascara de arroz, concreto 210 kg/cm² y 280 kg/cm²

En base a la figura 56 podemos determinar que el óptimo contenido de adición de fibras de palmera fue del 1,50% de FP, para la resistencia a la tracción con un incremento de 2,80% y 1,54% y para la resistencia a la flexión el óptimo contenido fue de 0,75% de FP. que incrementó un 4,97% y 3,95% para los diseños C210 y C280, a los 28 días respectivamente. Sin embargo, las fibras no aportaron resistencia a la compresión ni al módulo de elasticidad.

### **3.2. Discusión de resultados**

En este apartado se dispondrá la discusión con la información más relevante propuestas anteriormente para el presente estudio de investigación, los cuales han sido analizados y detallados para hallar similitud o contradicción en comparación con el presente trabajo en donde se sustituyó el cemento en 5%, 10%, 15% y 20% por cenizas de cascara de arroz CCA y la adición de fibras de palmera FP en 0,75%; 1,50%; 2,25 y 3,00% en el concreto tradicional para los dos diseños patrones comparándolos con los resultados adquiridos en el laboratorio de las propiedades mecánicas del concreto.

**Discusión N°1.** Precisar los elementos químicos y la actividad puzolánica de las cenizas para obtener la temperatura óptima de quemado.

Las cenizas de cascara de arroz se incineraron en cuatro temperaturas diferentes con el afán de conseguir la temperatura óptima de quemado, estas se quemaron a 600, 650, 700 y 750 °C, posterior a ello se procedió a elaborar cubitos de 50mm x 50mm x 50 mm, con el 10% de CCA en su matriz del concreto, estableciendo que la temperatura óptima es de 700 °C por alcanzar los mayores resultados a la energía compresiva en 191,70; 242,33 y 259,99 kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 14, y 28 días. Así mismo el investigador (Kang et al., 2019) sostiene en su investigación que la temperatura propicia para hallar una sílice amorfa es de 650 °C, difiriendo con los resultados hallados en esta investigación. Por su parte (Vieira et al., 2020) menciona que la temperatura óptima es de 600 °C, obtenida la temperatura óptima se procedió a determinar el grado de sílice de la ceniza, mediante el laboratorio químico FAMALAB SAC. Obteniendo un porcentaje total de sílice (SiO<sub>2</sub>) de 71,50%.

**Discusión N°2.** Evaluar las propiedades mecánicas de los concretos patrones 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Ensayo de resistencia a la compresión del CP.**

Para la resistencia a la compresión obtenidos de los concretos patrones, siguiendo los lineamientos de la norma ASTM C39, los resultados fueron satisfactorios, superando la resistencia esperada de C210 y C280 los

cuales obtuvieron 237,92 y 300,47 kg/cm<sup>2</sup> aumentando su resistencia en 13,30 y 7,31% a los 28 días respectivamente.

### **Ensayo de resistencia a la tracción del CP.**

La resistencia a la tracción fue aumentando conforme transcurría los días, adquiriendo una fuerza de 19,27 y 22,78 kg/cm<sup>2</sup> para los concretos patrones de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, resultados obtenidos de acuerdo a los lineamientos de la norma ASTM C496.

### **Ensayo de resistencia a la flexión del CP.**

la resistencia a la flexión obtenidos de los concretos patrones, de acuerdo a lo establecido por la norma ASTM C78, cuyos resultados fueron de 46,92 y 53,87 kg/cm<sup>2</sup> guardando una relación compresión – flexión del 19,7% y 17,9% para los diseños 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días respectivamente.

### **ensayo del módulo de elasticidad del CP.**

el módulo de elasticidad obtenidos de los concretos patrones C210 y C280, siguiendo los lineamientos de la norma ASTM C494, se puede observar que para el diseño de C210 obtuvo un  $E_c$  real de 213647 kg/cm<sup>2</sup>, mostrando una disminución respecto al módulo elástico teórico (217370 kg/cm<sup>2</sup>), de 1,71%, de igual manera el diseño 280 kg/cm<sup>2</sup>, obtuvo un  $E_c$  real de 248234 kg/cm<sup>2</sup>, notándose también un descenso con relación a módulo de elasticidad teórico (250998 kg/cm<sup>2</sup>) de 1,10% en comparación al módulo teórico.

**Discusión N°3.** Evaluar las propiedades mecánicas de los concretos patrones de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, con la ceniza de cascara de arroz en 5%, 10%, 15% y 20%.

### **Ensayo de resistencia a la compresión del CP.+% CCA**

los resultados obtenidos para los ensayos a la resistencia a la fuerza compresiva, siguiendo los lineamientos de la Norma ASTM C39, revelaron que el CP. alcanzó una dureza de 237,92 kg/cm<sup>2</sup>, para las sustituciones de

CCA en 5%, 10%, 15% y 20%, en la matriz del concreto. se observó que el mejor porcentaje es del 5% alcanzando una resistencia de 252,17 kg/cm<sup>2</sup> que supone un aumento del 5,99% en relación al CP. **C210**. El diseño **C280** el CP. obtuvo una resistencia de 300,47 kg/cm<sup>2</sup>, predominando como óptimo el 5% que alcanzó una resistencia de 308,45 kg/cm<sup>2</sup>, con un incremento de 2,52% sobre el CP. Sin embargo, las sustituciones del 10%, 15% y 20% mostraron una baja en su resistencia de 5,95%; 10,35%; 12,03% y 4,62%; 5,93% y 9,45% respecto al CP. para los dos diseños a los 28 días respectivamente. Resultado que concuerda con la investigación de (Camargo & Higuera, 2017), cuya investigación reveló que el porcentaje óptimo de reemplazo es del 5% logrando una resistencia de 358,63 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el concreto modelo alcanzó una resistencia de 353,23 kg/cm<sup>2</sup>, con un incremento de 1,53% sobre el CP. de acuerdo también para los investigadores (Molaei et al., 2018), quienes sustentaron que el porcentaje óptimo de reemplazo de CCA es del 5% aumentando un 8% la resistencia a la compresión, el 10% aumenta solo el 2,6%, mientras que el 15 y 20% disminuyeron 5,8 y 11%. En la presente investigación los resultados revelaron que las sustituciones del 10%, 15% y 20% mostraron una disminución respecto al patrón. Cabe señalar que las sustituciones de CCA fueron en relación al peso del cemento para ambos diseños.

### **Ensayo de resistencia a la tracción del CP.+% CCA**

Los resultados del ensayo a la tracción diametral fueron desarrollados conforme a la Norma ASTM C496, se observó que la resistencia a la tracción aumento con el 5% de sustitución de CCA en la matriz del concreto, notándose un ligero aumento para el diseño **C210** en un 1,30% respecto al concreto patrón, sin embargo, los porcentajes de 10%, 15% y 20% tuvieron una tendencia a la baja en 1,04%; 7,58% y 15,36%. El diseño **C280**, con el 5% de adición mostró un ligero aumento, de 1,93% respecto al concreto patrón, en tanto, los porcentajes de 10%, 15% y 20% disminuyeron su resistencia en 10,23%; 14,88% y 22,96% a los 28 días correspondientemente. Confirmando lo dicho por los autores (Camargo & Higuera, 2017), que expone en su investigación que el 5% de reemplazo de



CCA en el concreto es el óptimo, logrando una resistencia de 35,49 kg/cm<sup>2</sup> superando al concreto patrón que obtuvo una fuerza de 35,28 kg/cm<sup>2</sup> con un leve incremento de 0,60%. Por su parte (Syahida et al., 2021), quienes corroboran los resultados obtenidos, que el 5% de reemplazo de CCA en el concreto es el ideal para la fuerza a la tracción logrando una resistencia de 34,06 kg/cm<sup>2</sup> superando al concreto patrón que alcanzó una resistencia 32,73 kg/cm<sup>2</sup> consiguiendo un incremento de 4,06%.

### **Ensayo de resistencia a la flexión del CP.+% CCA**

La resistencia a la flexión se llevó a cabo de acuerdo a la Norma ASTM C78, Cuyos resultados revelaron que la sustitución del 5% CCA obtuvo una fuerza de 47,98 kg/cm<sup>2</sup> superando al patrón que obtuvo una fuerza de 46,92 kg/cm<sup>2</sup> evidenciándose un aumento del 2,26% en relación al CP., para las muestras con el 10%, 15% y 20% presentan un descenso gradual relativo a la cantidad de CCA en la matriz de la mezcla del 4,31%; 9,36% y 13,30% a los 28 días, para el diseño **C210**. Así mismo la sustitución del 5% CCA es el mejor porcentaje de remplazo para el diseño **C280**, que obtuvo la mejor resistencia a la flexión 54,68 kg/cm<sup>2</sup> superando al CP. en 1,50% que obtuvo 53,87 kg/cm<sup>2</sup>., sin embargo, las muestras con el 10%, 15% y 20% presentan un descenso gradual relativo a la cantidad de CCA en la matriz de la mezcla. Estos resultados corroboran lo expuesto por (Camargo & Higuera, 2017), que en su investigación obtuvo una resistencia de 47,82 kg/cm<sup>2</sup> con el 5% de CCA, en tanto el modelo obtuvo una resistencia de 43,54 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, estando de acuerdo con el estudio previo de (Syahida et al., 2021), quienes revelan que con el 5% de CCA alcanzó una fuerza a la flexión de 56,08 kg/cm<sup>2</sup> superando al patrón que tuvo una fuerza de 49,97 kg/cm<sup>2</sup>, incrementando un 12,23%.

### **Ensayo de módulo de elasticidad del CP.+% CCA**

los resultados del módulo de elasticidad de las muestras ensayadas de acuerdo a la Norma ASTM C469. revelaron que los porcentajes que presentaron un mayor incremento fueron las sustituciones del 5% y 10% de CCA para el diseño **C210** con un incremento de 1,89% y 0,44%, sin embargo, las sustituciones del 15% y 20% disminuyeron en 8,78% y 17,89%

con relación al CP. Así mismo para el diseño **C280** los resultados fueron similares, el 5% y 10% tuvo un incremento de 4,95% y 0,50% respecto al CP., por el contrario, las sustituciones del 15% y 20% disminuyeron en 5,25% y 25,36% en relación al CP. a los 28 días respectivamente. Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por (Molaei et al., 2018), que sostienen que la adición de 5% y 10% de CCA en el concreto ocasiona que el módulo de elasticidad se incremente en 4,44% y 1,34%, sin embargo al sustituir el 15% y 20% de CCA, el módulo de elasticidad disminuye 2,71% y 8,53%. El estudio previo de (Vieira et al., 2020), señala que el remplazo de CCA en el concreto aumentó el módulo de elasticidad en 13,34% y 2,24% para los remplazos de 8% y 12% a los 28 días respectivamente.

**Discusión 4.** Evaluar las propiedades mecánicas del concreto con el óptimo porcentaje de cenizas de cascara de arroz y fibras de palmera en 0,75%, 1,50%, 2,25% y 3,00%.

#### **Ensayo de resistencia a la compresión del CP.+5%CCA +%FP**

Los resultados respecto a la fuerza compresiva se realizaron de acuerdo a la Norma ASTM C39. Los resultados demostraron que las fibras no aportaron ningún beneficio al concreto, por el contrario, todos los porcentajes de adiciones disminuyeron para ambos diseños, en medida que se le agregaba más cantidad de fibras bajaba aún más su resistencia a la compresión de acuerdo a los siguientes porcentajes, 16,26%; 18,32%; 19,17% y 21,73% para el diseño **C210** kg/cm<sup>2</sup> y en 12,24%, 18,25%; 26,66% y 27,47% para el diseño **C280** a los 28 días, respecto al CP. correspondientemente. Cuyos resultados son consistentes con la investigación anterior de (Momoh et al., 2021), quienes hacen referencia que la inclusión de fibras de palmera aceitera en el concreto disminuye la resistencia a la compresión, a más contenido de fibras menor es la resistencia a la compresión, se evidenciaron reducciones de 2,9 %; 5,5 %; 15,4 %; 21,5 %; 18,9 % y 32 % para la adición del 0,5 %; 1 %; 1,5 %; 2 %; 3 % y 4 % a los 28 días respectivamente. Estos resultados están son avalados con la investigación de (Saad et al., 2022), que observo que la resistencia a la fuerza compresiva de los concretos con

fibras de vaina de palma disminuyó 5,2; 7,5 y 9,6% con las adiciones de 1%, 2% y 3% respectivamente.

### **Ensayo de resistencia a la tracción del CP.+5% CCA +%FP**

los resultados del ensayo a la tracción diametral, desarrollado conforme a la Norma ASTM C496. Para el diseño **C210** La propiedad a la tracción mejoró en el concreto con FP con el porcentaje de 1,50% alcanzando una fuerza de 19,81 kg/cm<sup>2</sup> superando al CP. que evidenció una fuerza de 19,27 kg/cm<sup>2</sup> con un incremento de 2,80% en contraste al concreto modelo. En tanto que los porcentajes de 0,75%; 2,25% y 3,00% presentaron una baja de 11,31%; 11,88% y 13,23%. Y para el diseño **C280** con el 1,50% alcanzó una fuerza de 23,13 kg/cm<sup>2</sup> superando al concreto modelo que alcanzó una fuerza de 22,78 kg/cm<sup>2</sup> que supone el 1,54% de aumento en contraste al concreto patrón, y presentando una disminución las adiciones de 0,75%; 2,25% y 3,00% de FP en 11,55%; 12,86% y 13,83%, a los 28 días respectivamente. Sin embargo, la investigación previa (El-Nadoury, 2020), señala que el óptimo contenido de adición de fibras de tronco de palma es del 1%, con una resistencia de 25,49 kg/cm<sup>2</sup>, y el patrón tuvo 21,41 kg/cm<sup>2</sup> aumentando un 19,05%. Mientras que los investigadores (Saad et al., 2022), señala que el óptimo porcentaje de adición de fibras de vainas de hoja de palma es del 1% - 2% con un incremento del 24,6% y 15,4% respectivamente.

A pesar que las fibras solo le brindaron un leve aumento de resistencia a la tracción, las muestras cilíndricas mejoraron al problema de la falla repentina, mientras que el cilindro sin fibras se partió en dos, los cilindros con fibras no mostraron separación después de alcanzar la máxima resistencia a la tracción, las muestras con el 3,00% de fibras de palmera mostro grietas más delgadas dentro de su sección transversal, a diferencia de las demás dosificaciones, además las FP incrementaron la adherencia entre los dos semicilindros durante los ensayos y se produjeron finas fisuras en sus sección transversal y longitudinal.

### **Ensayo de la resistencia a la flexión del CP.+5% CCA + %FP**

La resistencia a la flexión de la mezcla con FP, se llevó a cabo acuerdo a la Norma ASTM C78, la adición del 0,75% de FP obtuvo una resistencia de 49,45 kg/cm<sup>2</sup> superando al CP. que alcanzó 46,92 kg/cm<sup>2</sup> notándose un incremento de 5,39% con respecto al modelo, para el diseño **C210**, sin embargo, las adiciones de 1,50%; 2,25% y 3,00% evidencio una leve disminución a más cantidad FP en porcentajes de 3,67%, 8,10% y 11,53% a los 28 días. En tanto el diseño **C280**, el 0,75% alcanzó una fuerza de 56 kg/cm<sup>2</sup> imponiéndose al CP. que llego a 53,87 kg/cm<sup>2</sup>, con un aumento de 3,95%, respecto al modelo. en cambio, las adiciones de 1,50%; 2,25% y 3,00% disminuyeron a más cantidad de fibra, en 4,72%; 9,54% y 11,62% a los 28 días respectivamente. La adición de FP mitigó el comportamiento de falla de los prismas bajo la prueba de resistencia a la flexión y resolvieron el comportamiento frágil del concreto tradicional, las adiciones de FP al concreto influyeron de manera positiva, ya que, no solo presentó un leve aumento de resistencia a la flexión, sino que también le brindo ductilidad. Resultados que son avalados por (Saad et al., 2022), que refiere que el 1% de fibra de vaina de palmera obtuvo un incremento del 1,30% sobre el concreto modelo. Para el investigador (Paucar, 2022), menciona que el mejor porcentaje de adición de fibras de hoja de piña y palmera es 0,9% alcanzando una resistencia de 42,3 kg/cm<sup>2</sup> mientras que el concreto patrón alcanzó una resistencia de 39,00 kg/cm<sup>2</sup> aumentando un 8,46%.

### **Ensayo del módulo de elasticidad del CP.+5% CCA + %FP**

El módulo de elasticidad fue desarrollado de acuerdo a la Norma ASTM C469. Los resultados demostraron que conforme se le aumentaba la adición de FP el módulo de elasticidad disminuía gradualmente en todos los porcentajes, 0,75%; 1,50%; 2,25% y 3,00% de adición para el diseño **C210**, estas reducciones circularon entre el 2,08%; 4,00%; 7,18% y 8,93% respecto al CP. para el diseño **C280** se obtuvo una reducción gradual de 2,82%; 4,85%; 4,12% y 8,80%, para adición de 0,75%; 1,50%; 2,25% y 3,00%, a los 28 días. Resultados que se corroboran con la investigación de (Saad et al., 2022), en su investigación los concretos con fibras de vaina de palmera

presentaron un módulo de elasticidad levemente menor al concreto modelo, presentando una disminución de 4,3%; 6,1% y 7,8% para las adiciones de 1%, 2% y 3%, a los 28 días respectivamente.

**Discusión N°5.** Determinar los óptimos contenidos de cenizas de cascara de arroz y fibras de palmera.

Diversos autores coinciden un rango establecido de CCA, para la presente investigación los rangos se encuentran entre el 5% y 10% sin embargo el 5% tuvo mayor incidencia, mejorando considerablemente las propiedades mecánicas del concreto, como menciona los autores (Camargo & Higuera, 2017) donde su mejor porcentaje de sustitución de CCA fue el 5%. En tanto para la presente investigación el óptimo de fibras de palmera se obtuvo con las adiciones del 1,50% y 0,75% para la resistencia a la tracción y flexión, sin embargo el autor (El-Nadoury, 2020) menciona que el 1% de fibras de tronco de palma es el óptimo, respecto a la flexión los autores (Saad et al., 2022) su mejor porcentaje fue del 1%.

### **3.3. Aporte practico**

El presente proyecto de investigación brinda los siguientes aportes, a lo que respecta al concreto en estado endurecido presento una mayor resistencia a la compresión con el 5% de CCA, en cambio con mayor contenido de cenizas la resistencia empieza a disminuir, siendo estos resultados un aporte científico para su uso en concretos no estructurales ya que mejoran su dureza. Cabe mencionar que también se mostró un ligero aumento a la fuerza de tracción y flexión. Por su parte los concretos con fibras de palmera no presentaron ninguna mejora a la fuerza de compresión, sin embargo, para la fuerza de flexión (0,75%) y tracción (1,50%), si actúan de manera positiva en el concreto.

La presente investigación es un aporte científico para futuras investigaciones en la región de Lambayeque, ya que actualmente no existe investigaciones con nuevos materiales que pueden ser aprovechados de manera sostenible, para tener mayor información se debe profundizar más en el tema, por tal motivo se les invita a futuros investigadores que ahonden más en este tema, evaluando su resistencia a mayor edad (56 y 90 días) para determinar otras propiedades y comportamiento para el uso de concretos estructurales, en beneficio de la sociedad. Puntualizar que para la obtención del porcentaje óptimo de cenizas de cascara de arroz, mucho tiene que ver la calidad de los materiales lugar de extracción, etc. Ya que depende de ello que los resultados de los diseños teóricos 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, se obtenga mejores resultados que la resistencia esperada.

A continuación, se muestran las mejores dosificaciones de los concretos para los diseños 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

**F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> - CP. + 5% de cenizas de cascara de arroz**

	<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Piedra</b>	<b>CCA</b>	<b>Agua</b>	
En peso	1:	2,45:	2,40:	0,05	29,30	por pie <sup>3</sup> de concreto.
En peso	1:	2,31:	2,57:	0,051	29,30	por pie <sup>3</sup> de concreto.

**F'c = 280 kg/cm<sup>2</sup> - CP. + 5% de cenizas de cascara de arroz**

	<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Piedra</b>	<b>CCA</b>	<b>Agua</b>	
En peso	1:	1,91:	1,85:	0,05	24,80	por pie <sup>3</sup> de concreto.
En peso	1:	1,80:	1,98:	0,051	24,80	por pie <sup>3</sup> de concreto.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Con los resultados de la investigación realizados se llegó a la conclusión general que la sustitución de cenizas de cascara de arroz en 5%, 10%, 15% y 20% en peso del cemento, mejoran significativamente las propiedades mecánicas del concreto y la adición de fibras de palmera en 0,75%; 1,50%; 2,25% y 3,00% mejoran parcialmente la calidad del concreto.

1. Se concluye que la temperatura óptima de quemado de las cenizas de cascara de arroz es de 700 °C, presentando un porcentaje de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) de 71,50%, determinantes para las propiedades cementantes de las cenizas, que favorece al incremento de la resistencia promedio a la compresión.

2. Los resultados de la presente investigación concluyen que los diseños patrones realizados, 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, lograron satisfactoriamente cumplir con las sollicitaciones de resistencias esperadas, obteniendo una resistencia promedio de 237,92 kg/cm<sup>2</sup> y 300,47 kg/cm<sup>2</sup>, evidenciando un aumento de 13,30% y 7,29% con respecto al diseño esperado.

3. Los resultados de la presente investigación concluyen que con la sustitución del 5% de CCA se obtuvo un aumento de fuerza a la compresión de 5,60% (252,17 kg/cm<sup>2</sup>) en relación al modelo C210, sin embargo, con el 20% de CCA tuvo una disminución de 12,03% respecto al CP., así mismo para el diseño C280, con la sustitución del 5% se obtuvo un aumento de 2,66% (308,45 kg/cm<sup>2</sup>) con relación al modelo patrón, en cambio con el 20% de CCA tuvo una disminución de 9,45% respecto al patrón.

Respecto a la resistencia a la tracción el mejor resultado lo obtuvo con el 5% de sustitución de CCA, notándose un ligero aumento en ambos diseños para C210 con un 1,30% y con una baja con el 20% de CCA en 15,36% y para el C280 con un leve incremento de 1,93% y con una baja con el 20% de CCA de 22,96% en relación al concreto patrón.

Respecto a la resistencia a la flexión, el mejor resultado lo obtuvo con el 5% de sustitución de CCA, con un ligero aumento en ambos diseños para C210 con un 0,55% y una disminución con el 20% de CCA de 13,30% y para el



C280 con un leve incremento de 1,50% y una disminución con el 20% de CCA de 10,15% en relación al concreto patrón.

Respecto al módulo de elasticidad, los que presentaron un mayor incremento fueron las sustituciones del 5% y 10% de CCA para los dos diseños C210 con un incremento de 1,89% y 0,44% respecto al control, y para el 15% y 20% disminuyeron en 8,78% y 17,89%. Para el C280 con un incremento de 4,95% y 0,50%, en tanto el 15% y 20% disminuyeron en 5,25% y 25,36% en relación al concreto patrón.

4. Los resultados de la presente investigación concluyen que las adiciones de fibras de palmera FP influyen de manera negativa a la fuerza de compresión disminuyendo en 16,26%; 18,32%; 19,17% y 21,73% para el diseño de C210 y para el diseño C280 disminuyó en 12,24%; 18,25%; 26,66% y 27,47% para las adiciones de 0,75%; 1,50%; 2,25% y 3,00%, a los 28 días de curados respectivamente.

Respecto a la resistencia a la tracción con el porcentaje de 1,50% tuvo un incremento de 2,80% y presentando una baja con el 3,00% de FP en 13,23% para el diseño C210. Y para el diseño C280 con el 1,50% de FP aumento un 1,54% y una disminución con el 3,00% de FP en 13,83% para el diseño C280 respecto al concreto patrón.

Respecto a la resistencia a la flexión se vieron afectada de manera positiva los concretos con FP con el de 0,75%, mostrando un incremento de 5,39% en contraste al concreto modelo y presentando una disminución con el 3,00% de FP en 11,53% para el diseño C210. Y para el diseño C280 con el 0,75% de FP aumento un 3,95% en contraste al concreto modelo y presentando una disminución con el 3,00% de FP en 11,62% para el diseño C280.

Respecto al módulo de elasticidad los concretos con adiciones de fibras de palmera, presentaron una disminución en todos los porcentajes para ambos diseños C210, estas fueron de 2,08%; 4,00%; 7,18% y 8,93%. Y para el C280 disminuyeron en 2,82%; 4,85%; 4,12% y 8,80%, respecto al concreto patrón, para los porcentajes de adición de 0,75%; 1,50%; 2,25% y 3,00%, correspondientemente.

5. Los resultados de la presente investigación concluyen que el óptimo contenido de cenizas de cascara de arroz es el 5%, ya que influyen de manera positiva en las propiedades mecánicas del concreto. Para las fibras se concluyen que el 1,50% es beneficioso para la resistencia a la tracción y el 0,75% mejora la resistencia a la flexión.

## Recomendaciones

Al comprobarse que la sustitución de cenizas de cascara de arroz CCA y la adición de fibras de palmera FP influyen de manera positiva en las propiedades mecánicas del concreto, el investigador propone las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda el uso de cenizas de cascara de arroz incinerada a 700 °C, ya que a esa temperatura se logra obtener una mejor actividad puzolánica con un 71.5% de sílice componente esencial para las propiedades cementantes de las cenizas.
2. Para estos tipos de investigaciones se recomienda una apropiada clasificación de todos los componentes que intervienen en la elaboración de concretos, como los agregados, cemento, calidad de agua, y cualquier otro componente que intervenga en la investigación, ya que al presentarse pequeñas alteraciones de en los materiales puedan afectar de manera negativa los resultados de la investigación. Para cumplir con esos requisitos es fundamental acatar las normas NTP, ACI y el ASTM.
3. Se recomienda la sustitución del 5% - 10% de cenizas de cascara de arroz con respecto al peso del cemento portland, para ser usadas en construcciones civiles ya que esta afecta positivamente y mejora sus propiedades mecánicas del concreto. Sin embargo, la sustitución de más del 10% no es recomendable para la elaboración de concretos.
4. Se recomienda para la resistencia a la flexión la adición de fibras de palmera en 0,75% con respecto al peso del cemento, ya que en los ensayos realizados no solo mostro un aumento en la resistencia a la flexión, sino que también le proporciono ductilidad al concreto según lo observado en los ensayos de laboratorio, los concretos que contenían fibras no presentaron fallas frágiles al momento de ensayarlas. Y para la resistencia a tracción se recomienda el 1,50% de adición de fibras de palmera ya que se logra obtener mayor resistencia que el concreto patrón. Se recomienda ahondar más en las investigaciones con fibras naturales, ya que este material presenta gran expectativa referente a la ductilidad del concreto, y por ser un material económico y sostenible.

**5.** Para los óptimos contenidos, se recomienda el 5% de cenizas de cascara de arroz, para el mejoramiento de las propiedades del concreto. Para los óptimos de fibras de palmera se recomienda el 1,50% para la resistencia a la tracción y 0,75% para la resistencia a la flexión.

## REFERENCIAS

- Abaní, S., Kriker, A., & Khenfer, M. M. (2018). Flexural properties of reinforced date palm fibres concrete in Sahara climate. In C. Proceedings (Ed.), *Conferencia internacional de 2018 sobre tecnologías y materiales para energías renovables, medio ambiente y sostenibilidad, TMREES 2018, 1968*, p. 030080. <https://doi.org/10.1063/1.5039267>
- Abiodun, Y., & Jimoh, A. (2018). Microstructural characterisation, physical and chemical properties of rice husk ash as viable Pozzolan in building material: a case study of some Nigerian grown rice varieties. *Nigerian Journal of Technology*, 37(1), 71-77. <https://doi.org/10.4314/njt.v37i1.10>
- Adesina, P. A., & Olutoge, F. A. (2019). Structural properties of sustainable concrete developed using rice husk ash and hydrated lime. *Journal of Building Engineering*, 25, 100804. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.100804>
- Ahsan, M. B., & Hossain, Z. (2018). Supplemental use of rice husk ash (RHA) as a cementitious material in concrete industry. *Construction and Building Materials*, 178, 1 - 9. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.101>
- Aliaga, J., & Badajos, B. (2018). *Adición de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto f'c 210kg/cm2, Atalaya, Ucayali – 2018*. Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/34374>
- Arévalo, T. A., & López, d. A. (2020). *Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín*. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11458/3740>
- ASTM C127. (2012). *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate*. West Conshohocken: ASTM International.
- ASTM C136 / C136M . (2014). *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*. West Conshohocken: ASTM International.
- ASTM C143. (2012). *Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete*.

- ASTM C231. (2014). *Método de Ensayo Normalizado de Contenido de Aire del Concreto Recién mezclado mediante el método Por Presión*. West Conshohocken: ASTM International.
- ASTM C33/C33M. (2018). *Standard Specification for Concrete Aggregates*.
- ASTM C496/C496M. (2017). *Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens*.
- ASTM C618. (2017). *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*.
- Bacalla, L. S., & Vega, D. M. (2019). "Estudio Comparativo de la Resistencia a la Compresión F´C 210 kg/cm<sup>2</sup> Usando Fibra Natural de Coco como Material de Construcción en la Provincia de Rioja". Universidad Católica Sedes Sapientiae. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.14095/734>
- Beltrán, K., & Ccama, F. (2017). "Análisis Comparativo de Concretos Adicionados con Puzolanas Artificiales de Ceniza de Cascarilla de Arroz (CCA), fly ash y Puzolana Natural". Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4415>
- Buratti, C., Belloni, E., Lascaro, E., Merli, F., & Ricciardi, P. (2018). Rice husk panels for building applications: Thermal, acoustic and environmental characterization and comparison with other innovative recycled waste materials. *Construction and Building Materials*, 171, 338-349. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.03.089>
- Camargo, P. N., & Higuera, S. C. (2017). Hydraulic Concrete Modified with Silica obtained from Rice Husks. *Science and Engineering Neogranadina*, 27(1), 91-109. <https://doi.org/10.18359/rcin.1907>
- Castillo, P. S. (2019). *Desarrollo e implementación de una nueva fibra natural que surge de la hoja de la piña*. Universidad el Bosque.
- Cataño, M. J., Guzmán, L. K., & Perpiñan, P. M. (2021). Efecto de la incorporación de cascarilla de arroz sobre las propiedades mecánicas de concretos y bloques de suelo cemento. Una Revisión. *Universidad Cooperativa de Colombia*, 1-14. Retrieved from <http://hdl.handle.net/20.500.12494/32902>
- Cerna, M. C. (2018). "Resistencia del concreto sustituyendo el cemento por cenizas de cáscara de arroz y cenizas de carbón". Universidad San Pedro.

- Obtenido de  
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/12471>
- Chetan, D., & Aravindan, A. (2020). An experimental investigation on strength characteristics by partial replacement of rice husk ash and Robo sand in concrete. *Materials Today: Proceedings*, 33, 502 - 507.  
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.05.075>
- Cruces, R. ., Quinta Estrada, F. M., Heredia Humasi, L., & Bombilla Peñalva, C. (2018). *Diseño de mezcla del concreto por el metodo de ACI. 210 kg/cm2*. Universidad Nacional de San Agustín.
- Das, S. K., Mishra, J., Singh, S. K., Mustakim, S. M., Patel, A., Das, S. K., & Behera, U. (2020). Characterization and utilization of rice husk ash (RHA) end fly ash – Blast furnace slag based geopolymer concrete for sustainable future. *Materials Today: Proceedings*, 33, 5162 - 5167.  
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.870>
- El-Nadoury, W. W. (2020). Applicability of Using Natural Fibers for Reinforcing Concrete. En I. C. Engineering (Ed.), *5th International Conference on Architecture, Materials and Construction, ICAMC 2019*, 809, pág. 012018.  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/809/1/012018>
- Esper, C. D., & Canseco, H. A. (2020). Influence of alkaline treatment and fiber content on the mechanical properties of cement-reinforced pineapple leaf fiber (PALF). *Materials Science Forum*, 1005, 65-75.  
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.1005.65>
- Estrella, C. S. (2016). *“Estudio de un Material Compuesto a Base de Fibras Naturales de Cabuya para Mejorar las Propiedades Mecánicas Elementos de Concreto Reforzado.”*. Universidad Nacional de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3072>
- García, C. ., (2020). *Evaluación de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Viruta de Aluminio Secundario, Lambayeque, 2020*. Universidad Señor de Sipán. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/8075>
- Garrido, L. G. (2021). *“Propiedades físico-mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 con la adición de fibras de maguey, bambú y cáñamo, Lima 2021”*.

- Universidad César Vallejo. Obtenido de  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/104656>
- Geethakarathi, A. (2021). Novel Approaches Towards Sustainable Management of an Agricultural. *Nature Environment and Pollution Technology*, 20, 349-355.  
<https://doi.org/10.46488/NEPT.2021.v20i01.040>
- Glushankova, I., Ketov, A., Krasnovskikh, M., Rudakova, L., & Vaisman, I. (2018). Rice Hulls as a Renewable Complex Material Resource. *Resources*, 7(31).  
<https://doi.org/10.3390/resources7020031>
- Herrera, L. S., & Polo, R. M. (2017). “*Estudio de las Propiedades Mecánicas del Concreto en la Ciudad de Arequipa, Utilizando Fibras Naturales y Sintéticas, Aplicado para el Control de Fisuras por Retracción Plástica*”. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA. Obtenido de  
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/6694>
- Igba, U., Ehikhuenmen, S. O., Akinyele, J. O., Osaghale, M. O., & Oyebisi, S. O. (2019). Effect of partial substitution of Nigerian Portland cement with rice husk ash agricultural residues on concrete. In I. C. Engineering (Ed.), *1st International Conference on Sustainable Infrastructural Development 24–28 June 2019*, 640, p. 012041. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/640/1/012041>
- Kameshwar, P., Athira, G., Bahurudeen, A., & Nanthagopalan, P. (2021). Suitable pretreatment process for rice husk ash towards dosage optimization and its effect on properties of cementitious mortar. *fib wiley*, 22, 501- 513.  
<https://doi.org/10.1002 / suco.202000227>
- Kang, S. H., Hong, S. G., & Moon, J. (2019). The use of rice husk ash as reactive filler in ultra-high performance concrete. *Cement and Concrete Research*, 115, 389 - 400. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.09.004>
- Liu, X., Li, J., Li, F., Wang, J., & Lu, H. (2021). Study on the Properties of an concrete Ecotype with Rice Husks and Sisal Fibers. *Advances in Civil Engineering*, 2021, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2021/5513303>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2020). *Boletín de Publicación Trimestral • Abril-Junio*. Obtenido de <http://www.produccionagricolamundial.com> › cultivos
- Ministerio del Trabajo y Promocion del Empleo. (2017 - 2021). Política y Plan Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo 2017 - 2021.



- Molaei, E., Vaseghi, J., & Reza, M. (2018). Mechanical performance of self-compacting concrete incorporating rice husk ash. *Construction and Building Materials*, 177, 148 - 157. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.053>
- Momoh, E. O., Osofero, A. I., & Menshykov, O. (2021). Bond behaviour of oil palm broom fibres in concrete for eco-friendly construction. *Proceedings of Institution of Civil Engineers: Construction Materials*, 174, 47 - 64. <https://doi.org/10.1680/jcoma.19.00097>
- Montero, F. S. (2019). "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EMPLEANDO CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ COMO SUSTITUTO DEL CEMENTO EN PORCENTAJES PARA LAS EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO". Universidad Señor de Sipan. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/8066>
- Norma E.060. (2019). *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*.
- Norma Técnica Peruana 334.082. (2016). CEMENTOS. *Cemento Portland. Requisitos de desempeño*.
- Norma Técnica Peruana 334.104. (2011). CEMENTOS. *Ceniza volante y puzolana natural cruda o calcinada para uso en concreto. Especificaciones*.
- Norma Técnica Peruana 339.078. (2012). CONCRETO. *Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo*.
- Norma Técnica Peruana 400.012. (2013). AGREGADOS. *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana 400.019. (2014). AGREGADOS. *Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la degradación de los agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles*.
- Norma Técnica Peruana 400.037. (2014). AGREGADOS. *Agregados para concreto. Requisitos*.
- Norma Técnica Peruana 400.021. (2018). AGREGADOS. *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso*. Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI.

- Norma Técnica Peruana 400.018. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 um (N° 200) por lavado en agregados* .
- Núñez, M. (2018). "Mejoramiento de la resistencia a la compresión del bloque de concreto incorporando ceniza de arroz y cachaza. Chiclayo 2018". Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/27511>
- Olutoge, F. A., & Adesina, P. A. (2019). Effects of rice husk ash prepared from a charcoal-fired incinerator on the strength and durability properties of concrete. *Construction and Building Materials*, 196, 386 - 394. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.138>
- Paisajismo Digital. (29 de 04 de 2018). *Blog de Paisajismo Digital*. Obtenido de Blog de Paisajismo Digital: <https://paisajismodigital.com/blog/palmeras-mas-usadas-en-jardines/>
- Paucar, A. G. (2022). *Evaluación de adición de fibra de hoja de piña y palmera en propiedades del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Lima – 2022*. Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/104012>
- Peña, C. F., & Pinzón, R. J. (2021). *Análisis del comportamiento mecánico del concreto adicionado con fibra de hoja de la planta de piña Oro Miel*. Universidad de La Salle. Obtenido de [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/923](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/923)
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2017). *Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) Concreto Armado E060*. Lima-Perú: Ministerio de Construcción y Vivienda.
- Rodríguez, R. L., & Montalván, J. Y. (2021). "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, SAN MARTÍN - PERÚ 2021". Universidad Científica del Perú. Obtenido de URI: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1483>
- Saad, M., Agwa, I. S., Abdelsalam Abdelsalam, B., & Amin, M. (2022). Improving the brittle behavior of high strength concrete using banana and palm leaf sheath fibers. *Mechanics of Advanced Materials and Structures*, 29(4), 564 - 573. <https://doi.org/10.1080/15376494.2020.1780352>

- Saloni, Parveen, Yan Lim, Y., & Pham, T. M. (2021). Influence of Portland cement on performance of fine rice husk ash geopolymer concrete: Strength and permeability properties. *Construction and Building Materials*, 300, 124321. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124321>
- Syahida, A. Z., Ariffin, N. F., Syed Mohsin, S. M., & Abdul Shukor Lim, N. H. (2021). Performance of rice husk ash as a material for partial cement replacement in concrete. *Materials Today: Proceedings*, 48, 842 - 848. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.400>
- Varadharajan, S., Jaiswal, A., & Verma, S. (2020). Assessment of mechanical properties and environmental benefits of using rice husk ash and marble dust in concrete. *Structures*, 28, 389 - 406. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.09.005>
- Vieira, P. A., Toledo, D. R., Tavares, L. M., & Cordeiro, C. G. (2020). Effect of particle size, porous structure and content of rice husk ash on the hydration process and compressive strength evolution of concrete. *Construction and Building Materials*, 236, 117553. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117553>
- Zalinawati, M., Siregar, J., Tezara, C., Jaafar, J., Hamdan, M., Oumer, A., & Rihayat, T. (2020). Effect of Surface Modification on Mechanical Properties of Buri Palm (Corypha Utan) Fibre Composite Reinforcement. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 17(4), 8298-8309. <https://doi.org/https://doi.org/10.15282/ijame.17.4.2020.07.0627>
- Zulfiati, R., Saloma, & Idris, Y. (2021). Mechanical Properties of Fly Ash-Based Geopolymer with Natural Fiber. En I. C. 082021 (Ed.), *Symposium of Emerging Nuclear Technology and Engineering Novelty*, 082021, pág. 1198. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1198/8/082021>

## ANEXOS

### ANEXO 1

## RESULTADO DEL ANALISIS QUIMICO DE LAS CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ



### INFORME DE ENSAYO N° 09004/21:

CLIENTE : JORGE LUIS CARLOS SANCHEZ.  
REFERENCIA : CENIZA DE CASCARA DE ARROZ.  
MATERIAL : BOLSA DE 3 Kg.  
TIPO DE ANÁLISIS : LOTE  
FECHA DE RECEPCION : 12 - 8 - 21.  
FECHA DE EMISION DE RESULTADOS : 21 - 9 - 21  
N° DE PAGINAS : 01  
CODIGO DE LABORATORIO : 06 - 002

INFORMAMOS QUE HEMOS ANALIZADO LA MUESTRA ARRIBA DETALLADA Y REPORTAMOS EL SIGUIENTE RESULTADO:

ANÁLISIS	METODO	UNIDAD	RESULTADO
SiO <sub>2</sub> .	Gravimétrico	(%)	71.50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Absorción atómica	(%)	0.38
FeO	Absorción atómica	(%)	0.45
CaO	Absorción atómica	(%)	0.88
Na <sub>2</sub> O	Absorción atómica	(%)	0.38
TiO <sub>2</sub>	Absorción atómica	(%)	<0.01
MgO	Absorción atómica	(%)	0.36
K <sub>2</sub> O	Absorción atómica	(%)	2.43
SO <sub>3</sub>	ICP OES	(%)	0.25



UNMSM

Firmado digitalmente por ANAYA  
MELENDEZ Fernando FAU  
20148092282 soft.  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 12.10.2021 20:21:18 -05:00

**Mg Ing. Qco. Fernando Anaya Meléndez.**  
**Gerente General**  
**CIP 39693**

Muestra proporcionada por el Cliente.

Oficina: Av Oscar R. Benavides 3130 BQ F Dpto 301 – Lima Cercado.  
Laboratorio: Urb. Antonia Moreno de C. Mz O Lt 9 5° Sector Izq. – Ventanilla - Callao  
Tf 4641403 Celular 947321623

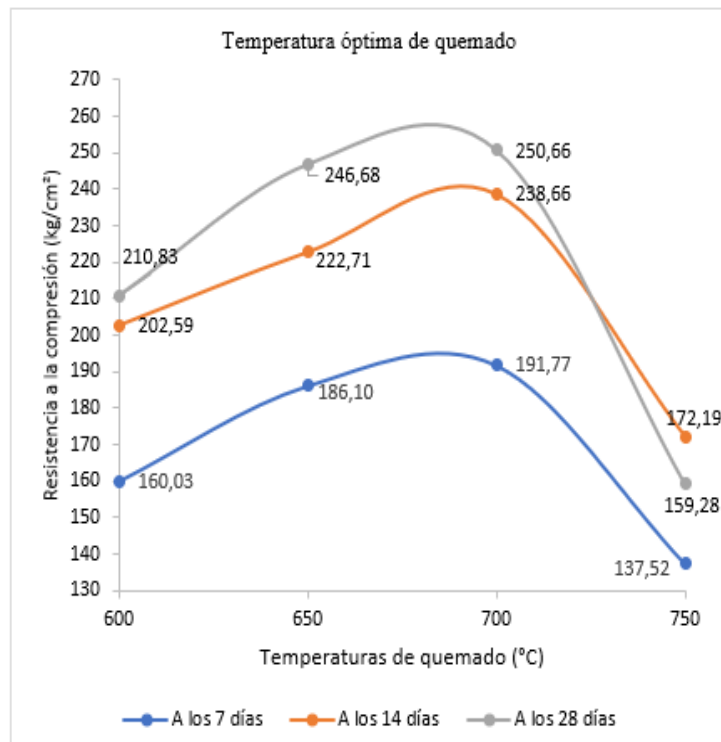
E-mail [fanayamel@yahoo.com](mailto:fanayamel@yahoo.com) [famalabsac@gmail.com](mailto:famalabsac@gmail.com)

## ANEXO 2

### DETERMINACION DE LA TEMPERATURA OPTIMA DE QUEMADO

#### *TEMPERATURA OPTIMA DE INCINERACIÓN*

Temp. (°C)	Forma del especimen	Dias de curado	Porcentaje de ceniza a reemplazar (%)	Cantidad	1era rotura	2da rotura	3era rotura	Promedio	Desv. estándar	Varianza	Varianza /3
600	cubica	7	20	3	156,30	157,77	166,01	160,03	5,23	27,38	9,13
650	cubica	7	20	3	179,89	182,58	195,84	186,10	8,54	72,95	24,32
700	cubica	7	20	3	180,51	196,52	198,28	191,77	9,79	95,93	31,98
750	cubica	7	20	3	134,70	138,34	139,53	137,52	2,52	6,35	2,12
600	cubica	14	20	3	207,48	194,89	205,40	202,59	6,75	45,54	15,18
650	cubica	14	20	3	227,32	223,74	217,06	222,71	5,20	27,08	9,03
700	cubica	14	20	3	215,17	236,05	264,77	238,66	24,90	620,08	206,69
750	cubica	14	20	3	182,01	167,89	166,67	172,19	8,53	72,71	24,24
600	cubica	28	20	3	214,80	210,00	207,69	210,83	3,63	13,15	4,38
650	cubica	28	20	3	231,55	252,52	255,97	246,68	13,22	174,72	58,24
700	cubica	28	20	3	278,18	226,88	246,91	250,66	25,86	668,52	222,84
750	cubica	28	20	3	154,71	157,70	165,44	159,28	5,54	30,66	10,22



**ANEXO 3**  
**PROPIEDADES MECANICAS DE LOS CONCRETOS PATRONES 210 Y**  
**280 kg/cm<sup>2</sup>**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CP. DISEÑO C210**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
 Chiclayo – Lambayeque  
 R.U.C. 20480781334  
 Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de vaciado : 17 de enero del 2022.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c %	f'c Promedio
01	Ejemplar 1 - C.P. 210	210	17/01/2022	24/01/2022	7	35489	15,26	183	194,04	92,40	<b>188,17</b>
02	Ejemplar 2 - C.P. 210	210	17/01/2022	24/01/2022	7	33349	15,32	184	181,04	86,21	
03	Ejemplar 3 - C.P. 210	210	17/01/2022	24/01/2022	7	34419	15,21	182	189,43	90,20	
04	Ejemplar 4 - C.P. 210	210	17/01/2022	31/01/2022	14	39403	15,27	183	215,16	102,46	<b>213,76</b>
05	Ejemplar 5 - C.P. 210	210	17/01/2022	31/01/2022	14	38786	15,30	184	211,10	100,52	
06	Ejemplar 6 - C.P. 210	210	17/01/2022	31/01/2022	14	39095	15,22	182	215,03	102,39	
07	Ejemplar 7 - C.P. 210	210	17/01/2022	14/02/2022	28	44168	15,32	184	239,61	114,10	<b>237,92</b>
08	Ejemplar 8 - C.P. 210	210	17/01/2022	14/02/2022	28	43357	15,28	183	236,44	112,59	
09	Ejemplar 9 - C.P. 210	210	17/01/2022	14/02/2022	28	43762	15,31	184	237,72	113,20	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.





## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CP. DISEÑO C210



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 17 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/Cm <sup>2</sup> )	T promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - Patrón 210	210	17/01/2022	24/01/2022	7	113890	152	302	1,58	16,08	<b>15,91</b>
02	Probeta 2 - Patrón 210	210	17/01/2022	24/01/2022	7	111180	152	302	1,54	15,70	
03	Probeta 3 - Patrón 210	210	17/01/2022	24/01/2022	7	112540	152	301	1,56	15,94	
04	Probeta 4 - Patrón 210	210	17/01/2022	31/01/2022	14	123750	152	302	1,72	17,49	<b>17,79</b>
05	Probeta 5 - Patrón 210	210	17/01/2022	31/01/2022	14	128890	153	302	1,78	18,11	
06	Probeta 6 - Patrón 210	210	17/01/2022	31/01/2022	14	126320	152	303	1,74	17,76	
07	Probeta 7 - Patrón 210	210	17/01/2022	14/02/2022	28	137870	152	301	1,92	19,58	<b>19,27</b>
08	Probeta 8 - Patrón 210	210	17/01/2022	14/02/2022	28	133530	152	301	1,86	18,93	
09	Probeta 9 - Patrón 210	210	17/01/2022	14/02/2022	28	135700	152	300	1,89	19,32	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CP. DISEÑO C210



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 17 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>t</sub> (Mpa)	M <sub>t</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> )	M <sub>t</sub> Promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Ejemplar 1 C.P. 210	17/01/2022	24/01/2022	7	24860	500	153	150	0	3,60	36,70	<b>36,40</b>
02	Ejemplar 2 C.P. 210	17/01/2022	24/01/2022	7	24130	500	152	151	0	3,49	35,62	
03	Ejemplar 3 C.P. 210	17/01/2022	24/01/2022	7	24500	500	151	150	0	3,62	36,89	
04	Ejemplar 4 C.P. 210	17/01/2022	31/01/2022	14	28890	500	152	151	0	4,21	42,93	<b>41,90</b>
05	Ejemplar 5 C.P. 210	17/01/2022	31/01/2022	14	27320	500	151	150	0	4,02	41,00	
06	Ejemplar 6 C.P. 210	17/01/2022	31/01/2022	14	28110	500	151	151	0	4,10	41,77	
07	Ejemplar 7 C.P. 210	17/01/2022	14/02/2022	28	32260	500	151	152	0	4,65	47,46	<b>46,92</b>
08	Ejemplar 8 C.P. 210	17/01/2022	14/02/2022	28	30900	500	151	151	0	4,50	45,91	
09	Ejemplar 9 C.P. 210	17/01/2022	14/02/2022	28	31580	500	150	151	0	4,65	47,39	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



# MÓDULOS ELÁSTICOS DEL CP. DISEÑO C210



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirf.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
Proyecto : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
Ubicación : Departamento de Lambayeque, Provincia de Pimentel, Distrito Chiclayo  
Fecha de apertura : 17 de enero del 2022  
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto patron  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.  
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_s (S_2)$	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Probeta 1 C.P. 210	17/01/2022	24/01/2022	7	195,63	78	10,93577	0,000409	187733	<b>182218,87</b>
Probeta 2 C.P. 210	17/01/2022	24/01/2022	7	186,28	75	10,03056	0,000420	174363	
Probeta 3 C.P. 210	17/01/2022	24/01/2022	7	192,26	77	10,55039	0,000410	184561	
Probeta 4 C.P. 210	17/01/2022	31/01/2022	14	243,54	97	12,21322	0,000469	203594	<b>196159,56</b>
Probeta 5 C.P. 210	17/01/2022	31/01/2022	14	225,35	90	11,85229	0,000452	194865	
Probeta 6 C.P. 210	17/01/2022	31/01/2022	14	236,82	95	11,87192	0,000486	190020	
Probeta 7 C.P. 210	17/01/2022	14/02/2022	28	265,15	106	11,69652	0,000495	211877,55	<b>213646,65</b>
Probeta 8 C.P. 210	17/01/2022	14/02/2022	28	271,92	109	12,83372	0,000497	214493,41	
Probeta 9 C.P. 210	17/01/2022	14/02/2022	28	268,56	107	11,34306	0,000498	214569,01	

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CP. DISEÑO C280



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : Tesis: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 20 de enero del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> %	f <sub>c</sub> Promedio
01	Ejemplar 1 - CP. 280	280	20/01/2022	27/01/2022	7	40631	15,22	182	223,33	79,76	<b>218,53</b>
02	Ejemplar 2 - CP. 280	280	20/01/2022	27/01/2022	7	38884	15,23	182	213,44	76,23	
03	Ejemplar 3 - CP. 280	280	20/01/2022	27/01/2022	7	39758	15,21	182	218,82	78,15	
04	Ejemplar 4 - CP. 280	280	20/01/2022	3/02/2022	14	48116	15,23	182	264,29	94,39	<b>260,63</b>
05	Ejemplar 5 - CP. 280	280	20/01/2022	3/02/2022	14	46471	15,22	182	255,42	91,22	
06	Ejemplar 6 - CP. 280	280	20/01/2022	3/02/2022	14	47294	15,16	180	262,18	93,64	
07	Ejemplar 7 - CP. 280	280	20/01/2022	17/02/2022	28	53374	15,13	180	296,87	106,02	<b>300,47</b>
08	Ejemplar 8 - CP. 280	280	20/01/2022	17/02/2022	28	54643	15,13	180	304,12	108,62	
09	Ejemplar 9 - CP. 280	280	20/01/2022	17/02/2022	28	54014	15,13	180	300,42	107,29	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CP. DISEÑO C280



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesí Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 20 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/Cm <sup>2</sup> )	T promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - Patrón 280	280	17/01/2022	24/01/2022	7	130650	152	300	1,82	18,58	<b>18,74</b>
02	Probeta 2 - Patrón 280	280	17/01/2022	24/01/2022	7	133590	153	301	1,85	18,88	
03	Probeta 3 - Patrón 280	280	17/01/2022	24/01/2022	7	132120	152	300	1,84	18,77	
04	Probeta 4 - Patrón 280	280	17/01/2022	31/01/2022	14	136120	152	301	1,89	19,26	<b>19,19</b>
05	Probeta 5 - Patrón 280	280	17/01/2022	31/01/2022	14	134580	152	301	1,87	19,06	
06	Probeta 6 - Patrón 280	280	17/01/2022	31/01/2022	14	135350	152	300	1,89	19,24	
07	Probeta 7 - Patrón 280	280	17/01/2022	14/02/2022	28	158470	152	301	2,20	22,45	<b>22,78</b>
08	Probeta 8 - Patrón 280	280	17/01/2022	14/02/2022	28	162320	152	300	2,26	23,06	
09	Probeta 9 - Patrón 280	280	17/01/2022	14/02/2022	28	160400	152	300	2,24	22,82	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CP. DISEÑO C280



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 20 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>i</sub> (Mpa)	M <sub>i</sub> (Kg/Cm2)	M <sub>i</sub> Promedio (Kg/Cm2)
01	Ejemplar 1 C.P. 280	19/01/2022	26/01/2022	7	28390	530	152	151	0	4,36	44,42	<b>41,85</b>
02	Ejemplar 2 C.P. 280	19/01/2022	26/01/2022	7	25130	531	153	152	0	3,81	38,88	
03	Ejemplar 3 C.P. 280	19/01/2022	26/01/2022	7	26760	533	152	151	0	4,14	42,25	
04	Ejemplar 4 C.P. 280	19/01/2022	2/02/2022	14	32760	530	154	153	0	4,82	49,11	<b>47,19</b>
05	Ejemplar 5 C.P. 280	19/01/2022	2/02/2022	14	29660	530	154	153	0	4,40	44,90	
06	Ejemplar 6 C.P. 280	19/01/2022	2/02/2022	14	31210	530	152	153	0	4,66	47,56	
07	Ejemplar 7 C.P. 280	19/01/2022	16/02/2022	28	35800	531	152	152	0	5,43	55,38	<b>53,87</b>
08	Ejemplar 8 C.P. 280	19/01/2022	16/02/2022	28	33840	532	151	152	0	5,18	52,80	
09	Ejemplar 9 C.P. 280	19/01/2022	16/02/2022	28	34820	532	152	153	0	5,24	53,44	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



## MÓDULOS ELÁSTICOS DEL CP. DISEÑO C280



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
Proyecto : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 20 de enero del 2022  
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto patron  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.  
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Probeta 1 C.P. 280	17/01/2022	24/01/2022	7	225,70	90	21,57487	0,000352	227434	233851,96
Probeta 2 C.P. 280	17/01/2022	24/01/2022	7	239,34	96	20,59717	0,000359	243313	
Probeta 3 C.P. 280	17/01/2022	24/01/2022	7	231,74	93	19,43890	0,000367	230809	
Probeta 4 C.P. 280	17/01/2022	31/01/2022	14	249,59	100	12,29121	0,000402	248739	240228,63
Probeta 5 C.P. 280	17/01/2022	31/01/2022	14	263,75	106	13,70082	0,000432	240139	
Probeta 6 C.P. 280	17/01/2022	31/01/2022	14	258,30	103	12,23155	0,000443	231808	
Probeta 7 C.P. 280	17/01/2022	14/02/2022	28	330,46	132	21,57860	0,000509	240721,60	248234,41
Probeta 8 C.P. 280	17/01/2022	14/02/2022	28	301,12	120	30,70342	0,000396	259393,42	
Probeta 9 C.P. 280	17/01/2022	14/02/2022	28	316,70	127	26,02526	0,000462	244588,20	

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## ANEXO 4

### PROPIEDADES MECANICAS DE LOS CONCRETOS PATRONES 210 Y 280 kg/cm CON LAS CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN 5, 10, 15 Y 20% RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CP.+%CCA DISEÑO C210



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 17 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c %	f'c Promedio
01	Ejemplar 1 - CP. 210 + 5% CCA	210	17/01/2022	24/08/2021	7	35674	15,33	184	193,40	92,10	<b>192,04</b>
02	Ejemplar 2 - CP. 210 + 5% CCA	210	17/01/2022	24/08/2021	7	34680	15,23	182	190,49	90,71	
03	Ejemplar 3 - CP. 210 + 5% CCA	210	17/01/2022	24/08/2021	7	35178	15,27	183	192,21	91,53	
04	Ejemplar 4 - CP. 210 + 5% CCA	210	17/01/2022	31/08/2021	14	43890	15,40	186	235,63	112,21	<b>228,39</b>
05	Ejemplar 5 - CP. 210 + 5% CCA	210	17/01/2022	31/08/2021	14	40343	15,30	184	219,58	104,56	
06	Ejemplar 6 - CP. 210 + 5% CCA	210	17/01/2022	31/08/2021	14	42117	15,27	183	229,98	109,51	
07	Ejemplar 7 - CP. 210 + 5% CCA	210	17/01/2022	14/09/2021	28	46390	15,30	184	252,24	120,11	<b>252,17</b>
08	Ejemplar 8 - CP. 210 + 5% CCA	210	17/01/2022	14/09/2021	28	45741	15,22	182	251,58	119,80	
09	Ejemplar 9 - CP. 210 + 5% CCA	210	17/01/2022	14/09/2021	28	46066	15,24	182	252,70	120,33	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 18 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c %	f'c Promedio
01	Ejemplar 1 - CP. 210 + 10% CCA	210	18/01/2022	25/08/2021	7	30364	15,14	180	168,66	80,31	<b>169,83</b>
02	Ejemplar 2 - CP. 210 + 10% CCA	210	18/01/2022	25/08/2021	7	31084	15,23	182	170,62	81,25	
03	Ejemplar 3 - CP. 210 + 10% CCA	210	18/01/2022	25/08/2021	7	30724	15,16	181	170,21	81,05	
04	Ejemplar 4 - CP. 210 + 10% CCA	210	18/01/2022	1/08/2021	14	35034	15,26	183	191,55	91,22	<b>191,57</b>
05	Ejemplar 5 - CP. 210 + 10% CCA	210	18/01/2022	1/08/2021	14	34778	15,27	183	190,03	90,49	
06	Ejemplar 6 - CP. 210 + 10% CCA	210	18/01/2022	1/08/2021	14	34906	15,17	181	193,13	91,97	
07	Ejemplar 7 - CP. 210 + 10% CCA	210	18/01/2022	15/09/2021	28	40829	15,36	185	220,48	104,99	<b>223,77</b>
08	Ejemplar 8 - CP. 210 + 10% CCA	210	18/01/2022	15/09/2021	28	41378	15,29	183	225,50	107,38	
09	Ejemplar 9 - CP. 210 + 10% CCA	210	18/01/2022	15/09/2021	28	41103	15,24	182	225,33	107,30	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 18 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c %	f'c Promedio
01	Ejemplar 1 - CP. 210 + 15% CCA	210	18/01/2022	25/08/2021	7	30957	15,25	183	169,60	80,76	<b>169,73</b>
02	Ejemplar 2 - CP. 210 + 15% CCA	210	18/01/2022	25/08/2021	7	30760	15,22	182	169,07	80,51	
03	Ejemplar 3 - CP. 210 + 15% CCA	210	18/01/2022	25/08/2021	7	30859	15,18	181	170,51	81,20	
04	Ejemplar 4 - CP. 210 + 15% CCA	210	18/01/2022	1/08/2021	14	35376	15,23	182	194,32	92,53	<b>191,41</b>
05	Ejemplar 5 - CP. 210 + 15% CCA	210	18/01/2022	1/08/2021	14	34544	15,27	183	188,75	89,88	
06	Ejemplar 6 - CP. 210 + 15% CCA	210	18/01/2022	1/08/2021	14	34960	15,26	183	191,15	91,02	
07	Ejemplar 7 - CP. 210 + 15% CCA	210	18/01/2022	15/09/2021	28	39210	15,23	182	215,23	102,49	<b>213,29</b>
08	Ejemplar 8 - CP. 210 + 15% CCA	210	18/01/2022	15/09/2021	28	38418	15,25	183	210,47	100,22	
09	Ejemplar 9 - CP. 210 + 15% CCA	210	18/01/2022	15/09/2021	28	38814	15,19	181	214,18	101,99	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 18 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c %	f'c Promedio
01	Ejemplar 1 - CP. 210 + 20% CCA	210	18/01/2022	25/08/2021	7	32209	15,23	182	176,80	84,19	<b>176,08</b>
02	Ejemplar 2 - CP. 210 + 20% CCA	210	18/01/2022	25/08/2021	7	31944	15,27	183	174,43	83,06	
03	Ejemplar 3 - CP. 210 + 20% CCA	210	18/01/2022	25/08/2021	7	32077	15,19	181	177,00	84,29	
04	Ejemplar 4 - CP. 210 + 20% CCA	210	18/01/2022	1/08/2021	14	32917	15,24	182	180,57	85,99	<b>187,21</b>
05	Ejemplar 5 - CP. 210 + 20% CCA	210	18/01/2022	1/08/2021	14	35723	15,33	184	193,67	92,22	
06	Ejemplar 6 - CP. 210 + 20% CCA	210	18/01/2022	1/08/2021	14	34320	15,27	183	187,40	89,24	
07	Ejemplar 7 - CP. 210 + 20% CCA	210	18/01/2022	15/09/2021	28	38619	15,22	182	212,27	101,08	<b>209,29</b>
08	Ejemplar 8 - CP. 210 + 20% CCA	210	18/01/2022	15/09/2021	28	37637	15,21	182	207,14	98,64	
09	Ejemplar 9 - CP. 210 + 20% CCA	210	18/01/2022	15/09/2021	28	38129	15,26	183	208,47	99,27	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CP.+%CCA DISEÑO C210



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 17 de enero del 2022.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/Cm <sup>2</sup> )	T promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - CP. 210 + 5% CCA	210	17/01/2022	24/01/2022	7	115890	153	302	1,60	16,29	<b>16,61</b>
02	Probeta 2 - CP. 210 + 5% CCA	210	17/01/2022	24/01/2022	7	120150	153	302	1,66	16,92	
03	Probeta 3 - CP. 210 + 5% CCA	210	17/01/2022	24/01/2022	7	118020	153	301	1,63	16,61	
04	Probeta 4 - CP. 210 + 5% CCA	210	17/01/2022	31/01/2022	14	130510	153	301	1,81	18,44	<b>18,67</b>
05	Probeta 2 - CP. 210 + 5% CCA	210	17/01/2022	31/01/2022	14	133730	152	301	1,86	18,93	
06	Probeta 2 - CP. 210 + 5% CCA	210	17/01/2022	31/01/2022	14	132230	153	302	1,83	18,64	
07	Probeta 2 - CP. 210 + 5% CCA	210	17/01/2022	14/02/2022	28	135010	152	301	1,88	19,22	<b>19,52</b>
08	Probeta 2 - CP. 210 + 5% CCA	210	17/01/2022	14/02/2022	28	139530	152	301	1,94	19,83	
09	Probeta 2 - CP. 210 + 5% CCA	210	17/01/2022	14/02/2022	28	137270	152	301	1,91	19,51	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 18 de enero del 2022.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/Cm <sup>2</sup> )	T promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - CP. 210 + 10% CCA	210	18/01/2022	25/01/2022	7	105810	152	301	1,47	14,97	<b>14,92</b>
02	Probeta 2 - CP. 210 + 10% CCA	210	18/01/2022	25/01/2022	7	105600	152	301	1,47	14,96	
03	Probeta 3 - CP. 210 + 10% CCA	210	18/01/2022	25/01/2022	7	105210	152	302	1,45	14,83	
04	Probeta 4 - CP. 210 + 10% CCA	210	18/01/2022	1/02/2022	14	118580	152	301	1,65	16,79	<b>16,36</b>
05	Probeta 5 - CP. 210 + 10% CCA	210	18/01/2022	1/02/2022	14	112650	152	301	1,57	15,96	
06	Probeta 6 - CP. 210 + 10% CCA	210	18/01/2022	1/02/2022	14	115570	152	302	1,60	16,32	
07	Probeta 7 - CP. 210 + 10% CCA	210	18/01/2022	15/02/2022	28	133260	153	301	1,84	18,78	<b>19,07</b>
08	Probeta 8 - CP. 210 + 10% CCA	210	18/01/2022	15/02/2022	28	136130	153	301	1,89	19,25	
09	Probeta 9 - CP. 210 + 10% CCA	210	18/01/2022	15/02/2022	28	135700	153	301	1,88	19,17	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 TEC. EN ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 18 de enero del 2022.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/Cm²)	T promedio (Kg/Cm²)
01	Probeta 1 - CP. 210 + 15% CCA	210	18/01/2022	25/01/2022	7	101280	152	301	1,41	14,35	<b>14,42</b>
02	Probeta 2 - CP. 210 + 15% CCA	210	18/01/2022	25/01/2022	7	102540	153	301	1,42	14,50	
03	Probeta 3 - CP. 210 + 15% CCA	210	18/01/2022	25/01/2022	7	101910	153	301	1,41	14,41	
04	Probeta 4 - CP. 210 + 15% CCA	210	18/01/2022	1/02/2022	14	114280	153	301	1,58	16,14	<b>16,50</b>
05	Probeta 5 - CP. 210 + 15% CCA	210	18/01/2022	1/02/2022	14	118630	153	300	1,65	16,83	
06	Probeta 6 - CP. 210 + 15% CCA	210	18/01/2022	1/02/2022	14	116960	152	302	1,62	16,53	
07	Probeta 7 - CP. 210 + 15% CCA	210	18/01/2022	15/02/2022	28	122970	151	300	1,73	17,59	<b>17,81</b>
08	Probeta 8 - CP. 210 + 15% CCA	210	18/01/2022	15/02/2022	28	126660	151	300	1,78	18,14	
09	Probeta 9 - CP. 210 + 15% CCA	210	18/01/2022	15/02/2022	28	123320	151	300	1,73	17,68	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 18 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/Cm <sup>2</sup> )	T promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - CP. 210 + 20% CCA	210	18/01/2022	25/01/2022	7	104080	153	301	1,44	14,67	<b>14,50</b>
02	Probeta 2 - CP. 210 + 20% CCA	210	18/01/2022	25/01/2022	7	101260	153	301	1,40	14,32	
03	Probeta 3 - CP. 210 + 20% CCA	210	18/01/2022	25/01/2022	7	102670	153	301	1,42	14,50	
04	Probeta 4 - CP. 210 + 20% CCA	210	18/01/2022	1/02/2022	14	102850	152	302	1,43	14,54	<b>15,03</b>
05	Probeta 5 - CP. 210 + 20% CCA	210	18/01/2022	1/02/2022	14	108990	152	301	1,52	15,45	
06	Probeta 6 - CP. 210 + 20% CCA	210	18/01/2022	1/02/2022	14	105920	152	300	1,48	15,09	
07	Probeta 7 - CP. 210 + 20% CCA	210	18/01/2022	15/02/2022	28	112500	152	300	1,57	15,99	<b>16,31</b>
08	Probeta 8 - CP. 210 + 20% CCA	210	18/01/2022	15/02/2022	28	116520	152	300	1,63	16,60	
09	Probeta 9 - CP. 210 + 20% CCA	210	18/01/2022	15/02/2022	28	114510	152	300	1,60	16,32	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CP.+%CCA DISEÑO C210



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 17 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)	M <sub>f</sub> (Kg/Cm2)	M <sub>f</sub> Promedio (Kg/Cm2)
01	Ejemplar 1 C.P. 210 + 5% CCA	17/01/2022	24/01/2022	7	23370	530	151	151	0	3,61	36,81	<b>37,69</b>
02	Ejemplar 2 C.P. 210 + 5% CCA	17/01/2022	24/01/2022	7	23870	531	151	152	0	3,66	37,29	
03	Ejemplar 3 C.P. 210 + 5% CCA	17/01/2022	24/01/2022	7	24500	530	150	151	0	3,82	38,97	
04	Ejemplar 4 C.P. 210 + 5% CCA	17/01/2022	31/01/2022	14	28940	532	152	151	0	4,49	45,75	<b>43,15</b>
05	Ejemplar 5 C.P. 210 + 5% CCA	17/01/2022	31/01/2022	14	26850	530	153	153	0	4,01	40,92	
06	Ejemplar 6 C.P. 210 + 5% CCA	17/01/2022	31/01/2022	14	27480	531	152	152	0	4,20	42,79	
07	Ejemplar 7 C.P. 210 + 5% CCA	17/01/2022	14/02/2022	28	31780	532	151	151	0	4,93	50,24	<b>47,98</b>
08	Ejemplar 8 C.P. 210 + 5% CCA	17/01/2022	14/02/2022	28	28870	530	150	150	0	4,53	46,23	
09	Ejemplar 9 C.P. 210 + 5% CCA	17/01/2022	14/02/2022	28	29880	531	151	151	0	4,65	47,46	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 18 de enero del 2022.


Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)	M <sub>r</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> )	M <sub>r</sub> Promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Ejemplar 1 C.P. 210 + 10% CCA	18/01/2022	25/01/2022	7	20550	532	152	150	0	3,21	32,70	<b>34,07</b>
02	Ejemplar 2 C.P. 210 + 10% CCA	18/01/2022	25/01/2022	7	23070	531	153	152	0	3,50	35,69	
03	Ejemplar 3 C.P. 210 + 10% CCA	18/01/2022	25/01/2022	7	22120	530	152	153	0	3,32	33,82	
04	Ejemplar 4 C.P. 210 + 10% CCA	18/01/2022	1/02/2022	14	27510	532	153	151	0	4,24	43,21	<b>42,85</b>
05	Ejemplar 5 C.P. 210 + 10% CCA	18/01/2022	1/02/2022	14	26460	530	151	152	0	4,06	41,40	
06	Ejemplar 6 C.P. 210 + 10% CCA	18/01/2022	1/02/2022	14	27980	532	153	151	0	4,31	43,94	
07	Ejemplar 7 C.P. 210 + 10% CCA	18/01/2022	15/02/2022	28	27790	530	152	151	0	4,26	43,48	<b>44,90</b>
08	Ejemplar 8 C.P. 210 + 10% CCA	18/01/2022	15/02/2022	28	28310	533	150	152	0	4,35	44,40	
09	Ejemplar 9 C.P. 210 + 10% CCA	18/01/2022	15/02/2022	28	29710	532	152	151	0	4,59	46,81	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON CLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 18 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)	M <sub>r</sub> (Kg/Cm2)	M <sub>r</sub> Promedio (Kg/Cm2)
01	Ejemplar 1 C.P. 210 + 15% CCA	18/01/2022	25/01/2022	7	21670	530	151	152	0	3,32	33,90	<b>31,91</b>
02	Ejemplar 2 C.P. 210 + 15% CCA	18/01/2022	25/01/2022	7	18930	532	150	151	0	2,96	30,23	
03	Ejemplar 3 C.P. 210 + 15% CCA	18/01/2022	25/01/2022	7	20300	531	152	152	0	3,10	31,61	
04	Ejemplar 4 C.P. 210 + 15% CCA	18/01/2022	1/02/2022	14	19430	532	151	151	0	3,01	30,72	<b>34,81</b>
05	Ejemplar 5 C.P. 210 + 15% CCA	18/01/2022	1/02/2022	14	24980	532	153	151	0	3,85	39,23	
06	Ejemplar 6 C.P. 210 + 15% CCA	18/01/2022	1/02/2022	14	22210	533	151	153	0	3,38	34,49	
07	Ejemplar 7 C.P. 210 + 15% CCA	18/01/2022	15/02/2022	28	25790	530	152	152	0	3,92	39,95	<b>42,53</b>
08	Ejemplar 8 C.P. 210 + 15% CCA	18/01/2022	15/02/2022	28	28510	532	152	151	0	4,42	45,07	
09	Ejemplar 9 C.P. 210 + 15% CCA	18/01/2022	15/02/2022	28	27890	531	153	153	0	4,18	42,58	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. 246904**



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 18 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>t</sub> (Mpa)	M <sub>t</sub> (Kg/Cm2)	M <sub>t</sub> Promedio (Kg/Cm2)
01	Ejemplar 1 CP. 210 + 20% CCA	18/01/2022	25/01/2022	7	22770	532	153	152	0	3,46	35,29	<b>35,09</b>
02	Ejemplar 2 CP. 210 + 20% CCA	18/01/2022	25/01/2022	7	22910	531	155	153	0	3,39	34,52	
03	Ejemplar 3 CP. 210 + 20% CCA	18/01/2022	25/01/2022	7	22840	533	153	152	0	3,48	35,47	
04	Ejemplar 4 CP. 210 + 20% CCA	18/01/2022	1/02/2022	14	25220	530	153	152	0	3,82	38,94	<b>37,85</b>
05	Ejemplar 5 CP. 210 + 20% CCA	18/01/2022	1/02/2022	14	24230	532	151	151	0	3,76	38,31	
06	Ejemplar 6 CP. 210 + 20% CCA	18/01/2022	1/02/2022	14	23780	531	153	153	0	3,56	36,31	
07	Ejemplar 7 CP. 210 + 20% CCA	18/01/2022	15/02/2022	28	26520	533	152	152	0	4,04	41,18	<b>40,68</b>
08	Ejemplar 8 CP. 210 + 20% CCA	18/01/2022	15/02/2022	28	25660	532	151	152	0	3,94	40,16	
09	Ejemplar 9 CP. 210 + 20% CCA	18/01/2022	15/02/2022	28	26540	530	153	152	0	3,99	40,71	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. 246904**

# MÓDULOS ELÁSTICOS DEL CP.+%CCA DISEÑO C210



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirt.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 17 de enero del 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto patron  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2 (S_2)$	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Probeta 1 C.P. 210 + 5% CCA	17/01/2022	24/01/2022	7	199,27	80	10,30404	0,000430	182837	<b>183888,43</b>
Probeta 2 C.P. 210 + 5% CCA	17/01/2022	24/01/2022	7	200,74	80	10,84339	0,000413	191101	
Probeta 2 C.P. 210 + 5% CCA	17/01/2022	24/01/2022	7	198,03	79	12,29858	0,000426	177728	
Probeta 2 C.P. 210 + 5% CCA	17/01/2022	31/01/2022	14	232,58	93	11,68206	0,000471	193338	<b>199951,90</b>
Probeta 2 C.P. 210 + 5% CCA	17/01/2022	31/01/2022	14	244,56	98	15,27013	0,000475	194055	
Probeta 2 C.P. 210 + 5% CCA	17/01/2022	31/01/2022	14	238,57	95	15,27900	0,000427	212462	
Probeta 2 C.P. 210 + 5% CCA	17/01/2022	14/02/2022	28	248,36	99	16,60014	0,000422	222375	<b>217680,41</b>
Probeta 2 C.P. 210 + 5% CCA	17/01/2022	14/02/2022	28	250,15	100	14,05612	0,000452	213945	
Probeta 2 C.P. 210 + 5% CCA	17/01/2022	14/02/2022	28	250,09	100	15,83346	0,000439	216722	

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18 de enero del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto patron  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_s$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Probeta 1 C.P. 210 + 10% CCA	18/01/2022	25/01/2022	7	169,56	68	10,23207	0,000368	181269	<b>182051,86</b>
Probeta 2 C.P. 210 + 10% CCA	18/01/2022	25/01/2022	7	174,78	70	11,41608	0,000376	179461	
Probeta 2 C.P. 210 + 10% CCA	18/01/2022	25/01/2022	7	171,60	69	12,57950	0,000352	185425	
Probeta 2 C.P. 210 + 10% CCA	18/01/2022	1/02/2022	14	194,40	78	17,89851	0,000351	198923	<b>193947,51</b>
Probeta 2 C.P. 210 + 10% CCA	18/01/2022	1/02/2022	14	194,26	78	14,11982	0,000374	196126	
Probeta 2 C.P. 210 + 10% CCA	18/01/2022	1/02/2022	14	194,98	78	18,09468	0,000371	186794	
Probeta 2 C.P. 210 + 10% CCA	18/01/2022	15/02/2022	28	228,06	91	22,16580	0,000377	211208	<b>214578,86</b>
Probeta 2 C.P. 210 + 10% CCA	18/01/2022	15/02/2022	28	231,13	92	17,93101	0,000389	220058	
Probeta 2 C.P. 210 + 10% CCA	18/01/2022	15/02/2022	28	229,59	92	18,40602	0,000396	212471	

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON CLAYA AGUILAR  
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18 de enero del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto patron f'c 210 kg/cm2.

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon_2$ unitaria ( $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> ))	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Probeta 1 C.P. 210 + 15% CCA	18/01/2022	25/01/2022	7	174,07	70	13,13318	0,000373	174702	<b>174258,27</b>
Probeta 2 C.P. 210 + 15% CCA	18/01/2022	25/01/2022	7	169,57	68	11,46656	0,000367	177571	
Probeta 2 C.P. 210 + 15% CCA	18/01/2022	25/01/2022	7	172,37	69	12,34678	0,000382	170502	
Probeta 2 C.P. 210 + 15% CCA	18/01/2022	1/02/2022	14	200,45	80	10,95862	0,000431	181921	<b>180455,09</b>
Probeta 2 C.P. 210 + 15% CCA	18/01/2022	1/02/2022	14	196,94	79	14,90740	0,000421	172116	
Probeta 2 C.P. 210 + 15% CCA	18/01/2022	1/02/2022	14	196,09	78	8,82286	0,000422	187328	
Probeta 2 C.P. 210 + 15% CCA	18/01/2022	15/02/2022	28	219,02	88	29,21388	0,000373	180758	<b>194894,69</b>
Probeta 2 C.P. 210 + 15% CCA	18/01/2022	15/02/2022	28	222,00	89	15,19456	0,000416	201108	
Probeta 2 C.P. 210 + 15% CCA	18/01/2022	15/02/2022	28	220,51	88	16,34412	0,000404	202819	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



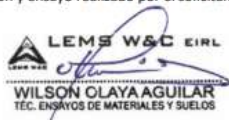
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18 de enero del 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto patron f'c 210 kg/cm2.  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
Probeta 1 C.P. 210 + 20% CCA	18/01/2022	25/01/2022	7	177,55	71	8,35483	0,000419	169698	<b>165624,36</b>
Probeta 2 C.P. 210 + 20% CCA	18/01/2022	25/01/2022	7	178,43	71	13,92728	0,000407	161015	
Probeta 2 C.P. 210 + 20% CCA	18/01/2022	25/01/2022	7	179,17	72	16,64772	0,000381	166160	
Probeta 2 C.P. 210 + 20% CCA	18/01/2022	1/02/2022	14	181,46	73	12,57199	0,000384	179446	<b>171159,97</b>
Probeta 2 C.P. 210 + 20% CCA	18/01/2022	1/02/2022	14	202,21	81	7,65157	0,000487	167395	
Probeta 2 C.P. 210 + 20% CCA	18/01/2022	1/02/2022	14	192,98	77	7,91377	0,000466	166639	
Probeta 2 C.P. 210 + 20% CCA	18/01/2022	15/02/2022	28	225,18	90	20,13145	0,000448	175775	<b>175432,98</b>
Probeta 2 C.P. 210 + 20% CCA	18/01/2022	15/02/2022	28	219,50	88	12,69899	0,000471	178476	
Probeta 2 C.P. 210 + 20% CCA	18/01/2022	15/02/2022	28	221,61	89	10,50158	0,000504	172048	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CP.+%CCA DISEÑO C280



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 20 de enero 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c %	f'c Promedio
01	Ejemplar 1 - CP. 280 + 5% CCA	280	19/01/2022	26/01/2022	7	41212	15,28	183	224,89	80,32	<b>231,57</b>
02	Ejemplar 2 - CP. 280 + 5% CCA	280	19/01/2022	26/01/2022	7	43418	15,25	183	237,70	84,89	
03	Ejemplar 3 - CP. 280 + 5% CCA	280	19/01/2022	26/01/2022	7	42316	15,24	182	232,13	82,90	
04	Ejemplar 4 - CP. 280 + 5% CCA	280	19/01/2022	2/02/2022	14	49152	15,30	184	267,34	95,48	<b>271,99</b>
05	Ejemplar 5 - CP. 280 + 5% CCA	280	19/01/2022	2/02/2022	14	50368	15,24	182	276,12	98,61	
06	Ejemplar 6 - CP. 280 + 5% CCA	280	19/01/2022	2/02/2022	14	49807	15,26	183	272,51	97,32	
07	Ejemplar 7 - CP. 280 + 5% CCA	280	19/01/2022	16/02/2022	28	58770	15,31	184	319,24	114,01	<b>308,05</b>
08	Ejemplar 8 - CP. 280 + 5% CCA	280	19/01/2022	16/02/2022	28	54624	15,32	184	296,53	105,90	
09	Ejemplar 9 - CP. 280 + 5% CCA	280	19/01/2022	16/02/2022	28	56697	15,30	184	308,38	110,14	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 20 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c %	f'c Promedio
01	Ejemplar 1 - C.P. 280 + 10% CCA	280	20/01/2022	27/01/2022	7	37526	15,24	182	205,85	73,52	<b>201,86</b>
02	Ejemplar 2 - C.P. 280 + 10% CCA	280	20/01/2022	27/01/2022	7	35960	15,22	182	197,78	70,64	
03	Ejemplar 3 - C.P. 280 + 10% CCA	280	20/01/2022	27/01/2022	7	36743	15,22	182	201,95	72,13	
04	Ejemplar 4 - C.P. 280 + 10% CCA	280	20/01/2022	3/02/2022	14	44658	15,33	185	241,95	86,41	<b>241,39</b>
05	Ejemplar 5 - C.P. 280 + 10% CCA	280	20/01/2022	3/02/2022	14	43777	15,23	182	240,30	85,82	
06	Ejemplar 6 - C.P. 280 + 10% CCA	280	20/01/2022	3/02/2022	14	44217	15,26	183	241,92	86,40	
07	Ejemplar 7 - C.P. 280 + 10% CCA	280	20/01/2022	17/02/2022	28	51883	15,16	181	287,44	102,66	<b>286,58</b>
08	Ejemplar 8 - C.P. 280 + 10% CCA	280	20/01/2022	17/02/2022	28	51327	15,14	180	285,29	101,89	
09	Ejemplar 9 - C.P. 280 + 10% CCA	280	20/01/2022	17/02/2022	28	51605	15,13	180	287,03	102,51	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 20 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c %	f'c Promedio
01	Ejemplar 1 - CP. 280 + 15% CCA	280	20/01/2022	27/01/2022	7	38103	15,19	181	210,26	75,09	<b>215,72</b>
02	Ejemplar 2 - CP. 280 + 15% CCA	280	20/01/2022	27/01/2022	7	39807	15,17	181	220,24	78,66	
03	Ejemplar 3 - CP. 280 + 15% CCA	280	20/01/2022	27/01/2022	7	38955	15,13	180	216,67	77,38	
04	Ejemplar 4 - CP. 280 + 15% CCA	280	20/01/2022	3/02/2022	14	45845	15,21	182	252,31	90,11	<b>247,86</b>
05	Ejemplar 5 - CP. 280 + 15% CCA	280	20/01/2022	3/02/2022	14	44027	15,22	182	241,99	86,42	
06	Ejemplar 6 - CP. 280 + 15% CCA	280	20/01/2022	3/02/2022	14	44936	15,15	180	249,28	89,03	
07	Ejemplar 7 - CP. 280 + 15% CCA	280	20/01/2022	17/02/2022	28	51880	15,21	182	285,72	102,04	<b>282,64</b>
08	Ejemplar 8 - CP. 280 + 15% CCA	280	20/01/2022	17/02/2022	28	50626	15,21	182	278,63	99,51	
09	Ejemplar 9 - CP. 280 + 15% CCA	280	20/01/2022	17/02/2022	28	51253	15,17	181	283,57	101,27	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 20 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c %	f'c Promedio
01	Ejemplar 1 - CP. 280 + 20% CCA	280	20/01/2022	27/01/2022	7	37462	15,22	182	206,04	73,59	<b>202,42</b>
02	Ejemplar 2 - CP. 280 + 20% CCA	280	20/01/2022	27/01/2022	7	36016	15,22	182	198,09	70,75	
03	Ejemplar 3 - CP. 280 + 20% CCA	280	20/01/2022	27/01/2022	7	36739	15,18	181	203,13	72,55	
04	Ejemplar 4 - CP. 280 + 20% CCA	280	20/01/2022	3/02/2022	14	43342	15,20	181	238,86	85,31	<b>228,64</b>
05	Ejemplar 5 - CP. 280 + 20% CCA	280	20/01/2022	3/02/2022	14	39528	15,20	181	217,98	77,85	
06	Ejemplar 6 - CP. 280 + 20% CCA	280	20/01/2022	3/02/2022	14	41436	15,18	181	229,10	81,82	
07	Ejemplar 7 - CP. 280 + 20% CCA	280	20/01/2022	17/02/2022	28	49560	15,19	181	273,48	97,67	<b>272,08</b>
08	Ejemplar 8 - CP. 280 + 20% CCA	280	20/01/2022	17/02/2022	28	48880	15,17	181	270,44	96,59	
09	Ejemplar 9 - CP. 280 + 20% CCA	280	20/01/2022	17/02/2022	28	49221	15,17	181	272,33	97,26	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
TEC. EN INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. 246904**

## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CP.+%CCA DISEÑO C280



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswycerl@gmail.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 20 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/Cm <sup>2</sup> )	T promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - CP. 280 + 5% CCA	280	17/01/2022	24/01/2022	7	133780	152	301	1,86	18,95	<b>18,80</b>
02	Probeta 2 - CP. 280 + 5% CCA	280	17/01/2022	24/01/2022	7	131900	153	301	1,82	18,61	
03	Probeta 3 - CP. 280 + 5% CCA	280	17/01/2022	24/01/2022	7	132840	153	300	1,85	18,85	
04	Probeta 4 - CP. 280 + 5% CCA	280	17/01/2022	31/01/2022	14	140050	153	301	1,94	19,78	<b>19,77</b>
05	Probeta 5 - CP. 280 + 5% CCA	280	17/01/2022	31/01/2022	14	138060	152	300	1,93	19,67	
06	Probeta 6 - CP. 280 + 5% CCA	280	17/01/2022	31/01/2022	14	139560	152	300	1,95	19,86	
07	Probeta 7 - CP. 280 + 5% CCA	280	17/01/2022	14/02/2022	28	156740	151	301	2,20	22,39	<b>23,22</b>
08	Probeta 8 - CP. 280 + 5% CCA	280	17/01/2022	14/02/2022	28	168030	151	300	2,36	24,04	
09	Probeta 9 - CP. 280 + 5% CCA	280	17/01/2022	14/02/2022	28	162390	151	300	2,28	23,23	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 20 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/Cm <sup>2</sup> )	T promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - CP. 280 + 10% CCA	280	20/01/2022	27/01/2022	7	116810	153	301	1,61	16,46	<b>16,21</b>
02	Probeta 2 - CP. 280 + 10% CCA	280	20/01/2022	27/01/2022	7	112600	152	301	1,56	15,95	
03	Probeta 3 - CP. 280 + 10% CCA	280	20/01/2022	27/01/2022	7	114710	153	301	1,59	16,22	
04	Probeta 4 - CP. 280 + 10% CCA	280	20/01/2022	3/02/2022	14	130480	153	301	1,81	18,43	<b>18,24</b>
05	Probeta 5 - CP. 280 + 10% CCA	280	20/01/2022	3/02/2022	14	127650	153	301	1,76	17,99	
06	Probeta 6 - CP. 280 + 10% CCA	280	20/01/2022	3/02/2022	14	129070	153	300	1,79	18,29	
07	Probeta 7 - CP. 280 + 10% CCA	280	20/01/2022	17/02/2022	28	142260	152	301	1,97	20,14	<b>20,45</b>
08	Probeta 8 - CP. 280 + 10% CCA	280	20/01/2022	17/02/2022	28	146130	153	301	2,02	20,61	
09	Probeta 9 - CP. 280 + 10% CCA	280	20/01/2022	17/02/2022	28	144700	152	300	2,02	20,59	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 20 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/Cm <sup>2</sup> )	T promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - CP. 280 + 15% CCA	280	20/01/2022	27/01/2022	7	109280	153	300	1,52	15,46	<b>15,69</b>
02	Probeta 2 - CP. 280 + 15% CCA	280	20/01/2022	27/01/2022	7	112540	153	301	1,56	15,90	
03	Probeta 3 - CP. 280 + 15% CCA	280	20/01/2022	27/01/2022	7	110910	153	300	1,54	15,72	
04	Probeta 4 - CP. 280 + 15% CCA	280	20/01/2022	3/02/2022	14	132280	152	301	1,84	18,74	<b>18,60</b>
05	Probeta 5 - CP. 280 + 15% CCA	280	20/01/2022	3/02/2022	14	130630	153	301	1,80	18,40	
06	Probeta 6 - CP. 280 + 15% CCA	280	20/01/2022	3/02/2022	14	131460	152	300	1,83	18,66	
07	Probeta 7 - CP. 280 + 15% CCA	280	20/01/2022	17/02/2022	28	139970	153	302	1,93	19,65	<b>19,39</b>
08	Probeta 8 - CP. 280 + 15% CCA	280	20/01/2022	17/02/2022	28	135660	153	301	1,87	19,12	
09	Probeta 9 - CP. 280 + 15% CCA	280	20/01/2022	17/02/2022	28	137820	153	302	1,90	19,41	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 20 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/Cm <sup>2</sup> )	T promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - CP. 280 + 20% CCA	280	20/01/2022	27/01/2022	7	109080	153	301	1,51	15,36	<b>15,58</b>
02	Probeta 2 - CP. 280 + 20% CCA	280	20/01/2022	27/01/2022	7	112260	153	301	1,55	15,83	
03	Probeta 3 - CP. 280 + 20% CCA	280	20/01/2022	27/01/2022	7	110670	153	302	1,52	15,55	
04	Probeta 4 - CP. 280 + 20% CCA	280	20/01/2022	3/02/2022	14	115850	153	301	1,60	16,33	<b>16,17</b>
05	Probeta 5 - CP. 280 + 20% CCA	280	20/01/2022	3/02/2022	14	113990	153	300	1,58	16,11	
06	Probeta 6 - CP. 280 + 20% CCA	280	20/01/2022	3/02/2022	14	113920	153	301	1,58	16,07	
07	Probeta 7 - CP. 280 + 20% CCA	280	20/01/2022	17/02/2022	28	125500	153	300	1,74	17,75	<b>17,55</b>
08	Probeta 8 - CP. 280 + 20% CCA	280	20/01/2022	17/02/2022	28	123520	153	302	1,70	17,34	
09	Probeta 9 - CP. 280 + 20% CCA	280	20/01/2022	17/02/2022	28	124510	153	301	1,72	17,55	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CP.+%CCA DISEÑO C280



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 20 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>i</sub> (Mpa)	M <sub>i</sub> (Kg/Cm2)	M <sub>i</sub> Promedio (Kg/Cm2)
01	Ejemplar 1 CP. 280 + 5% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	26150	530	152	152	0	3,99	40,64	<b>40,16</b>
02	Ejemplar 2 CP. 280 + 5% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	27120	531	152	153	0	4,09	41,68	
03	Ejemplar 3 CP. 280 + 5% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	24890	533	153	153	0	3,74	38,14	
04	Ejemplar 4 CP. 280 + 5% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	29350	532	151	152	0	4,51	45,94	<b>47,55</b>
05	Ejemplar 5 CP. 280 + 5% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	31610	530	151	151	0	4,87	49,62	
06	Ejemplar 6 CP. 280 + 5% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	30480	532	152	152	0	4,62	47,08	
07	Ejemplar 7 CP. 280 + 5% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	34180	534	151	150	0	5,39	54,96	<b>54,68</b>
08	Ejemplar 8 CP. 280 + 5% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	33970	533	150	150	0	5,36	54,71	
09	Ejemplar 9 CP. 280 + 5% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	33690	534	150	150	0	5,33	54,36	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 20 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>i</sub> (Mpa)	M <sub>i</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> )	M <sub>i</sub> Promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Ejemplar 1 CP. 280 + 10% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	24200	532	152	152	0	3,70	37,75	<b>38,31</b>
02	Ejemplar 2 CP. 280 + 10% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	23190	533	151	152	0	3,57	36,37	
03	Ejemplar 3 CP. 280 + 10% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	25980	532	152	151	0	4,00	40,80	
04	Ejemplar 4 CP. 280 + 10% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	29790	534	151	152	0	4,59	46,80	<b>46,54</b>
05	Ejemplar 5 CP. 280 + 10% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	28850	531	152	151	0	4,45	45,37	
06	Ejemplar 6 CP. 280 + 10% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	30710	532	152	152	0	4,65	47,44	
07	Ejemplar 7 CP. 280 + 10% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	33650	533	152	151	0	5,19	52,95	<b>52,10</b>
08	Ejemplar 8 CP. 280 + 10% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	33250	532	151	152	0	5,10	52,05	
09	Ejemplar 9 CP. 280 + 10% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	32940	531	153	151	0	5,03	51,30	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 20 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01) : para un diseño 280 kg/cm2 sin factor de seguridad.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)	M <sub>k</sub> (Kg/Cm2)	M <sub>o</sub> Promedio (Kg/Cm2)
01	Ejemplar 1 CP. 280 + 15% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	21860	531	151	152	0	3,35	34,15	<b>33,47</b>
02	Ejemplar 2 CP. 280 + 15% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	20720	533	152	152	0	3,18	32,39	
03	Ejemplar 3 CP. 280 + 15% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	22150	532	153	153	0	3,32	33,88	
04	Ejemplar 4 CP. 280 + 15% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	27840	534	152	152	0	4,25	43,31	<b>45,73</b>
05	Ejemplar 5 CP. 280 + 15% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	30740	532	152	152	0	4,69	47,80	
06	Ejemplar 6 CP. 280 + 15% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	29290	533	153	151	0	4,52	46,09	
07	Ejemplar 7 CP. 280 + 15% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	31830	528	153	153	0	4,69	47,85	<b>49,98</b>
08	Ejemplar 8 CP. 280 + 15% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	34470	530	153	154	0	5,07	51,68	
09	Ejemplar 9 CP. 280 + 15% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	32980	530	152	153	0	4,94	50,42	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 20 de enero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>1</sub> (Mpa)	M <sub>2</sub> (Kg/Cm2)	M <sub>3</sub> Promedio (Kg/Cm2)
01	Ejemplar 1 CP. 280 + 20% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	23130	532	152	151	0	3,59	36,57	<b>36,33</b>
02	Ejemplar 2 CP. 280 + 20% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	24280	533	152	152	0	3,71	37,83	
03	Ejemplar 3 CP. 280 + 20% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	22610	532	153	153	0	3,39	34,58	
04	Ejemplar 4 CP. 280 + 20% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	31260	534	153	154	0	4,65	47,37	<b>44,79</b>
05	Ejemplar 5 CP. 280 + 20% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	28830	533	152	154	0	4,30	43,90	
06	Ejemplar 6 CP. 280 + 20% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	28170	532	153	153	0	4,23	43,09	
07	Ejemplar 7 CP. 280 + 20% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	33020	530	153	154	0	4,82	49,18	<b>48,40</b>
08	Ejemplar 8 CP. 280 + 20% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	30440	533	153	153	0	4,54	46,34	
09	Ejemplar 9 CP. 280 + 20% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	32010	531	150	153	0	4,87	49,69	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

## MÓDULOS ELÁSTICOS DEL CP.+%CCA DISEÑO C280



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 20 de enero del 2022  
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto patron  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.  
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Probeta 1 C.P. 280 + 5% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	222,51	89	20,63683	0,000337	237887	<b>241073,69</b>
Probeta 2 C.P. 280 + 5% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	211,56	85	22,35192	0,000309	240300	
Probeta 3 C.P. 280 + 5% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	217,73	87	23,32668	0,000310	245034	
Probeta 4 C.P. 280 + 5% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	268,76	108	10,33598	0,000433	253768	<b>250217,86</b>
Probeta 5 C.P. 280 + 5% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	259,58	104	17,27142	0,000381	261662	
Probeta 6 C.P. 280 + 5% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	265,93	106	17,26787	0,000429	235223	
Probeta 7 C.P. 280 + 5% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	298,14	119	16,66768	0,000437	265352,80	<b>260520,80</b>
Probeta 8 C.P. 280 + 5% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	301,22	120	25,13865	0,000431	250089,77	
Probeta 9 C.P. 280 + 5% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	301,68	121	27,81003	0,000399	266119,83	

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 20 de enero del 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto patron  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Probeta 1 C.P. 280 + 10% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	198,22	79	18,82207	0,000326	218779	<b>224079,70</b>
Probeta 2 C.P. 280 + 10% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	195,65	78	27,50368	0,000281	220038	
Probeta 3 C.P. 280 + 10% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	195,64	78	22,02887	0,000291	233422	
Probeta 4 C.P. 280 + 10% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	238,06	95	20,63257	0,000363	238415	<b>238858,55</b>
Probeta 5 C.P. 280 + 10% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	230,29	92	11,62612	0,000397	231767	
Probeta 6 C.P. 280 + 10% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	235,73	94	18,74600	0,000357	246394	
Probeta 7 C.P. 280 + 10% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	279,83	112	19,82929	0,000422	247728,91	<b>249469,29</b>
Probeta 8 C.P. 280 + 10% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	278,59	111	24,92438	0,000388	255640,16	
Probeta 9 C.P. 280 + 10% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	275,48	110	26,54862	0,000391	245038,80	

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 20 de enero del 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto patron  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_1$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Probeta 1 C.P. 280 + 15% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	208,67	83	18,85737	0,000360	208573	<b>206022,89</b>
Probeta 2 C.P. 280 + 15% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	222,35	89	12,39750	0,000424	204894	
Probeta 3 C.P. 280 + 15% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	214,74	86	19,40228	0,000375	204602	
Probeta 4 C.P. 280 + 15% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	252,72	101	9,15963	0,000465	221277	<b>215137,80</b>
Probeta 5 C.P. 280 + 15% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	245,92	98	17,13214	0,000449	203607	
Probeta 6 C.P. 280 + 15% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	247,71	99	17,80046	0,000419	220529	
Probeta 7 C.P. 280 + 15% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	283,74	113	22,47608	0,000425	242418,35	<b>235203,72</b>
Probeta 8 C.P. 280 + 15% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	277,09	111	22,90241	0,000424	235258,47	
Probeta 9 C.P. 280 + 15% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	282,30	113	24,25123	0,000439	227934,34	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 20 de enero del 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto patron f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
Probeta 1 C.P. 280 + 20% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	205,16	82	14,73066	0,000465	162286	<b>163528,71</b>
Probeta 2 C.P. 280 + 20% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	197,24	79	10,42676	0,000484	157882	
Probeta 3 C.P. 280 + 20% CCA	20/01/2022	27/01/2022	7	202,52	81	14,18226	0,000442	170418	
Probeta 4 C.P. 280 + 20% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	235,81	94	17,46850	0,000462	186373	<b>172579,69</b>
Probeta 5 C.P. 280 + 20% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	220,79	88	20,02149	0,000448	171768	
Probeta 6 C.P. 280 + 20% CCA	20/01/2022	3/02/2022	14	228,41	91	13,69266	0,000537	159598	
Probeta 7 C.P. 280 + 20% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	270,96	108	17,03831	0,000547	183925,89	<b>185280,69</b>
Probeta 8 C.P. 280 + 20% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	262,15	105	18,33386	0,000528	181188,29	
Probeta 9 C.P. 280 + 20% CCA	20/01/2022	17/02/2022	28	270,10	108	20,63934	0,000508	190727,87	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## ANEXO 5

# PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL ÓPTIMO PORCENTAJE DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA EN 0,75; 1,50; 2,25 Y 3,00% - DISEÑOS 210 Y 280 kg/cm<sup>2</sup> RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CP.+5%CCA+%FP DISEÑO C210



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 18 de febrero del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cillíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c %	f'c Promedio
01	Ejemplar 1 - CP. 210+5% CCA+0.75% FP.	210	18/02/2022	25/02/2022	7	25470	15,22	182	139,99	66,66	<b>140,74</b>
02	Ejemplar 2 - CP. 210+5% CCA+0.75% FP.	210	18/02/2022	25/02/2022	7	25628	15,23	182	140,77	67,03	
03	Ejemplar 3 - CP. 210+5% CCA+0.75% FP.	210	18/02/2022	25/02/2022	7	25550	15,17	181	141,45	67,36	
04	Ejemplar 4 - CP. 210+5% CCA+0.75% FP.	210	18/02/2022	4/03/2022	14	30416	15,24	182	166,74	79,40	<b>170,76</b>
05	Ejemplar 5 - CP. 210+5% CCA+0.75% FP.	210	18/02/2022	4/03/2022	14	31815	15,23	182	174,75	83,22	
06	Ejemplar 6 - CP. 210+5% CCA+0.75% FP.	210	18/02/2022	4/03/2022	14	31115	15,23	182	170,80	81,33	
07	Ejemplar 7 - CP. 210+5% CCA+0.75% FP.	210	18/02/2022	18/03/2022	28	36171	15,18	181	199,99	95,23	<b>199,23</b>
08	Ejemplar 8 - CP. 210+5% CCA+0.75% FP.	210	18/02/2022	18/03/2022	28	35562	15,14	180	197,67	94,13	
09	Ejemplar 9 - CP. 210+5% CCA+0.75% FP.	210	18/02/2022	18/03/2022	28	35867	15,11	179	200,02	95,25	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 18 de febrero del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c %	f'c Promedio
01	Ejemplar 1 - CP. 210+5%CCA +1.50%FP.	210	18/02/2022	25/02/2022	7	27313	15,26	183	149,43	71,16	<b>150,94</b>
02	Ejemplar 2 - CP. 210+5%CCA +1.50%F.P.	210	18/02/2022	25/02/2022	7	27755	15,22	182	152,55	72,65	
03	Ejemplar 3 - CP. 210+5%CCA +1.50%F.P.	210	18/02/2022	25/02/2022	7	27534	15,25	183	150,84	71,83	
04	Ejemplar 4 - CP. 210+5%CCA +1.50%F.P.	210	18/02/2022	4/03/2022	14	30500	15,11	179	170,09	81,00	<b>167,56</b>
05	Ejemplar 5 - CP. 210+5%CCA +1.50%F.P.	210	18/02/2022	4/03/2022	14	29790	15,17	181	164,93	78,54	
06	Ejemplar 6 - CP. 210+5%CCA +1.50%F.P.	210	18/02/2022	4/03/2022	14	30145	15,13	180	167,67	79,84	
07	Ejemplar 7 - CP. 210+5%CCA +1.50%F.P.	210	18/02/2022	18/03/2022	28	35230	15,16	180	195,30	93,00	<b>194,34</b>
08	Ejemplar 8 - CP. 210+5%CCA +1.50%F.P.	210	18/02/2022	18/03/2022	28	34622	15,11	179	193,08	91,94	
09	Ejemplar 9 - CP. 210+5%CCA +1.50%F.P.	210	18/02/2022	18/03/2022	28	34926	15,12	179	194,64	92,69	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 18 de febrero del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c %	f'c Promedio
01	Ejemplar 1 - CP. 210+5%CCA +2.25%FP.	210	18/02/2022	25/02/2022	7	27358	15,30	184	148,90	70,90	<b>154,11</b>
02	Ejemplar 2 - CP. 210+5%CCA +2.25%FP.	210	18/02/2022	25/02/2022	7	28973	15,23	182	159,14	75,78	
03	Ejemplar 3 - CP. 210+5%CCA +2.25%FP.	210	18/02/2022	25/02/2022	7	28165	15,25	183	154,30	73,48	
04	Ejemplar 4 - CP. 210+5%CCA +2.25%FP.	210	18/02/2022	4/03/2022	14	29818	15,23	182	163,68	77,94	<b>167,79</b>
05	Ejemplar 5 - CP. 210+5%CCA +2.25%FP.	210	18/02/2022	4/03/2022	14	31034	15,22	182	170,69	81,28	
06	Ejemplar 6 - CP. 210+5%CCA +2.25%FP.	210	18/02/2022	4/03/2022	14	30426	15,14	180	169,01	80,48	
07	Ejemplar 7 - CP. 210+5%CCA +2.25%FP.	210	18/02/2022	18/03/2022	28	34932	15,13	180	194,29	92,52	<b>192,31</b>
08	Ejemplar 8 - CP. 210+5%CCA +2.25%FP.	210	18/02/2022	18/03/2022	28	34144	15,13	180	190,03	90,49	
09	Ejemplar 9 - CP. 210+5%CCA +2.25%FP.	210	18/02/2022	18/03/2022	28	34538	15,11	179	192,61	91,72	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 18 de febrero del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c %	f'c Promedio
01	Ejemplar 1 - CP. 210+5%CCA +3.00%FP.	210	18/02/2022	25/02/2022	7	25730	15,28	183	140,32	66,82	<b>138,33</b>
02	Ejemplar 2 - CP. 210+5%CCA +3.00%FP.	210	18/02/2022	25/02/2022	7	24761	15,23	182	135,92	64,72	
03	Ejemplar 3 - CP. 210+5%CCA +3.00%FP.	210	18/02/2022	25/02/2022	7	25246	15,22	182	138,76	66,08	
04	Ejemplar 4 - CP. 210+5%CCA +3.00%FP.	210	18/02/2022	4/03/2022	14	29467	15,22	182	161,96	77,13	<b>159,70</b>
05	Ejemplar 5 - CP. 210+5%CCA +3.00%FP.	210	18/02/2022	4/03/2022	14	28617	15,20	181	157,70	75,10	
06	Ejemplar 6 - CP. 210+5%CCA +3.00%FP.	210	18/02/2022	4/03/2022	14	29042	15,23	182	159,42	75,91	
07	Ejemplar 7 - CP. 210+5%CCA +3.00%FP.	210	18/02/2022	18/03/2022	28	34208	15,22	182	188,14	89,59	<b>186,21</b>
08	Ejemplar 8 - CP. 210+5%CCA +3.00%FP.	210	18/02/2022	18/03/2022	28	32945	15,10	179	183,97	87,61	
09	Ejemplar 9 - CP. 210+5%CCA +3.00%FP.	210	18/02/2022	18/03/2022	28	33577	15,14	180	186,51	88,81	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

# RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CP.+5%CCA+%FP DISEÑO C210



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : 18 de febrero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/Cm <sup>2</sup> )	T promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - CP. 210 +5%CCA +0.75%FP.	210	17/01/2022	24/01/2022	7	103900	152	301	1,44	14,72	<b>14,91</b>
02	Probeta 2 - CP. 210 +5%RCCA +0.75%FP.	210	17/01/2022	24/01/2022	7	106450	152	301	1,48	15,10	
03	Probeta 3 - CP. 210 +5%CCA +0.75%FP.	210	17/01/2022	24/01/2022	7	105180	152	302	1,46	14,90	
04	Probeta 4 - CP. 210 +5%CCA +0.75%FP.	210	17/01/2022	31/01/2022	14	109240	152	301	1,53	15,55	<b>15,48</b>
05	Probeta 5 - CP. 210 +5%CCA +0.75%FP.	210	17/01/2022	31/01/2022	14	108390	152	301	1,51	15,36	
06	Probeta 6 - CP. 210 +5%CCA +0.75%FP.	210	17/01/2022	31/01/2022	14	108890	152	300	1,52	15,53	
07	Probeta 7 - CP. 210 +5%CCA +0.75%FP.	210	17/01/2022	14/02/2022	28	122560	153	301	1,70	17,33	<b>17,09</b>
08	Probeta 8 - CP. 210 +5%CCA +0.75%FP.	210	17/01/2022	14/02/2022	28	116930	152	300	1,64	16,70	
09	Probeta 9 - CP. 210 +5%CCA +0.75%FP.	210	17/01/2022	14/02/2022	28	120970	152	300	1,69	17,22	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 18 de febrero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revlsada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/Cm <sup>2</sup> )	T promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - CP. 210 +5%CCA +1.50%FP.	210	17/01/2022	24/01/2022	7	109320	152	301	1,53	15,56	<b>15,41</b>
02	Probeta 2 - CP. 210 +5%CCA +1.50%FP.	210	17/01/2022	24/01/2022	7	107390	152	300	1,50	15,26	
03	Probeta 3 - CP. 210 +5%CCA +1.50%FP.	210	17/01/2022	24/01/2022	7	108360	152	301	1,51	15,42	
04	Probeta 4 - CP. 210 +5%CCA +1.50%FP.	210	17/01/2022	31/01/2022	14	128990	152	301	1,79	18,27	<b>17,98</b>
05	Probeta 5 - CP. 210 +5%CCA +1.50%FP.	210	17/01/2022	31/01/2022	14	125670	153	301	1,74	17,73	
06	Probeta 6 - CP. 210 +5%CCA +1.50%FP.	210	17/01/2022	31/01/2022	14	127330	153	302	1,76	17,93	
07	Probeta 7 - CP. 210 +5%CCA +1.50%FP.	210	17/01/2022	14/02/2022	28	140120	151	300	1,97	20,11	<b>19,81</b>
08	Probeta 8 - CP. 210 +5%CCA +1.50%FP.	210	17/01/2022	14/02/2022	28	136290	151	300	1,91	19,52	
09	Probeta 9 - CP. 210 +5%CCA +1.50%FP.	210	17/01/2022	14/02/2022	28	138710	151	301	1,94	19,80	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 18 de febrero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/Cm <sup>2</sup> )	T promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - CP. 210 +5%CCA +2.25% FP.	210	17/01/2022	24/01/2022	7	88030	152	301	1,22	12,47	<b>11,98</b>
02	Probeta 2 - CP. 210 +5%CCA +2.25% FP.	210	17/01/2022	24/01/2022	7	80200	153	300	1,12	11,38	
03	Probeta 3 - CP. 210 +5%CCA +2.25% FP.	210	17/01/2022	24/01/2022	7	85120	152	301	1,19	12,09	
04	Probeta 4 - CP. 210 +5%CCA +2.25% FP.	210	17/01/2022	31/01/2022	14	112840	153	301	1,56	15,92	<b>15,41</b>
05	Probeta 5 - CP. 210 +5%CCA +2.25% FP.	210	17/01/2022	31/01/2022	14	105050	152	300	1,46	14,93	
06	Probeta 6 - CP. 210 +5%CCA +2.25% FP.	210	17/01/2022	31/01/2022	14	108450	152	301	1,51	15,38	
07	Probeta 7 - CP. 210 +5%CCA +2.25% FP.	210	17/01/2022	14/02/2022	28	125920	151	300	1,77	18,03	<b>16,98</b>
08	Probeta 8 - CP. 210 +5%CCA +2.25% FP.	210	17/01/2022	14/02/2022	28	112840	152	300	1,58	16,12	
09	Probeta 9 - CP. 210 +5%CCA +2.25% FP.	210	17/01/2022	14/02/2022	28	118380	152	301	1,65	16,80	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 18 de febrero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/Cm <sup>2</sup> )	T promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - CP. 210 +5%CCA +3.00%FP.	210	17/01/2022	24/01/2022	7	79120	152	301	1,10	11,21	<b>11,52</b>
02	Probeta 2 - CP. 210 +5%CCA +3.00%FP.	210	17/01/2022	24/01/2022	7	83360	152	301	1,16	11,80	
03	Probeta 3 - CP. 210 +5%CCA +3.00%FP.	210	17/01/2022	24/01/2022	7	81240	152	300	1,13	11,56	
04	Probeta 4 - CP. 210 +5%CCA +3.00%FP.	210	17/01/2022	31/01/2022	14	99530	152	301	1,38	14,08	<b>13,35</b>
05	Probeta 5 - CP. 210 +5%CCA +3.00%FP.	210	17/01/2022	31/01/2022	14	89350	153	302	1,23	12,57	
06	Probeta 6 - CP. 210 +5%CCA +3.00%FP.	210	17/01/2022	31/01/2022	14	94440	152	301	1,31	13,40	
07	Probeta 7 - CP. 210 +5%CCA +3.00%FP.	210	17/01/2022	14/02/2022	28	112180	152	300	1,56	15,95	<b>16,72</b>
08	Probeta 8 - CP. 210 +5%CCA +3.00%FP.	210	17/01/2022	14/02/2022	28	122610	151	302	1,71	17,43	
09	Probeta 9 - CP. 210 +5%CCA +3.00%FP.	210	17/01/2022	14/02/2022	28	117400	151	300	1,65	16,78	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CP.+5%CCA+%FP DISEÑO 210



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 18 de febrero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01) : para un diseño 210 kg/cm2 sin factor de seguridad.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)	M <sub>r</sub> (Kg/Cm2)	M <sub>r</sub> Promedio (Kg/Cm2)
01	Ejemplar 1 CP. 210 +5%CCA +0.75%FP.	18/02/2022	25/02/2022	7	25450	533	151	151	0	3,94	40,18	<b>37,16</b>
02	Ejemplar 2 CP. 210 +5%CCA +0.75%FP.	18/02/2022	25/02/2022	7	22100	532	150	152	0	3,41	34,82	
03	Ejemplar 3 CP. 210 +5%CCA +0.75%FP.	18/02/2022	25/02/2022	7	23780	530	152	153	0	3,58	36,48	
04	Ejemplar 4 CP. 210 +5%CCA +0.75%FP.	18/02/2022	4/03/2022	14	26810	532	150	151	0	4,17	42,52	<b>43,44</b>
05	Ejemplar 5 CP. 210 +5%CCA +0.75%FP.	18/02/2022	4/03/2022	14	28120	530	152	152	0	4,29	43,71	
06	Ejemplar 6 CP. 210 +5%CCA +0.75%FP.	18/02/2022	4/03/2022	14	27470	533	151	150	0	4,32	44,09	
07	Ejemplar 7 CP. 210 +5%CCA +0.75%FP.	18/02/2022	18/03/2022	28	30850	532	151	152	0	4,74	48,29	<b>49,45</b>
08	Ejemplar 8 CP. 210 +5%CCA +0.75%FP.	18/02/2022	18/03/2022	28	32240	533	151	151	0	5,02	51,23	
09	Ejemplar 9 CP. 210 +5%CCA +0.75%FP.	18/02/2022	18/03/2022	28	31550	533	152	152	0	4,79	48,83	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 18 de febrero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)	M <sub>r</sub> (Kg/Cm2)	M <sub>r</sub> Promedio (Kg/Cm2)
01	Ejemplar 1 CP. 210 +5%CCA +1.50%FP.	18/02/2022	25/02/2022	7	20780	531	151	152	0	3,19	32,57	<b>35,56</b>
02	Ejemplar 2 CP. 210 +5%CCA +1.50%FP.	18/02/2022	25/02/2022	7	24500	533	150	151	0	3,82	38,93	
03	Ejemplar 3 CP. 210 +5%CCA +1.50%FP.	18/02/2022	25/02/2022	7	22140	531	152	150	0	3,45	35,17	
04	Ejemplar 4 CP. 210 +5%CCA +1.50%FP.	18/02/2022	4/03/2022	14	26580	532	150	151	0	4,16	42,44	<b>38,86</b>
05	Ejemplar 5 CP. 210 +5%CCA +1.50%FP.	18/02/2022	4/03/2022	14	22100	530	150	150	0	3,47	35,39	
06	Ejemplar 6 CP. 210 +5%CCA +1.50%FP.	18/02/2022	4/03/2022	14	24840	530	151	152	0	3,80	38,74	
07	Ejemplar 7 CP. 210 +5%CCA +1.50%FP.	18/02/2022	18/03/2022	28	28810	532	150	151	0	4,51	46,00	<b>45,20</b>
08	Ejemplar 8 CP. 210 +5%CCA +1.50%FP.	18/02/2022	18/03/2022	28	28980	531	152	152	0	4,43	45,13	
09	Ejemplar 9 CP. 210 +5%CCA +1.50%FP.	18/02/2022	18/03/2022	28	27890	533	152	150	0	4,36	44,47	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 18 de febrero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)	M <sub>r</sub> (Kg/Cm2)	M <sub>r</sub> Promedio (Kg/Cm2)
01	Ejemplar 1 CP. 210 +5%CCA +2.25%FP.	18/02/2022	25/02/2022	7	24230	532	152	152	0	3,71	37,80	<b>36,48</b>
02	Ejemplar 2 CP. 210 +5%CCA +2.25%FP.	18/02/2022	25/02/2022	7	22370	533	153	151	0	3,43	34,97	
03	Ejemplar 3 CP. 210 +5%CCA +2.25%FP.	18/02/2022	25/02/2022	7	23290	530	153	150	0	3,60	36,68	
04	Ejemplar 4 CP. 210 +5%CCA +2.25%FP.	18/02/2022	4/03/2022	14	26890	532	152	152	0	4,07	41,54	<b>39,92</b>
05	Ejemplar 5 CP. 210 +5%CCA +2.25%FP.	18/02/2022	4/03/2022	14	24960	533	153	151	0	3,83	39,01	
06	Ejemplar 6 CP. 210 +5%CCA +2.25%FP.	18/02/2022	4/03/2022	14	25990	530	153	153	0	3,85	39,22	
07	Ejemplar 7 CP. 210 +5%CCA +2.25%FP.	18/02/2022	18/03/2022	28	29560	532	151	152	0	4,52	46,12	<b>43,12</b>
08	Ejemplar 8 CP. 210 +5%CCA +2.25%FP.	18/02/2022	18/03/2022	28	27890	532	153	153	0	4,18	42,66	
09	Ejemplar 9 CP. 210 +5%CCA +2.25%FP.	18/02/2022	18/03/2022	28	26580	531	153	153	0	3,98	40,58	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 18 de febrero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)	M <sub>r</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> )	M <sub>r</sub> Promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Ejemplar 1 CP. 210 +5%CCA +3.00%FP.	18/02/2022	25/02/2022	7	22300	531	152	152	0	3,38	34,50	<b>31,49</b>
02	Ejemplar 2 CP. 210 +5%CCA +3.00%FP.	18/02/2022	25/02/2022	7	18590	532	153	153	0	2,79	28,44	
03	Ejemplar 3 CP. 210 +5%CCA +3.00%FP.	18/02/2022	25/02/2022	7	20450	533	153	152	0	3,09	31,55	
04	Ejemplar 4 CP. 210 +5%CCA +3.00%FP.	18/02/2022	4/03/2022	14	22730	532	150	151	0	3,54	36,05	<b>35,91</b>
05	Ejemplar 5 CP. 210 +5%CCA +3.00%FP.	18/02/2022	4/03/2022	14	23810	531	151	150	0	3,73	38,07	
06	Ejemplar 6 CP. 210 +5%CCA +3.00%FP.	18/02/2022	4/03/2022	14	21400	530	150	152	0	3,29	33,59	
07	Ejemplar 7 CP. 210 +5%CCA +3.00%FP.	18/02/2022	18/03/2022	28	27360	532	151	150	0	4,28	43,69	<b>41,51</b>
08	Ejemplar 8 CP. 210 +5%CCA +3.00%FP.	18/02/2022	18/03/2022	28	26390	532	153	151	0	4,04	41,17	
09	Ejemplar 9 CP. 210 +5%CCA +3.00%FP.	18/02/2022	18/03/2022	28	25890	533	152	153	0	3,89	39,68	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

# MÓDULOS DE ELÁSTICIDAD DEL CP.+5%CCA+%FP DISEÑO C210



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 17 de enero del 2022  
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto patron  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.  
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S1 (0.000050) (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_s$ (S <sub>s</sub> )	$E_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio $E_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Probeta 1 CP. 210 + 5% CCA + 0.75% FP.	17/01/2022	24/01/2022	7	144,17	58	16,87485	0,000289	170487	<b>181174,98</b>
Probeta 2 CP. 210 + 5% CCA + 0.75% FP.	17/01/2022	24/01/2022	7	142,21	57	13,60630	0,000273	193961	
Probeta 3 CP. 210 + 5% CCA + 0.75% FP.	17/01/2022	24/01/2022	7	141,77	57	14,52230	0,000286	179077	
Probeta 4 CP. 210 + 5% CCA + 0.75% FP.	17/01/2022	31/01/2022	14	167,67	67	14,78149	0,000309	201869	<b>190636,10</b>
Probeta 5 CP. 210 + 5% CCA + 0.75% FP.	17/01/2022	31/01/2022	14	177,71	71	13,12124	0,000361	186351	
Probeta 6 CP. 210 + 5% CCA + 0.75% FP.	17/01/2022	31/01/2022	14	173,80	70	23,86490	0,000299	183688	
Probeta 7 CP. 210 + 5% CCA + 0.75% FP.	17/01/2022	14/02/2022	28	185,34	74	11,77122	0,000345	211636	<b>209197,85</b>
Probeta 8 CP. 210 + 5% CCA + 0.75% FP.	17/01/2022	14/02/2022	28	195,49	78	13,74407	0,000361	207373	
Probeta 9 CP. 210 + 5% CCA + 0.75% FP.	17/01/2022	14/02/2022	28	190,42	76	15,50499	0,000341	208585	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 17 de enero del 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto patron f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_1$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Probeta 1 CP. 210 + 5% CCA + 1.50% FP	17/01/2022	24/01/2022	7	162,25	65	19,87892	0,000306	175607	<b>173490,00</b>
Probeta 2 CP. 210 + 5% CCA + 1.50% FP	17/01/2022	24/01/2022	7	165,29	66	13,82366	0,000356	171098	
Probeta 3 CP. 210 + 5% CCA + 1.50% FP	17/01/2022	24/01/2022	7	163,77	66	14,38041	0,000344	173765	
Probeta 4 CP. 210 + 5% CCA + 1.50% FP	17/01/2022	31/01/2022	14	165,28	66	13,95877	0,000319	194099	<b>186535,69</b>
Probeta 5 CP. 210 + 5% CCA + 1.50% FP	17/01/2022	31/01/2022	14	166,40	67	16,49780	0,000312	191115	
Probeta 6 CP. 210 + 5% CCA + 1.50% FP	17/01/2022	31/01/2022	14	166,39	67	16,18925	0,000339	174393	
Probeta 7 CP. 210 + 5% CCA + 1.50% FP	17/01/2022	14/02/2022	28	195,49	78	13,08615	0,000365	206448	<b>205101,33</b>
Probeta 8 CP. 210 + 5% CCA + 1.50% FP	17/01/2022	14/02/2022	28	191,24	76	12,07895	0,000357	209554	
Probeta 9 CP. 210 + 5% CCA + 1.50% FP	17/01/2022	14/02/2022	28	194,80	78	13,40161	0,000374	199303	

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 24 de enero del 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto patron  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon_1$ unitaria ( $S_1$ )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Probeta 1 CP. 210 + 5% CCA + 2.25% FP	17/01/2022	24/01/2022	7	149,82	60	8,26899	0,000353	170719	<b>172822,44</b>
Probeta 2 CP. 210 + 5% CCA + 2.25% FP	17/01/2022	24/01/2022	7	158,67	63	11,09811	0,000344	178223	
Probeta 3 CP. 210 + 5% CCA + 2.25% FP	17/01/2022	24/01/2022	7	155,26	62	13,61094	0,000336	169526	
Probeta 4 CP. 210 + 5% CCA + 2.25% FP	17/01/2022	31/01/2022	14	156,50	63	12,72053	0,000317	186823	<b>182615,46</b>
Probeta 5 CP. 210 + 5% CCA + 2.25% FP	17/01/2022	31/01/2022	14	173,35	69	14,19367	0,000344	187867	
Probeta 6 CP. 210 + 5% CCA + 2.25% FP.	17/01/2022	31/01/2022	14	165,96	66	12,52974	0,000361	173157	
Probeta 7 CP. 210 + 5% CCA + 2.25% FP	17/01/2022	14/02/2022	28	180,31	72	10,07108	0,000352	205642	<b>198316,70</b>
Probeta 8 CP. 210 + 5% CCA + 2.25% FP	17/01/2022	14/02/2022	28	181,70	73	11,58229	0,000361	196229	
Probeta 9 CP. 210 + 5% CCA + 2.25 + FP	17/01/2022	14/02/2022	28	182,21	73	11,24253	0,000369	193079	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 24 de enero del 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto patron  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Probeta 1 CP. 210 + 5% CCA + 3.00% FP	17/01/2022	24/01/2022	7	132,33	53	13,68454	0,000268	179928	<b>169170,47</b>
Probeta 2 CP. 210 + 5% CCA + 3.00% FP	17/01/2022	24/01/2022	7	128,35	51	7,88733	0,000315	163899	
Probeta 3 CP. 210 + 5% CCA + 3.00% FP	17/01/2022	24/01/2022	7	130,76	52	12,31020	0,000294	163684	
Probeta 4 CP. 210 + 5% CCA + 3.00% FP	17/01/2022	31/01/2022	14	154,57	62	13,15375	0,000299	195302	<b>181762,60</b>
Probeta 5 CP. 210 + 5% CCA + 3.00% FP	17/01/2022	31/01/2022	14	159,85	64	12,38141	0,000363	164704	
Probeta 6 CP. 210 + 5% CCA + 3.00% FP	17/01/2022	31/01/2022	14	158,24	63	11,37468	0,000330	185282	
Probeta 7 CP. 210 + 5% CCA + 3.00% FP	17/01/2022	14/02/2022	28	178,40	71	17,21700	0,000330	193706	<b>194566,59</b>
Probeta 8 CP. 210 + 5% CCA + 3.00% FP	17/01/2022	14/02/2022	28	186,30	75	10,92045	0,000370	198872	
Probeta 9 CP. 210 + 5% CCA + 3.00% FP	17/01/2022	14/02/2022	28	185,36	74	11,04414	0,000380	191121	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



# RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CP.+5%CCA+%FP DISEÑO C280



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 20 de febrero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c %	f'c Promedio
01	Ejemplar 1 - CP. 280+5%CCA +0.75%FP.	280	19/02/2022	26/02/2022	7	36369	15,18	181	201,08	71,82	<b>204,09</b>
02	Ejemplar 2 - CP. 280+5%CCA +0.75%FP.	280	19/02/2022	26/02/2022	7	37488	15,17	181	207,55	74,12	
03	Ejemplar 3 - CP. 280+5%CCA +0.75%FP.	280	19/02/2022	26/02/2022	7	36928	15,20	181	203,64	72,73	
04	Ejemplar 4 - CP. 280+5%CCA +0.75%FP.	280	19/02/2022	5/03/2022	14	40734	15,21	182	224,19	80,07	<b>225,98</b>
05	Ejemplar 5 - CP. 280+5%CCA +0.75%FP.	280	19/02/2022	5/03/2022	14	41440	15,24	182	227,17	81,13	
06	Ejemplar 6 - CP. 280+5%CCA +0.75%FP.	280	19/02/2022	5/03/2022	14	41087	15,20	181	226,57	80,92	
07	Ejemplar 7 - CP. 280+5%CCA +0.75%FP.	280	19/02/2022	19/03/2022	28	47276	15,17	181	261,74	93,48	<b>263,70</b>
08	Ejemplar 8 - CP. 280+5%CCA +0.75%FP.	280	19/02/2022	19/03/2022	28	47838	15,16	181	265,02	94,65	
09	Ejemplar 9 - CP. 280+5%CCA +0.75%FP.	280	19/02/2022	19/03/2022	28	47558	15,14	180	264,34	94,41	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 19 de febrero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c %	f'c Promedio
01	Ejemplar 1 - CP. 280+5%CCA +1.50%FP.	280	19/02/2022	26/02/2022	7	34715	15,21	182	191,18	68,28	<b>189,28</b>
02	Ejemplar 2 - CP. 280+5%CCA +1.50%FP.	280	19/02/2022	26/02/2022	7	33947	15,23	182	186,46	66,59	
03	Ejemplar 3 - CP. 280+5%CCA +1.50%FP.	280	19/02/2022	26/02/2022	7	34331	15,16	181	190,20	67,93	
04	Ejemplar 4 - CP. 280+5%CCA +1.50%FP.	280	19/02/2022	5/03/2022	14	38574	15,20	181	212,58	75,92	<b>216,15</b>
05	Ejemplar 5 - CP. 280+5%CCA +1.50%FP.	280	19/02/2022	5/03/2022	14	39541	15,16	180	219,20	78,29	
06	Ejemplar 6 - CP. 280+5%CCA +1.50%FP.	280	19/02/2022	5/03/2022	14	39058	15,15	180	216,67	77,38	
07	Ejemplar 7 - CP. 280+5%CCA +1.50%FP.	280	19/02/2022	19/03/2022	28	45411	15,22	182	249,60	89,14	<b>245,64</b>
08	Ejemplar 8 - CP. 280+5%CCA +1.50%FP.	280	19/02/2022	19/03/2022	28	44126	15,23	182	242,22	86,51	
09	Ejemplar 9 - CP. 280+5%CCA +1.50%FP.	280	19/02/2022	19/03/2022	28	44769	15,25	183	245,10	87,54	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 19 de febrero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c %	f'c Promedio
01	Ejemplar 1 - CP. 280+5%CCA +2.25%FP.	280	19/02/2022	26/02/2022	7	30637	15,17	181	169,62	60,58	<b>172,60</b>
02	Ejemplar 2 - CP. 280+5%CCA +2.25%FP.	280	19/02/2022	26/02/2022	7	31507	15,16	180	174,66	62,38	
03	Ejemplar 3 - CP. 280+5%CCA +2.25%FP.	280	19/02/2022	26/02/2022	7	31072	15,10	179	173,51	61,97	
04	Ejemplar 4 - CP. 280+5%CCA +2.25%FP.	280	19/02/2022	5/03/2022	14	34316	15,17	181	189,86	67,81	<b>191,34</b>
05	Ejemplar 5 - CP. 280+5%CCA +2.25%FP.	280	19/02/2022	5/03/2022	14	34822	15,20	181	191,90	68,54	
06	Ejemplar 6 - CP. 280+5%CCA +2.25%FP.	280	19/02/2022	5/03/2022	14	34569	15,13	180	192,27	68,67	
07	Ejemplar 7 - CP. 280+5%CCA +2.25%FP.	280	19/02/2022	19/03/2022	28	39719	15,22	182	218,46	78,02	<b>220,37</b>
08	Ejemplar 8 - CP. 280+5%CCA +2.25%FP.	280	19/02/2022	19/03/2022	28	40505	15,26	183	221,61	79,15	
09	Ejemplar 9 - CP. 280+5%CCA +2.25%FP.	280	19/02/2022	19/03/2022	28	40112	15,20	181	221,05	78,95	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 19 de febrero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c %	f'c Promedio
01	Ejemplar 1 - CP. 280+5%CCA +3.00%FP.	280	19/02/2022	26/02/2022	7	29357	15,10	179	163,93	58,55	<b>167,76</b>
02	Ejemplar 2 - CP. 280+5%CCA +3.00%FP.	280	19/02/2022	26/02/2022	7	31104	15,17	181	172,09	61,46	
03	Ejemplar 3 - CP. 280+5%CCA +3.00%FP.	280	19/02/2022	26/02/2022	7	30231	15,17	181	167,26	59,74	
04	Ejemplar 4 - CP. 280+5%CCA +3.00%FP.	280	19/02/2022	5/03/2022	14	32173	15,20	181	177,30	63,32	<b>178,58</b>
05	Ejemplar 5 - CP. 280+5%CCA +3.00%FP.	280	19/02/2022	5/03/2022	14	32852	15,28	183	179,27	64,02	
06	Ejemplar 6 - CP. 280+5%CCA +3.00%FP.	280	19/02/2022	5/03/2022	14	32512	15,20	181	179,17	63,99	
07	Ejemplar 7 - CP. 280+5%CCA +3.00%FP.	280	19/02/2022	19/03/2022	28	40214	15,20	181	221,62	79,15	<b>217,94</b>
08	Ejemplar 8 - CP. 280+5%CCA +3.00%FP.	280	19/02/2022	19/03/2022	28	39328	15,29	184	214,19	76,50	
09	Ejemplar 9 - CP. 280+5%CCA +3.00%FP.	280	19/02/2022	19/03/2022	28	39771	15,24	182	218,03	77,87	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CP.+5%CCA+%FP DISEÑO 280



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 19 de febrero del 2022.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/Cm <sup>2</sup> )	T promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - CP. 280 +5%CCA +0.75%FP	280	19/02/2022	26/02/2022	7	115450	152	300	1,61	16,41	<b>17,63</b>
02	Probeta 2 - CP. 280 +5%CCA +0.75%FP	280	19/02/2022	26/02/2022	7	132440	152	300	1,85	18,89	
03	Probeta 3 - CP. 280 +5%CCA +0.75%FP	280	19/02/2022	26/02/2022	7	123950	152	301	1,72	17,59	
04	Probeta 4 - CP. 280 +5%CCA +0.75%FP	280	19/02/2022	5/03/2022	14	124140	152	301	1,73	17,64	<b>18,05</b>
05	Probeta 5 - CP. 280 +5%CCA +0.75%FP	280	19/02/2022	5/03/2022	14	129450	152	300	1,80	18,40	
06	Probeta 6 - CP. 280 +5%CCA +0.75%FP	280	19/02/2022	5/03/2022	14	127300	152	300	1,78	18,12	
07	Probeta 7 - CP. 280 +5%CCA +0.75%FP	280	19/02/2022	19/03/2022	28	140150	152	301	1,96	19,94	<b>20,15</b>
08	Probeta 8 - CP. 280 +5%CCA +0.75%FP	280	19/02/2022	19/03/2022	28	143190	152	300	2,00	20,37	
09	Probeta 9 - CP. 280 +5%CCA +0.75%FP	280	19/02/2022	19/03/2022	28	141670	152	301	1,97	20,13	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 19 de febrero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/Cm <sup>2</sup> )	T promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - CP. 280 +5%CCA +1.50%FP	280	19/02/2022	26/02/2022	7	130580	152	300	1,83	18,62	<b>18,11</b>
02	Probeta 2 - CP. 280 +5%CCA +1.50%FP	280	19/02/2022	26/02/2022	7	123930	152	300	1,73	17,64	
03	Probeta 3 - CP. 280 +5%CCA +1.50%FP	280	19/02/2022	26/02/2022	7	127760	152	301	1,77	18,08	
04	Probeta 4 - CP. 280 +5%CCA +1.50%FP	280	19/02/2022	5/03/2022	14	142480	153	300	1,98	20,22	<b>19,88</b>
05	Probeta 5 - CP. 280 +5%CCA +1.50%FP	280	19/02/2022	5/03/2022	14	138120	152	302	1,92	19,53	
06	Probeta 6 - CP. 280 +5%CCA +1.50%FP	280	19/02/2022	5/03/2022	14	140300	152	301	1,95	19,88	
07	Probeta 7 - CP. 280 +5%CCA +1.50%FP	280	19/02/2022	19/03/2022	28	162810	150	300	2,30	23,45	<b>23,13</b>
08	Probeta 8 - CP. 280 +5%CCA +1.50%FP	280	19/02/2022	19/03/2022	28	158550	150	300	2,24	22,87	
09	Probeta 9 - CP. 280 +5%CCA +1.50%FP	280	19/02/2022	19/03/2022	28	160680	151	300	2,26	23,06	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 19 de febrero del 2022.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/Cm <sup>2</sup> )	T promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - CP. 280 +5%CCA +2.25%FP	280	19/02/2022	26/02/2022	7	110650	152	301	1,54	15,75	<b>16,57</b>
02	Probeta 2 - CP. 280 +5%CCA +2.25%FP	280	19/02/2022	26/02/2022	7	122900	153	301	1,70	17,36	
03	Probeta 3 - CP. 280 +5%CCA +2.25%FP	280	19/02/2022	26/02/2022	7	116780	152	300	1,63	16,61	
04	Probeta 4 - CP. 280 +5%CCA +2.25%FP	280	19/02/2022	5/03/2022	14	125720	152	300	1,75	17,88	<b>17,42</b>
05	Probeta 5 - CP. 280 +5%CCA +2.25%FP	280	19/02/2022	5/03/2022	14	120260	153	301	1,67	16,98	
06	Probeta 6 - CP. 280 +5%CCA +2.25%FP	280	19/02/2022	5/03/2022	14	123100	152	302	1,71	17,41	
07	Probeta 7 - CP. 280 +5%CCA +2.25%FP	280	19/02/2022	19/03/2022	28	124830	152	300	1,75	17,81	<b>19,85</b>
08	Probeta 8 - CP. 280 +5%CCA +2.25%FP	280	19/02/2022	19/03/2022	28	155360	153	302	2,14	21,83	
09	Probeta 9 - CP. 280 +5%CCA +2.25%FP	280	19/02/2022	19/03/2022	28	140100	152	301	1,95	19,90	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 19 de febero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/Cm <sup>2</sup> )	T promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - CP. 280 +5%ccA +3.00%FP	280	19/02/2022	26/02/2022	7	108810	152	301	1,51	15,41	<b>15,64</b>
02	Probeta 2 - CP. 280 +5%CCA +3.00%FP	280	19/02/2022	26/02/2022	7	112250	153	300	1,56	15,93	
03	Probeta 3 - CP. 280 +5%CCA +3.00%FP	280	19/02/2022	26/02/2022	7	110530	153	302	1,53	15,58	
04	Probeta 4 - CP. 280 +5%CCA +3.00%FP	280	19/02/2022	5/03/2022	14	124410	151	300	1,75	17,80	<b>17,18</b>
05	Probeta 5 - CP. 280 +5%CCA +3.00%FP	280	19/02/2022	5/03/2022	14	116090	152	300	1,63	16,58	
06	Probeta 6 - CP. 280 +5%CCA +3.00%FP	280	19/02/2022	5/03/2022	14	120250	152	300	1,68	17,16	
07	Probeta 7 - CP. 280 +5%CCA +3.00%FP	280	19/02/2022	19/03/2022	28	130220	152	302	1,81	18,42	<b>19,63</b>
08	Probeta 8 - CP. 280 +5%CCA +3.00%FP	280	19/02/2022	19/03/2022	28	147840	153	300	2,05	20,91	
09	Probeta 9 - CP. 280 +5%CCA +3.00%FP	280	19/02/2022	19/03/2022	28	139030	153	302	1,92	19,58	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

# RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CP.+5%CCA+%FP DISEÑO C280



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

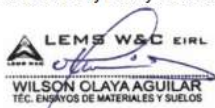
Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
Proyecto : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : 18 de febrero del 2022.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01): para un diseño 280 kg/cm<sup>2</sup> sin factor de seguridad.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>1</sub> (Mpa)	M <sub>2</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> )	M <sub>3</sub> Promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Ejemplar 1 CP. 280 +5%CCA +0.75%FP	18/02/2022	25/02/2022	7	28030	532	151	151	0	4,37	44,61	42,69
02	Ejemplar 2 CP. 280 +5%CCA +0.75%FP	18/02/2022	25/02/2022	7	26080	531	152	152	0	3,98	40,61	
03	Ejemplar 3 CP. 280 +5%CCA +0.75%FP	18/02/2022	25/02/2022	7	27060	533	153	150	0	4,20	42,86	
04	Ejemplar 4 CP. 280 +5%CCA +0.75%FP	18/02/2022	4/03/2022	14	33300	530	152	152	0	5,04	51,42	49,55
05	Ejemplar 5 CP. 280 +5%CCA +0.75%FP	18/02/2022	4/03/2022	14	28350	532	150	151	0	4,44	45,27	
06	Ejemplar 6 CP. 280 +5%CCA +0.75%FP	18/02/2022	4/03/2022	14	32330	532	150	150	0	5,10	51,97	
07	Ejemplar 7 CP. 280 +5%CCA +0.75%FP	18/02/2022	18/03/2022	28	34170	533	151	151	0	5,34	54,48	56,00
08	Ejemplar 8 CP. 280 +5%CCA +0.75%FP	18/02/2022	18/03/2022	28	36650	532	150	152	0	5,66	57,75	
09	Ejemplar 9 CP. 280 +5%CCA +0.75%FP	18/02/2022	18/03/2022	28	35410	530	153	150	0	5,47	55,77	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 18 de febrero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>i</sub> (Mpa)	M <sub>i</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> )	M <sub>i</sub> Promedio (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Ejemplar 1 CP. 280 +5%CCA +1.50%FP	18/02/2022	25/02/2022	7	24410	532	151	152	0	3,75	38,21	<b>40,22</b>
02	Ejemplar 2 CP. 280 +5%CCA +1.50%FP	18/02/2022	25/02/2022	7	26790	531	150	151	0	4,19	42,70	
03	Ejemplar 3 CP. 280 +5%CCA +1.50%FP	18/02/2022	25/02/2022	7	25600	533	152	152	0	3,90	39,75	
04	Ejemplar 4 CP. 280 +5%CCA +1.50%FP	18/02/2022	4/03/2022	14	29720	530	150	151	0	4,61	46,96	<b>45,26</b>
05	Ejemplar 5 CP. 280 +5%CCA +1.50%FP	18/02/2022	4/03/2022	14	28130	532	151	152	0	4,29	43,74	
06	Ejemplar 6 CP. 280 +5%CCA +1.50%FP	18/02/2022	4/03/2022	14	28510	532	152	151	0	4,42	45,07	
07	Ejemplar 7 CP. 280 +5%CCA +1.50%FP	18/02/2022	18/03/2022	28	30500	533	150	150	0	4,82	49,12	<b>51,33</b>
08	Ejemplar 8 CP. 280 +5%CCA +1.50%FP	18/02/2022	18/03/2022	28	33250	532	150	150	0	5,24	53,45	
09	Ejemplar 9 CP. 280 +5%CCA +1.50%FP	18/02/2022	18/03/2022	28	32650	530	151	151	0	5,04	51,42	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 18 de febrero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>1</sub> (Mpa)	M <sub>2</sub> (Kg/Cm2)	M <sub>t</sub> Promedio (Kg/Cm2)
01	Ejemplar 1 CP. 280 +5%CCA +2.25%FP	18/02/2022	25/02/2022	7	24190	532	151	152	0	3,71	37,86	<b>40,52</b>
02	Ejemplar 2 CP. 280 +5%CCA +2.25%FP	18/02/2022	25/02/2022	7	27280	531	150	151	0	4,24	43,19	
03	Ejemplar 3 CP. 280 +5%CCA +2.25%FP	18/02/2022	25/02/2022	7	25740	533	152	151	0	3,97	40,50	
04	Ejemplar 4 CP. 280 +5%CCA +2.25%FP	18/02/2022	4/03/2022	14	24230	530	151	151	0	3,77	38,41	<b>43,24</b>
05	Ejemplar 5 CP. 280 +5%CCA +2.25%FP	18/02/2022	4/03/2022	14	30200	532	150	150	0	4,76	48,54	
06	Ejemplar 6 CP. 280 +5%CCA +2.25%FP	18/02/2022	4/03/2022	14	27220	532	152	151	0	4,19	42,75	
07	Ejemplar 7 CP. 280 +5%CCA +2.25%FP	18/02/2022	18/03/2022	28	29810	533	151	150	0	4,68	47,69	<b>48,73</b>
08	Ejemplar 8 CP. 280 +5%CCA +2.25%FP	18/02/2022	18/03/2022	28	30880	532	150	151	0	4,84	49,31	
09	Ejemplar 9 CP. 280 +5%CCA +2.25%FP	18/02/2022	18/03/2022	28	30720	530	150	150	0	4,82	49,19	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS

Proyecto / Obra : TESIS: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 18 de febrero del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>1</sub> (Mpa)	M <sub>2</sub> (Kg/Cm2)	M <sub>3</sub> Promedio (Kg/Cm2)
01	Ejemplar 1 CP. 280 +5%CCA +3.00%FP	18/02/2022	25/02/2022	7	24400	532	151	152	0	3,73	38,07	<b>38,70</b>
02	Ejemplar 2 CP. 280 +5%CCA +3.00%FP	18/02/2022	25/02/2022	7	25600	531	153	152	0	3,88	39,60	
03	Ejemplar 3 CP. 280 +5%CCA +3.00%FP	18/02/2022	25/02/2022	7	25000	533	152	153	0	3,77	38,44	
04	Ejemplar 4 CP. 280 +5%CCA +3.00%FP	18/02/2022	4/03/2022	14	28690	530	153	151	0	4,37	44,59	<b>43,88</b>
05	Ejemplar 5 CP. 280 +5%CCA +3.00%FP	18/02/2022	4/03/2022	14	28470	532	152	152	0	4,31	43,98	
06	Ejemplar 6 CP. 280 +5%CCA +3.00%FP	18/02/2022	4/03/2022	14	27870	532	151	153	0	4,22	43,05	
07	Ejemplar 7 CP. 280 +5%CCA +3.00%FP	18/02/2022	18/03/2022	28	30670	533	152	150	0	4,78	48,74	<b>47,61</b>
08	Ejemplar 8 CP. 280 +5%CCA +3.00%FP	18/02/2022	18/03/2022	28	29540	532	151	150	0	4,64	47,32	
09	Ejemplar 9 CP. 280 +5%CCA +3.00%FP	18/02/2022	18/03/2022	28	29980	530	150	152	0	4,58	46,75	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## MÓDULOS ELÁSTICOS DEL CP.+5%CCA+%FP DISEÑO C280



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 18 de febrero del 2022  
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto patron  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.  
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_s$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Probeta 1 C.P. 280 + 5% CCA + 0.75% FP	18/02/2022	25/02/2022	7	199,17	80	20,54712	0,000321	218327	<b>218093,35</b>
Probeta 2 C.P. 280 + 5% CCA + 0.75% FP	18/02/2022	25/02/2022	7	203,96	82	20,61555	0,000325	221851	
Probeta 3 C.P. 280 + 5% CCA + 0.75% FP	18/02/2022	25/02/2022	7	202,24	81	20,16076	0,000334	214101	
Probeta 4 C.P. 280 + 5% CCA + 0.75% FP	18/02/2022	4/03/2022	14	227,53	91	13,87832	0,000404	217810	<b>228718,31</b>
Probeta 5 C.P. 280 + 5% CCA + 0.75% FP	18/02/2022	4/03/2022	14	231,47	93	8,60673	0,000402	238810	
Probeta 6 C.P. 280 + 5% CCA + 0.75% FP	18/02/2022	4/03/2022	14	229,50	92	20,88731	0,000359	229535	
Probeta 7 C.P. 280 + 5% CCA + 0.75% FP	18/02/2022	18/03/2022	28	264,08	106	20,64206	0,000392	248693,62	<b>241240,99</b>
Probeta 8 C.P. 280 + 5% CCA + 0.75% FP	18/02/2022	18/03/2022	28	267,21	107	19,79205	0,000407	243683,01	
Probeta 9 C.P. 280 + 5% CCA + 0.75% FP	18/02/2022	18/03/2022	28	265,65	106	25,48555	0,000399	231346,35	

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18 de febrero del 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto patron Fc 280 kg/cm<sup>2</sup>.  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2 (S_2)$	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Probeta 1 C.P. 280 + 5% CCA + 1.50% FP	18/02/2022	25/02/2022	7	190,11	76	8,48047	0,000351	224371	<b>214472,64</b>
Probeta 2 C.P. 280 + 5% CCA + 1.50% FP	18/02/2022	25/02/2022	7	185,91	74	21,30952	0,000299	212866	
Probeta 3 C.P. 280 + 5% CCA + 1.50% FP	18/02/2022	25/02/2022	7	189,26	76	18,85484	0,000326	206181	
Probeta 4 C.P. 280 + 5% CCA + 1.50% FP	18/02/2022	4/03/2022	14	209,87	84	8,96168	0,000366	237634	<b>223686,81</b>
Probeta 5 C.P. 280 + 5% CCA + 1.50% FP	18/02/2022	4/03/2022	14	209,48	84	8,66132	0,000388	222407	
Probeta 6 C.P. 280 + 5% CCA + 1.50% FP	18/02/2022	4/03/2022	14	212,47	85	19,40404	0,000361	211019	
Probeta 7 C.P. 280 + 5% CCA + 1.50% FP	18/02/2022	18/03/2022	28	247,96	99	13,81483	0,000411	236297,53	<b>236197,66</b>
Probeta 8 C.P. 280 + 5% CCA + 1.50% FP	18/02/2022	18/03/2022	28	241,00	96	12,17945	0,000411	233596,60	
Probeta 9 C.P. 280 + 5% CCA + 1.50% FP	18/02/2022	18/03/2022	28	246,08	98	28,05584	0,000345	238698,86	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C** EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18 de febrero del 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto patron f'c 280 kg/cm2.  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_s$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
Probeta 1 C.P. 280 + 5% CCA + 2.25% FP	18/02/2022	25/02/2022	7	167,78	67	8,91220	0,000338	202060	<b>207286,56</b>
Probeta 2 C.P. 280 + 5% CCA + 2.25% FP	18/02/2022	25/02/2022	7	172,54	69	8,89203	0,000326	217675	
Probeta 3 C.P. 280 + 5% CCA + 2.25% FP	18/02/2022	25/02/2022	7	171,29	69	18,56103	0,000297	202124	
Probeta 4 C.P. 280 + 5% CCA + 2.25% FP	18/02/2022	4/03/2022	14	183,55	73	9,03752	0,000338	223462	<b>216716,10</b>
Probeta 5 C.P. 280 + 5% CCA + 2.25% FP	18/02/2022	4/03/2022	14	188,81	76	9,66409	0,000367	207919	
Probeta 6 C.P. 280 + 5% CCA + 2.25% FP	18/02/2022	4/03/2022	14	184,94	74	10,48437	0,000340	218768	
Probeta 7 C.P. 280 + 5% CCA + 2.25% FP	18/02/2022	18/03/2022	28	216,17	86	11,28301	0,000378	229474,62	<b>230553,34</b>
Probeta 8 C.P. 280 + 5% CCA + 2.25% FP	18/02/2022	18/03/2022	28	208,73	83	13,34265	0,000359	227221,41	
Probeta 9 C.P. 280 + 5% CCA + 2.25% FP	18/02/2022	18/03/2022	28	211,00	84	13,23984	0,000353	234964,00	

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CARLOS SANCHEZ JORGE LUIS  
 Proyecto / Obra : Tesis: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y FIBRAS DE PALMERA"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 18 de febrero del 2022.  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto patron  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_c$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Probeta 1 C.P. 280 + 5% CCA + 3.00% FP	18/02/2022	25/02/2022	7	160,77	64	7,65681	0,000309	218473	<b>205350,28</b>
Probeta 2 C.P. 280 + 5% CCA + 3.00% FP	18/02/2022	25/02/2022	7	169,23	68	17,49072	0,000301	200172	
Probeta 3 C.P. 280 + 5% CCA + 3.00% FP	18/02/2022	25/02/2022	7	166,65	67	15,60580	0,000309	197406	
Probeta 4 C.P. 280 + 5% CCA + 3.00% FP	18/02/2022	4/03/2022	14	177,35	71	10,05548	0,000305	238749	<b>213593,54</b>
Probeta 5 C.P. 280 + 5% CCA + 3.00% FP	18/02/2022	4/03/2022	14	181,10	72	13,13841	0,000345	200709	
Probeta 6 C.P. 280 + 5% CCA + 3.00% FP	18/02/2022	4/03/2022	14	179,22	72	10,17601	0,000356	201322	
Probeta 7 C.P. 280 + 5% CCA + 3.00% FP	18/02/2022	18/03/2022	28	224,63	90	12,42518	0,000413	213359,30	<b>226382,50</b>
Probeta 8 C.P. 280 + 5% CCA + 3.00% FP	18/02/2022	18/03/2022	28	221,14	88	10,27760	0,000385	233267,14	
Probeta 9 C.P. 280 + 5% CCA + 3.00% FP	18/02/2022	18/03/2022	28	222,15	89	13,05398	0,000376	232521,06	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



## ANEXO 6: PANEL FOTOGRÁFICO

### MATERIAL QUE SE UTILIZÓ EN EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

a) *Cenizas de cascara de arroz CCA.*



b) *Cemento tipo I.*



c) *Fibras de palmera FP.*



## ELABORACIÓN DE CONCRETO CONVENCIONAL Y EXPERIMENTAL



## ENSAYO DE LAS PROBETAS PATRÓN, E EXPERIMENTALES EN ESTADO ENDURECIDO

a) *Etiquetado de las muestras endurecidas.*



b) *Acondicionamiento de las probetas para los ensayos respectivos.*



c) *Probetas ensayadas a la fuerza de compresión*



d) *probetas ensayadas a la tracción diagonal.*



e) *Prismas ensayadas a la fuerza de flexión.*



f) *Ensayo del módulo de elasticidad de las muestras.*

