

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



**Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco  
y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso**

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

**AUTOR**

**Bruno Josue Guerrero Ramirez**

**ASESOR**

**Atilio Ruben Lopez Carranza**

**<https://orcid.org/0000-0002-3631-2001>**

**Chiclayo, 2025**

**Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de  
fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado  
grueso**

PRESENTADO POR

**Bruno Josue Guerrero Ramirez**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR

Jose Alberto Acero Martinez

PRESIDENTE

Roberto Carlos Castillo Velarde

SECRETARIO

Atilio Ruben Lopez Carranza

VOCAL

## **Dedicatoria**

A mis padres y hermana por su amor incondicional y sacrificio constante. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia, por estar a mi lado en cada paso de este camino, y por ser mi inspiración diaria.

A mis profesores y tutores, quienes con su guía y apoyo me han ayudado a crecer no solo como profesional, sino también como persona.

A mis amigos, por su compañía, comprensión y palabras de aliento en los momentos difíciles.

Finalmente, dedico este logro a mí mismo, por haber superado cada desafío con valentía y determinación.

## **Agradecimientos**

Agradezco profundamente a mi padre Eduvan Guerrero Toro, a mi madre Susy Ivone Ramirez Martínez por su apoyo incondicional y motivación constante. A mis profesores, por compartir su invaluable conocimiento y experiencia, y en especial a mi asesor Dr. Atilio Rubén López Carranza, por su guía y paciencia a lo largo de este proceso. También expreso mi gratitud a mis compañeros de estudio por su colaboración y amistad. Finalmente, agradezco a las instituciones y empresas que contribuyeron con recursos y datos fundamentales para la realización de esta investigación.

## TESIS

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>24%</b>	<b>22%</b>	<b>6%</b>	<b>12%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>6%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.uss.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>tesis.usat.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to Universidad Privada del Norte</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to uncedu</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>Submitted to Universidad Andina del Cusco</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>repositorio.unc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>10</b>	<b>repositorio.unsaac.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>11</b>	<b>repositorio.uncp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>12</b>	<b>idoc.pub</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>



3.8.5	Peso específico y absorción del agregado fino (AF).....	40
3.8.6	Peso unitario (PU) .....	42
3.8.6.1	PU suelto .....	42
3.8.6.2	PU compactado .....	43
3.8.7	Ensayo de Abrasión.....	44
3.8.8	Ensayo para determinar el asentamiento del concreto (SLUMP) .....	46
3.8.9	Realización de los testigos de concreto.....	46
3.8.10	Ensayo de resistencia a la compresión (RC) .....	47
3.8.11	Ensayo de resistencia a la flexión (RF).....	48
4.1.1	Ensayo de resistencia a la tracción (RT) .....	49
4.2	Matriz de consistencia.....	50
4.3	Diagrama de flujo.....	51
5.	Resultados y discusión.....	51
5.1	Resultados de los ensayos de agregados grueso, fino y RCD.....	51
5.1.1	Análisis granulométrico del AG.....	51
5.1.2	Análisis granulométrico del AF .....	52
5.1.3	Análisis granulométrico del agregado RCD.....	53
5.1.4	Resultados del contenido de humedad del agregado grueso, RCD y fino .....	54
5.1.5	Resultados del peso específico y absorción del agregado grueso, RCD y fino .	55
5.1.6	Resultados del peso unitario suelto y compactado del agregado grueso, fino y RCD. ....	56
5.1.7	Resultados de los ensayos de Abrasión (EA) del RCD.....	57
5.1.8	Diseño de mezcla patrón de $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	58
5.1.9	Diseño de reemplazos de la CFC Y RCD en las mezclas .....	61
5.1.10	Resultados de asentamiento del concreto fresco .....	63
5.1.11	Resultados del ensayo de resistencia a la compresión (RC) de probetas de concreto .....	64
5.1.12	Resultados del ensayo de resistencia a la Tracción (RT) de probetas de concreto .....	69

5.1.13	Resultados del ensayo de resistencia a la Flexión (RF) de probetas de concreto	72
5.1.14	Costo unitario del concreto patrón y concreto con CFC y agregado grueso de RCD	74
5.2	Discusión	78
6.	Conclusión	83
7.	Recomendación	84
8.	Referencias	84
9.	ANEXOS	87

## Lista de figuras

Figura N° 1: Recolección de fibra de coco .....	29
Figura N° 2: Midiendo la temperatura de la calcinación del coco.....	30
Figura N° 3: Ceniza de fibra de coco calcinado a 600 °C.....	30
Figura N° 4: Calcinación de las cenizas de fibra de coco a temperatura de 600 °C .....	31
Figura N° 5: Tamizado de la ceniza de coco.....	31
Figura N° 6: Ceniza de fibra de coco calcinado a 600 °C.....	32
Figura N° 7: Recolección y trituración del RCD .....	32
Figura N° 8: Transporte del RCD de concreto triturado.....	33
Figura N° 9: Venta de cemento portland tipo 1 (GRUPO DMAT CHICLAYO - Cemento Fenolicio Eternit Fierro Ladrillo).....	33
Figura N° 10: Resultados de la caracterización de la CFC.....	34
Figura N° 11: Resultados químicos del AG de RCD.....	35
Figura N° 12: Contenido de humedad total de los agregados por secado.....	36
Figura N° 13: Muestra de AG, AF y RCD.....	36
Figura N° 14: Tamizado del agregado grueso.....	38
Figura N° 15: Peso de la canasta sumergida y agregado.....	40
Figura N° 16: Ensayo de Peso específico y absorción.....	41
Figura N° 17: Ensayo de Peso específico y absorción.....	42
Figura N° 18: PU suelto y compactado del agregado grueso.....	43
Figura N° 19: PU suelto y compactado del agregado fino.....	44
Figura N° 20: PU suelto y compactado del agregado de RCD .....	44
Figura N° 21: Máquina de los Ángeles .....	45
Figura N° 22: Peso del material para meter a la Máquina de los Ángeles.....	45
Figura N° 23: Preparación de la máquina de los Ángeles.....	46
Figura N° 24: Medición del Slump en la mezcla 4".....	46
Figura N° 25: Testigos realizados para ensayo a compresión y tracción. ....	47
Figura N° 26: Ruptura de testigo por ensayo de compresión.....	48
Figura N° 27: Realizando ruptura de Ensayo a la compresión .....	48
Figura N° 28: Ruptura del ensayo a flexión.....	49
Figura N° 29: Ruptura del ensayo a tracción .....	50
Figura N° 30: Diagrama de flujo.....	51
Figura N° 31: Variación de asentamiento.....	63

## Lista de Tablas

Tabla N° 1: Muestreo para R. a la Compresión .....	26
Tabla N° 2: Muestras para R. a la Tracción .....	26
Tabla N° 3: Muestreo para R. a la Flexión.....	26
Tabla N° 4: Operación de variables .....	29
Tabla N° 5: Variables intervinientes .....	29
Tabla N° 6: Matriz de consistencia .....	50
Tabla N° 7: Análisis granulométrico del agregado grueso .....	52
Tabla N° 8: Análisis granulométrico del agregado fino.....	53
Tabla N° 9: Análisis granulométrico del agregado RCD.....	54
Tabla N° 10: CH del AG.....	55
Tabla N° 11: CH del AF.....	55
Tabla N° 12: CH del agregado RCD.....	55
Tabla N° 13: Peso específico y porcentaje de absorción del AG.....	55
Tabla N° 14: Peso específico y porcentaje de absorción del AF .....	56
Tabla N° 15: Peso específico y porcentaje de absorción del agregado RCD.....	56
Tabla N° 16: PU suelto del AG.....	56
Tabla N° 17: PU compactado del AG .....	56
Tabla N° 18: PU suelto del AF.....	57
Tabla N° 19: PU compactado del AF.....	57
Tabla N° 20: PU suelto del agregado RCD.....	57
Tabla N° 21: PU compactado del agregado RCD .....	57
Tabla N° 22: E. Abrasión .....	58
Tabla N° 23: Calculo de $f'_{cr}$ en función del $f'_c$ .....	58
Tabla N° 24: Asentamiento Recomendados.....	58
Tabla N° 25: Contenido de Agua .....	59
Tabla N° 26: Relación a/c por resistencia .....	59
Tabla N° 27: Contenido de AG .....	60
Tabla N° 28: Diseño de mezcla 2% CFC, 25% Y 50% DE RCD.....	62
Tabla N° 29: Diseño de mezcla 5% CFC, 25% Y 50% DE RCD.....	62
Tabla N° 30: Diseño de mezcla 10% CFC, 25% Y 50% DE RCD.....	62
Tabla N° 31: Resultados de muestras C0RCD0 para R. Compresión.....	64
Tabla N° 32: Resultados de muestras C2RCD25 para R. Compresión.....	64
Tabla N° 33: Resultados de muestras C2RCD50 para R. Compresión.....	65

Tabla N° 34: Resultados de muestras C5RCD25 para R. Compresión.....	66
Tabla N° 35: Resultados de muestras C5RCD50 para R. Compresión.....	66
Tabla N° 36: Resultados de muestras C10RCD25 para R. Compresión.....	67
Tabla N° 37: Resultados de muestras C10RCD50 para R. Compresión.....	67
Tabla N° 38: Grafica de resultados de compresión.....	68
Tabla N° 39: Curva de RC .....	68
Tabla N° 40: Resultados de muestras C0RCD0 para R. Tracción.....	69
Tabla N° 41: Resultados de muestras C2RCD25 para R. Tracción.....	69
Tabla N° 42: Resultados de muestras C2RCD50 para R. Tracción.....	70
Tabla N° 43: Resultados de muestras C5RCD25 para R. Tracción.....	70
Tabla N° 44: Resultados de muestras C5RCD50 para R. Tracción.....	70
Tabla N° 45: Resultados de muestras C10RCD25 para R. Tracción.....	71
Tabla N° 46: Resultados de muestras C10RCD50 para R. Tracción.....	71
Tabla N° 47: Grafica de resultados de tracción.....	71
Tabla N° 48: Resultados de muestras C0RCD0 para R. Flexión.....	72
Tabla N° 49: Resultados de muestras C2RCD25 para R. Flexión.....	72
Tabla N° 50: Resultados de muestras C2RCD50 para R. Flexión.....	72
Tabla N° 51: Resultados de muestras C5RCD25 para R. Flexión.....	73
Tabla N° 52: Resultados de muestras C5RCD50 para R. Flexión.....	73
Tabla N° 53: Resultados de muestras C10RCD25 para R. Flexión.....	73
Tabla N° 54: Resultados de muestras C10RCD50 para R. Flexión.....	74
Tabla N° 55: Grafica de resultados de flexión .....	74
Tabla N° 56: Análisis del costo de la CFC .....	74
Tabla N° 57: Análisis del costo de RCD.....	75
Tabla N° 58: APU Diseño de mezcla Patrón .....	76
Tabla N° 59: APU Diseño de mezcla con CFC 2% RCD 25%.....	76
Tabla N° 60: APU Diseño de mezcla con CFC 2% RCD 50%.....	76
Tabla N° 61: APU Diseño de mezcla con CFC 5% RCD 25%.....	77
Tabla N° 62: APU Diseño de mezcla con CFC 5% RCD 50%.....	77
Tabla N° 63: APU Diseño de mezcla con CFC 10% RCD 25%.....	77
Tabla N° 64: APU Diseño de mezcla con CFC 10% RCD 50%.....	78

### Resumen

El estudio tiene como objetivo principal evaluar la sustitución del agregado grueso (AG) por residuos de construcción y demolición (RCD) y la sustitución parcial del cemento por ceniza de fibra de coco (CFC) en un concreto con resistencia característica de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Se utilizaron diferentes porcentajes de CFC (2%, 5% y 10%) y de RCD (25% y 50%) para analizar su influencia en la resistencia a compresión, tracción y flexión del concreto. La metodología incluyó ensayos a los 28 días de curado, comparando los resultados con un concreto patrón. Los resultados más destacados muestran que la combinación óptima fue con 2% de CFC y 50% de RCD, logrando mejoras del 19.7% en la resistencia a compresión, 20.7% en tracción y 27.78% en flexión, en comparación con el concreto convencional. Estos hallazgos sugieren que la adición de CFC y RCD mejora significativamente las propiedades mecánicas del concreto, siendo una alternativa prometedora para la producción de concreto sostenibles y de buen rendimiento en aplicaciones estructurales.

**Palabras clave:** Cenizas de fibra coco, concreto, remplazo, RCD.

### **Abstract**

The main objective of this study is to evaluate the substitution of coarse aggregate by construction and demolition waste (CDW) and the partial substitution of cement by coconut fiber ash (CFC) in a concrete with a characteristic strength of 210 kg/cm<sup>2</sup>. Different percentages of CFC (2%, 5% and 10%) and RCD (25% and 50%) were used to analyze their influence on the compressive, tensile and flexural strength of the concrete. The methodology included tests at 28 days of curing, comparing the results with a standard concrete. The most notable results show that the optimal combination was with 2% CFC and 50% RCD, achieving improvements of 19.7% in compressive strength, 20.7% in tensile strength and 27.78% in flexural strength, compared to conventional concrete. These findings suggest that the addition of CFC and RCD significantly improves the mechanical properties of concrete, being a promising alternative for the production of sustainable and high-performance concrete in structural applications.

**Keywords:** Ash, concrete, replacement, RCD.

## 1. Introducción

En la presente investigación partiremos con una realidad problemática, en tal caso; en la actualidad se ha producido un gran incremento de los residuos sólidos de construcción y demolición, los cuales; en su mayoría no son gestionados de la manera correcta para poder ser reutilizados como insumos reutilizables, afectando al medio ambiente y la salud pública. paralelamente también la gran cantidad de desperdicios de materiales orgánicos como lo es la cascara de coco, que son desechos sin considerar su potencial donde podemos resaltar la fibra que puede ser utilizado para diferentes campos si se realiza las investigaciones correctas que permitan conocer sus propiedades para su potencial uso en el sector construcción. Esta problemática ambiental y el alto consumo de recursos naturales han motivado el presente estudio.

En los tiempos modernos el concreto destaca un papel significativo en la evolución humana, y en el progreso de la construcción. La elección del tema se sustenta en la necesidad de buscar soluciones sostenibles para la industria de la construcción mediante el aprovechamiento de materiales alternativos, donde diversas investigaciones que han aportado distintas soluciones con el fin de sustituir el diseño tradicional del concreto, ya que por su gran uso la demanda de este material aumenta cada día que pasa, actualmente, la mayoría de los investigadores están trabajando para disminuir el uso del materiales para el concreto y remplazarlo con materiales adecuados que presenten las mismas propiedades, poniendo énfasis en la utilización de desechos industriales y agrícolas[1]. En esta investigación busca cooperar con una opción utilizable que cumpla técnica y socialmente para el Perú por medio del uso de materiales cementicios complementarios en el concreto, incluso el rendimiento del concreto se podría mejorar en términos de trabajabilidad, durabilidad y resistencia, ya que ciertos materiales cementicios suplementarios muestran un comportamiento puzolánico haciéndolo adecuado para el cemento.

Naraindas, Sajjad y Shanker nos hacen saber que mediante su estudio con la CFC en diferentes porcentajes en el hormigón, presentaron una mejora en las propiedades mecánicas a los 28 días del curado y además también se obtuvo una mejoría en el módulo de elasticidad con un 10% de la incorporación de la CFC [1], Eliana Willians nos presenta según su investigación que la temperatura de calcinación que favorecería la CFC, sería la que es calcinada a la temperatura de 600 °C debido a mejores comportamientos mecánicos a comparación de la calcinación a temperaturas de 400 °C y 500°C[2].

Jorge Wilmer Elías Silupu nos menciona que al integrar 50% de RCD en el concreto presento una aguantante favorable a la compresión, logrando 200,18 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y la muestra con 100% de RCD presenta una baja variación de los resultados a partir de los 14 días [3], por lo tanto en este estudio se optó por desarrollar muestras con porcentajes igual o menores al 50% para poder tener resultados más factibles al utilizar agregados de RCD y CFC.

La presente investigación pretende emplear las CFC como remplazo proporcional en el cemento y el RCD como remplazo parcial del agregado grueso, teniendo en cuenta las características que brinda estos materiales en la mezcla, por lo que surge la siguiente pregunta: **¿Se mejoraría en las propiedades del concreto al utilizar como material cementicio suplementario de manera proporcional la ceniza de fibra de coco en el cemento y remplazando el agregado grueso con RCD preseleccionado?**, esto dirigiéndonos a la formulación de una hipótesis que indica que **la sustitución parcial de cemento por cenizas de coco y el agregado grueso natural por agregado grueso de RCD preseleccionado mejoraría en las propiedades mecánicas del concreto de  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ .**

Con el fin de sustentar esta investigación, se consideró necesario presentar diversas justificaciones, incluyendo una justificación social, nos brinda que las grandes cantidades de acumulación de residuos sólidos de construcción ha generado dificultades al ecosistema como también a las personas, por lo tanto, la gestión implementada de los RCD nos daría una disminución en el impacto al medio ambiente, ya que nos favorecería en la disminución de desechos en los sectores donde mayormente se depositan. También las grandes acumulaciones de las cascaras de coco en los centros poblados donde se consumen mayormente podría ser propicia el poder utilizar este material tan abundante para el desarrollo de un cemento con cenizas de coco; así como también una justificación económica; donde el problema más observado en la industria de la construcción es el incremento en el costo en la etapa de ejecución, generados mayormente por un mal plan de manipulación de los RCD en la obra para la disminución del impacto ambiental, por otro lado, también se produce una pérdida al no utilizar los desechos del coco como un material que puede ser aceptable para el concreto; también se presenta una justificación ambiental, el cual nos da a conocer del uso de concreto con agregado grueso de RCD y remplazo proporcional del cemento por cenizas de fibra de coco se justifica absolutamente en un aspecto ambiental disminuyendo la huella de carbono, ya que el crecimiento constante de actividades enfocadas a la construcción, remodelación y demolición en la población a generando día tras día grandes volúmenes de residuos de concreto desmantelado, como también las grandes disponibilidades de las fibras de coco en los sectores

agrícolas, por lo tanto nos hemos planteado utilizarlos como materiales cementicios suplementarios que ayudarían en gran parte a poder sustituirlos por materiales nuevos para la construcción; también se presentó la justificación tecnológica; en el que para poder cumplir con algunas de las necesidades que el entorno ambiental requiere, debemos de poder adaptar al proceso constructivo estos materiales y obtener las diversas ventajas que obtendremos mediante la investigación de materiales cementicios suplementarios, cumpliendo de manera adecuada las normas técnicas peruanas. Esto ayudaría a en el enfoque profesional de la ingeniera a entender y conocer un nuevo método innovador con respecto al diseño de mezcla tradicional, la aplicación y proceso a realizar aportando también beneficios.

Para responder la interrogante anteriormente planteada y darle validez a la hipótesis brindada, se tiene como objetivo general es evaluar la sustitución del agregado grueso por RCD preseleccionado y la sustitución parcial del cemento por ceniza de fibra de coco en la resistencia a compresión, flexión y tracción de un concreto  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ; y como objetivo específico, caracterizar la ceniza de fibra de coco; Caracterizar las propiedades física, mecánica y química del agregado grueso de RCD por medio de ensayos de granulometría, contenido de humedad, peso específico, absorción y abrasión ; determinar la resistencia a compresión, flexión y tracción con la sustitución parcial del cemento por cenizas de fibra de coco en un porcentaje del 2%, 5% y 10% con respecto al concreto  $F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$  y también el remplazo del 50% y 25% del agregado grueso reciclado; determinar los porcentajes óptimos para la sustitución de la ceniza de fibra de coco como material cementicio suplementario y agregado grueso de RCD en el concreto; realizar un análisis de costo unitario comparativo del concreto patrón y concreto con cenizas de coco y agregado grueso de RCD.

## 2. Revisión de literatura

### 2.1 Antecedentes:

El artículo elaborado por **Naraindas Bheel, Sajjad Ali Mangi y Shanker Lal Meghwar (2021) “Ceniza de cascara de coco como material cementoso en Hormigón: una revisión”** Este estudio nos da a conocer el comportamiento de la CFC en diferentes proporciones en el hormigón, a saber, que este material está disponible en barias cantidades en el campo de la agricultura considerándose un producto de desecho. Como un problema nos plantea la gran emisión de gases tóxicos de la producción del cemento provocando una gran contaminación, por lo tanto, se plantea utilizar las CFC como un material cementoso en el concreto para favorecer el desarrollo sostenible. En este artículo se desarrolló una descripción detallada de las propiedades mecánicas de distintos estudios de investigación, resumiendo se obtuvo que la

incorporación del 10 % de CFC en el hormigón se presentaron mejoras en las propiedades mecánicas del hormigón a los 28 días correspondientes del curado además se mejoró el módulo de la elasticidad con 10% de CFC y la trabajabilidad disminuye al aumentar el porcentaje de las CFC. Además, la utilización de este material orgánico disminuye la huella de carbono total al mismo tiempo que reduciría el costo generado por la fabricación del concreto [1].

El artículo elaborado por **Eliana Williams-Urango, Dissy Giselle Palacios-Mosquera, Ceiler Fabian Cossio-Mena, Oscar Felipe Arbelaez-Perez (2023) “Ceniza de cáscara de coco como sustituto del cemento: efecto de la temperatura de calcinación”**, nos indica que se realizó un estudio con las CFC en el hormigón, como afectarían estas al ser calcinadas a una temperatura de 400 °C, 500 °C y 600 °C durante 3 horas, las muestras se realizaron reemplazando un 5% en peso de cemento por CFC en las diversas temperaturas, los resultados de los ensayos mecánicos presentaron que la CFC calcinado a 600 °C tuvo una mejoría en las propiedades mecánicas en comparación a la mezcla de control[2].

El artículo elaborado por **Jorge Wilmer Elías Silupu, Jorge Enrique Flores Franco, Ramon Enrique Barrera Gutiérrez, Cesar Alberto Reyna Pary (2020) “Efecto de la utilización de agregado reciclado sobre el ambiente y la construcción de viviendas de la ciudad de Huamachuco”** (Artículo de investigación) En el presente artículo nos da a conocer el estudio de las propiedades del RCD como un agregado en la preparación del hormigón destinado para la construcción de residencias. Para el desarrollo del diseño de mezcla se utilizó el Cemento portland Tipo I, gravilla de ½” a ¾”, arena gruesa y agregado reciclado siendo utilizado para reemplazar la arena gruesa en las proporciones variables de 50, 75 y 100%, por lo tanto, se elaboraron muestras patrón y concreto de RCD teniendo en cuenta la NTP 339.033, después de terminar con la elaboración de las muestras se procedió a desarrollar los ensayo de compresión correspondiente a las muestras, luego de haber transcurrido 7, 14 y 28 días de haberlos sumergido al agua, se concluyó que la muestra con 50% de RCD obtuvo un soporte adecuado para la compresión de 200,18 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y la muestra con 100% de RCD presenta un estilo aproximadamente lineal de los resultados a partir de los 14 días [3].

El artículo elaborado por **Evgenii M Shcherban’ , Sergey A Stel’makh, Beskopylny, Alexey N, Mailyan, Levon, Meskhi, Besarion, Shilov, Alexandr A, Andrei Chernil’nik, Yasin Onuralp Özkılıç, Aksoylu, Ceyhun (2022) “Concreto de peso normal con esfuerzo-deformación mejorados Características Reforzado con Fibras de Coco Dispersas “** (Artículo), En este artículo se ha considerado una caracterización de los desechos del coco para poder saber las propiedades que pueden favorecer al concreto y desarrollar una dosificación

adecuada para el concreto, por lo tanto se realizaron muestras con el material orgánico con una variación de 0.25% entre 0% y 2.5%, siendo la dosificación más óptima de refuerzo de los desechos del coco en el concreto es de 1.75%, en conclusión se notó una ventaja en la receta propuesta y el material producido para la economía y ecología, con un aumento en las características de fuerza en comparación con el concreto ordinario[4].

El artículo elaborado por **Leda Antonia Brandao Borges, Ronnan Wembles Martins Barreira, Felipe Matias Do Nascimento Cardoso y Wandersson Lima Pinheiro Diovana Langner (2022)** “**Estudio bibliográfico sobre la factibilidad de la producción de ladrillos suelo- cemento con residuos de construcción civil y Fibra de coco Babacu**” Nos presenta un trabajo donde se verificara la factibilidad de producir un ladrillo de suelo cemento utilizando como materia prima el RCD tipo A y fibra de coco, al desarrollar los ladrillos se utilizó con RCD DE 20% Y 60% y fibra de coco se obtuvo una liquidez de 27,1 y 27.7% y a la plasticidad de 15.6 y 18.3% contribuyendo en la mejora del material, asegurando que es una matriz excelente para la fabricación de suelo cemento [5].

El artículo elaborado por **Kavishan Sathsara Ranatunga, Enrique del Rey Castillo, Charlotte Louise Toma (2023)** “**Evaluación del diseño óptimo de una mezcla de hormigón utilizando ceniza de cáscara de coco como sustituto parcial del cemento**” Nos da a conocer que la CFC tiene mayor rugosidad superficial , más partículas de carbono y mejor gradación debido al proceso de fabricación, tienen mejor asentamiento destacando las mezclas con 15% y 20% de CFC remplazado, ya que presentan mejor trabajabilidad, pero con mejor porcentajes de remplazo disminuye a la edad de 28 días, la mezcla que presento mejor RC con resultados favorables con un remplazo del 15% de CFC, con mejora en la resistencia a los 56 días a diferencia de remplazos con mayor porcentaje, el estudio recomienda realizar ensayos de resistencia a la compresión, tracción y flexión para estudios futuros [6].

El artículo elaborado por **Si-Min Jian y Bo Wu (2020)** “**Comportamiento a compresión de hormigón compuesto que contiene trozos de hormigón demolido y hormigón de áridos reciclados**” nos presenta la utilización de trozos de hormigón demolido triturado grueso y agregado grueso reciclado para poder implementarlo en el hormigón, en el cual se realizó la experimentación en el comportamiento a la compresión del hormigón compuesto por RCD, así mismo, da a conocer que un remplazo del 100% no favorece en la RC, provocando una disminución de la resistencia, aunque demostró que se puede tener resistencia a la compresión satisfactoria con un porcentaje máximo de 54.6% de RCD [7].

El artículo elaborado por **S. P. Muñoz-Pérez, E. Sánchez Díaz, D. Barboza-Culqui, J. M. Garcia Chumacero (2023)** “**Uso de hormigón reciclado y ceniza de cascarilla de arroz para**

**hormigón: una revisión”** Este estudio revisa la literatura sobre el uso de RCD y ceniza de cascarilla de arroz (CCA) en la elaboración de concreto entre 2017 y 2021, destacando que el concreto con 8% de RHA logra una resistencia de 70 MPa, mientras que la combinación de 50% RCD y 1.5% de microfibras de basalto mejora la resistencia a la flexión en un 29.44%. Se concluye que las proporciones óptimas de RCD sería de 50% y RHA en el concreto son de hasta 8% y 15% [8].

El artículo elaborado por **Xixuan Bai, Heng Zhou, Xiaoyan Bian, Xuyong Chen y Chengqiang Ren (2024) “Resistencia a la compresión, permeabilidad y resistencia a la abrasión del hormigón permeable que incorpora áridos reciclados”** En esta investigación, se utilizó agregado grueso reciclado (RCA) proveniente de desechos de construcción y demolición (C&DW) para fabricar hormigón permeable (PC) sustentable. Con el fin de mitigar los riesgos ambientales asociados al exceso de desechos de cemento y mejorar las propiedades del PC, se incorporaron humo de sílice (SF) y escoria de alto horno granulada molida (GGBS). Se investigaron los efectos de SF y GGBS en la RC, el coeficiente de permeabilidad, la porosidad y la resistencia a la abrasión del hormigón permeable de agregado reciclado (RAPC). Los resultados indicaron que la incorporación de GGBS y SF mejoró la resistencia a la compresión del RAPC, aunque redujo el coeficiente de permeabilidad y la porosidad. Además, gracias al efecto de relleno y la actividad puzolánica, se observó una mejora significativa en la resistencia a la abrasión del RAPC. El reemplazo óptimo se logró con un 7% de SF, un 20% de GGBS y un 50% de RCA, resultando en la mayor RC (28,9 MPa) y el menor coeficiente de permeabilidad (1,2 mm/s) a los 28 días, junto con una baja tasa de pérdida de masa (12,1%) tras la prueba de abrasión de Cantabro [9].

El artículo elaborado por **Ammar Younes, Emad Elbeltagi, Aboelkasim Diab, Giulia Tarsi, Fam Saeed & Cesare Sangiorgi (2023) “Incorporación de áridos gruesos finos reciclados en mezclas de hormigón: Caracterización mecánica e impacto ambiental”** Este estudio evaluó la viabilidad del uso de RCD como sustituto de los agregados naturales en aplicaciones de concreto, con el fin de reducir el impacto ambiental asociado a la explotación de recursos naturales y la ocupación de espacios en vertederos. Se segregaron residuos de concreto de mezclas de desechos de construcción y demolición, los cuales fueron recolectados, triturados y clasificados para generar RCD. Se prepararon 32 muestras de concreto con niveles de sustitución de 0% (referencia), 50%, 75% y 100% de agregados gruesos y finos reciclados (CRCA y FRCA). En el nivel de reemplazo del 50%, el concreto con agregados reciclados mostró un aumento del 20.0% en la resistencia a la tracción indirecta, una disminución marginal de la trabajabilidad (15.0%) y una reducción del 6.0% en la resistencia a la compresión.

Además, a ese nivel, los efectos ambientales promedio se redujeron en un 31.3%, destacando una reducción del 34.7% en el suministro de materias primas (A1), un 40.3% en el transporte (A2) y sin cambios en la producción del concreto (A3)[10].

El artículo elaborado por **José Eduardo Salcedo Fontalvo, Daniela Lucia Vega Araujo, Lucia Ariza Polo Justin Padilla Quiroz, Andrea Castro Cabeza** “**Influence of Recycled Concrete Aggregates on the California Bearing Ratio (CBR) of Granular Sub-bases**” Este estudio evalúa la influencia del RCA como reemplazo parcial en una subbase granular de tamaño máximo nominal de 37.5 mm (GSB38). Se evaluaron dos porcentajes de reemplazo de RCA por peso del agregado grueso: 10% y 15%. Para estimar su influencia en el comportamiento mecánico, se realizaron pruebas de abrasión Los Ángeles y el índice de soporte de California (CBR). Los resultados promedio de abrasión para GSB38 fueron de 30.54%. Para GSB38 con 10% de RCA, el comportamiento fue similar o incluso mejor que el GSB38 natural, con una abrasión promedio de 38.68%. El CBR fue de 13.20%, 52.80% y 57.70% a una penetración de 0.254 cm, y de 18.00%, 61.30% y 68.90% a una penetración de 0.508 cm para 10, 25 y 56 golpes por capa, respectivamente. Sin embargo, GSB38 con 15% de RCA mostró una abrasión promedio de 45.51%, lo que indica una disminución en comparación con GSB38 natural y GSB38 con 10% de RCA, y el CBR también mostró una tendencia decreciente [11].

El artículo elaborado por **Hua Luo, José Aguiar, Xiaoqi Wan, Yinggu Wang, Sandra Cunha and Zhiyou Jia** “**Aplicación de áridos procedentes de residuos de construcción y demolición en hormigón: revisión**” La tesis analiza investigaciones recientes sobre el empleo de agregados reciclados, tanto gruesos como finos, destacando las propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad del concreto sostenible que incorpora estos materiales. Asimismo, ofrece un resumen de los procesos de reciclaje y clasificación de residuos de construcción y demolición (RCD) en distintos países, junto con los métodos de producción de agregados reciclados y sus características físicas. El estudio sirve como una referencia valiosa para la utilización de concreto con agregados reciclados, aunque subraya que se necesitan más investigaciones experimentales para sustituir completamente los agregados naturales [12].

## **2.2 Base teórica**

### **• Concreto reciclado**

El concreto reciclado es un material reutilizable obtenido de desechos de construcción y demolición, que puede transformarse en productos como grava, insumos para pavimentos y agregados. Los métodos de reciclaje varían dependiendo de las características del concreto a

procesar. Este enfoque no solo reduce costos de construcción, sino que también genera beneficios ambientales significativos al promover la sostenibilidad.

- **Residuos de construcción y demolición (RCD)**

Los RCD son desechos generados principalmente en actividades de construcción, demolición y rehabilitación de obras, tanto públicas como privadas. Según el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición, deben gestionarse y manejarse adecuadamente para su valorización y, como última opción, su disposición final. Se clasifican en residuos peligrosos y no peligrosos según su naturaleza y manejo.

**Procedimiento de obtención y preparación:**

➤ **Recolección y transporte:**

Se recolectan fragmentos de concreto libres de acero en el sitio de demolición y se transportan a la planta de trituración.

➤ **Trituración primaria:**

El concreto se somete a una trituración inicial para reducirlo a tamaños adaptables.

➤ **Trituración secundaria:**

Se trituran los fragmentos hasta obtener partículas con tamaño adecuado para agregado grueso (por ejemplo,  $\frac{3}{4}$ " ).

➤ **Tamizado y clasificación:**

El material triturado se pasa por cribas para separar el agregado grueso del fino, clasificando por tamaños adecuados para ser utilizado.

➤ **Limpieza:**

Se lava el material para eliminar polvo, arcilla o restos de cemento adherido.

➤ **Control de calidad:**

Se realizan ensayos de granulometría, peso específico, absorción y resistencia a la abrasión para asegurar el cumplimiento de normas.

➤ **Almacenamiento:**

El agregado limpio se almacena en un área seca y protegida hasta su uso final.

### **Características físicas y químicas:**

- **Físicas:** Textura rugosa, forma angular, color gris claro, densidad aparente aproximada de 2.3 g/cm<sup>3</sup>, alta absorción de agua (mayor al 4%).
- **Químicas:** Presenta restos de compuestos como sílice, aluminatos y restos de cemento hidratado. No presenta sustancias peligrosas.

### **Comportamiento en la mezcla:**

- La textura rugosa del RCD beneficia la adherencia pasta-agregado, pero su porosidad genera mayor demanda de agua. Puede disminuir ligeramente la resistencia mecánica inicial, pero es adecuado para concretos no estructurales o de resistencia moderada.

### **Transporte, conservación y aplicación:**

- Se transporta en volquetes o cargadores frontales. Debe conservarse en superficies limpias y secas. En obra, se emplea como agregado grueso en el mezclado convencional, sin necesidad de equipos especiales.

#### **• Fibra de coco (FC)**

La FC es un material natural extraído de la cáscara del coco, compuesto principalmente de lignina y celulosa, lo que le confiere alta resistencia a la tracción y durabilidad. En su estado original, se presenta como fibras largas y resistentes, ampliamente utilizadas en aplicaciones como refuerzo natural en materiales compuestos, control de erosión y fabricación de productos artesanales.

La FC pertenece a las fibras duras. Está conformada por celulosa y leño que presenta baja conductividad al calor, aguante al impacto, bacterias y al agua. Estas presentan una resistencia de 21,51 MPa son las más fuertes entre todas las fibras naturales. Estas tienen la capacidad de soportar tensiones de 4 a 6 veces más altas que otras fibras. Teniendo una alcalinidad (PH) de las CFC superando al PH del cemento con 12.8.

#### **• Cenizas de fibra de coco (CFC)**

La obtención de ceniza de fibra de coco es un proceso que requiere la transformación de los residuos de la cáscara de coco en un material en forma de ceniza que pueda utilizarse, por ejemplo, como sustituto parcial del cemento en mezclas de concreto. Este proceso se realiza siguiendo los pasos descritos a continuación:

**Proceso de obtención:****➤ Recolección de fibra de coco**

Las cáscaras de coco, generalmente consideradas un residuo agroindustrial, se recolectan en lugares donde se procesa o consume este fruto. La recolección puede realizarse en industrias, mercados o plantaciones, asegurándose de que las fibras estén libres de contaminantes orgánicos o inorgánicos que puedan alterar la calidad del producto final.

**➤ Secado**

Antes de someter las cáscaras a procesos térmicos, estas deben secarse para eliminar la humedad. El secado puede realizarse al aire libre bajo el sol, en hornos de baja temperatura, o en ambientes controlados, dependiendo de las condiciones climáticas y los recursos disponibles. Este paso es crucial para garantizar una combustión eficiente.

**➤ Carbonización**

Las cáscaras secas se someten a un proceso de carbonización, que consiste en calentarlas a altas temperaturas en condiciones controladas. Generalmente, esto se realiza en un horno o fragua a una temperatura que varía entre 400 °C y 700 °C. Durante esta etapa, el material orgánico se quema y se transforma en carbón vegetal, dejando como residuo un material carbonizado.

**➤ Combustión completa**

Para obtener la ceniza, el carbón vegetal obtenido en el paso anterior se somete a una combustión completa en la fragua o horno a una temperatura mayor. Este proceso requiere temperaturas más altas, generalmente entre 600 °C y 800 °C, para garantizar que todos los compuestos orgánicos volátiles sean eliminados, dejando únicamente cenizas inorgánicas.

**➤ Enfriamiento y recolección**

Al culminar con la combustión en su totalidad, las cenizas deben enfriarse antes. Este enfriamiento se realizará de manera natural. Después, las cenizas se recolectan y se almacenan en condiciones que eviten la contaminación con otros materiales.

**➤ Tamizado y molienda**

Para obtener una ceniza adecuada para su uso en aplicaciones como la fabricación de concreto, las cenizas recolectadas se tamizan y muelen hasta alcanzar la granulometría favorable para su utilización. Este proceso asegurara una buena distribución y reacción química cuando la ceniza se mezcla con otros materiales.

➤ **Almacenamiento**

Posteriormente, la CFC se almacena en recipientes herméticos o en áreas resguardadas de la humedad y contaminantes. El almacenamiento adecuado es adecuado para preservar sus propiedades químicas y físicas hasta su uso.

**Características físicas y químicas:**

**Físicas:** Polvo fino, color gris claro, alta finura, densidad de 2.2–2.25 g/cm<sup>3</sup>.

**Químicas:** Según lo especificado en la ASTM C618, la constitución química de los materiales puzolánicos debe ser de aproximado al 70%, contenido el dióxido de sílice (SiO<sub>2</sub>), alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) [1].

Las CFC presentan un alto contenido de sílice, lo que las clasifica como un material cementoso, adecuado como sustituto parcial del cemento Portland ordinario. Cumplen los requisitos químicos de la norma ASTM C618 y se clasifican como puzolanas de clase N.

El tamaño de partícula fino mejora la trabajabilidad del concreto al rellenar los espacios vacíos entre las partículas de cemento y los agregados, lo que contribuye a una densidad más compacta y a una menor porosidad. Esto incrementa la resistencia a la compresión y reduce la permeabilidad del concreto, mejorando su durabilidad frente a ataques químicos.

**Comportamiento en la mezcla:**

Actúa como material cementante secundario, reaccionando con el hidróxido de calcio liberado por la hidratación del cemento. Esto incrementa la resistencia a largo plazo y reduce la porosidad y la permeabilidad del concreto.

**Transporte, conservación y aplicación:**

Se transporta en sacos sellados y se almacena en ambientes secos. Se aplica como reemplazo parcial del cemento (en masa) en la etapa de dosificación del concreto, sin alterar el proceso de mezclado.

- **Materiales cementicios suplementarios (MCS)**

Una amplia gama de recursos naturales y desechos se están considerando como materiales cementicios suplementarios, que van de componentes estudiados y aprobados hasta materiales que recién están siendo investigados, por lo tanto, tiene el propósito de mitigar la contaminación con la disminución de los RCD y utilización de materiales orgánicos disponibles como la cascara de fibra coco, por lo tanto, se ha incrementado las actividades de investigación de los MCS.

- **Ensayos:**

Son procedimientos que evalúan las propiedades y la calidad del concreto, desde los materiales iniciales hasta el concreto endurecido. Garantizan el cumplimiento de estándares de diseño y calidad en aplicaciones estructurales. Los ensayos pueden ser destructivos o no destructivos, y se realizan tanto en laboratorio como en obra.

- **Ensayo de análisis granulométrico para agregado grueso y fino:**

Es una prueba que determina la distribución del tamaño de las partículas en los agregados utilizados en el concreto. Este análisis es crucial para asegurar que los agregados cumplan con los requisitos de granulometría necesarios para una mezcla de concreto adecuada.

- **Ensayo de peso específico y absorción de agregado grueso y fino:**

Estos ensayos miden la densidad de los agregados y su capacidad para absorber agua. Estos datos son esenciales para diseñar mezclas y asegurar la calidad del material.

- **Ensayo de peso unitario suelto y compactado de agregado grueso y fino:**

Determina la densidad de los agregados en estado suelto y compactado, lo cual permite calcular con precisión la cantidad requerida en la mezcla y mantener la uniformidad del material.

- **Ensayo de compresión:**

Determina la capacidad del concreto endurecido para resistir cargas de compresión. Este ensayo es fundamental para evaluar la fortaleza y la durabilidad del concreto en aplicaciones estructurales [13].

- **Ensayo de Tracción:**

Evalúa la resistencia del concreto a fuerzas de tensión, determinando su integridad estructural frente a esfuerzos que generan alargamiento o separación.[14].

- **Ensayo de flexión:**

Evalúa la capacidad del concreto endurecido para resistir fuerzas que causan doblamiento. Este ensayo es crucial para determinar la resistencia y la ductilidad del concreto en estructuras sujetas a cargas de flexión [15].

### **3. Materiales y métodos**

#### **3.1 Tipo de investigación**

Para el proyecto es necesario la evaluación del comportamiento del concreto con agregado grueso de RCD y CFC, por lo tanto, se tomará en cuenta el uso de ensayos con el fin de obtener las propiedades de resistencia de las muestras a utilizar, por lo cual el tipo de investigación es del tipo aplicada.

##### **3.1.1 Nivel de investigación**

Se considera una investigación de tipo experimental puesto que en el caso planteado buscamos una relación entre las variables.

##### **3.1.2 Diseño de la investigación**

En el presente proyecto de investigación se realizará un diseño de tipo experimental enfocándonos en un grupo específico, pretendiendo establecer el posible efecto (variable independiente) de la causa que lo antecede (variable dependiente) comprobándose de tal manera los resultados obtenidos.

#### **3.2 Población**

La población será el conjunto de muestras de ensayos que se realizaran en laboratorio para obtener la información necesaria para esta investigación.

#### **3.3 Muestra**

##### **3.3.1 Muestras de ensayo**

La muestra está compuesta por 105 probetas, siendo 15 probetas de CP y 95 probetas de la mezcla de los porcentajes de la CFC y RCD.

El muestreo de resistencia de compresión se consideró para ensayos de 7, 14 y 28 días y para el muestreo de ensayo a tracción y flexión se consideró ensayo a los 28 días.

Tabla N° 1: Muestreo para R. a la Compresión

Método de ensayo estándar para la resistencia a la compresión de las probetas.						
Estandar		Cenizas de fibra de Coco				Total
		0%	2%	5%	10%	
RCD	0%	9				9
	25%		9	9	9	27
	50%		9	9	9	27
<b>Total de ensayos a compresión</b>						<b>63</b>

Fuente 1: Propia

Tabla N° 2: Muestras para R. a la Tracción

Método de ensayo estándar para resistencia a la tracción de las probetas.						
Estandar		Cenizas de fibra de Coco				Total
		0%	2%	5%	10%	
RCD	0%	3				3
	25%		3	3	3	9
	50%		3	3	3	9
<b>Total de ensayos a tracción</b>						<b>21</b>

Fuente 2: Propia

Tabla N° 3: Muestreo para R. a la Flexión

Método de ensayo estándar para la resistencia a la flexión de las vigas.						
Estandar		Cenizas de fibra de Coco				Total
		0%	2%	5%	10%	
RCD	0%	3				3
	25%		3	3	3	9
	50%		3	3	3	9
<b>Total de ensayos a flexión</b>						<b>21</b>

Fuente 3: Propia

### 3.4 Criterio de selección

En la NTP 339.183 en el punto 5.5 sugiere que el número de testigos debe ser suficiente para obtener resultados representativos. Esto puede variar según el propósito del ensayo. Sin embargo, se recomienda generalmente al menos tres testigos por cada punto [16].

Según la norma ASTM C39/C39M, que cubre el ensayo de RC del concreto, generalmente se recomienda utilizar al menos tres especímenes para obtener resultados representativos. Aunque esta norma específica la resistencia a la compresión, es común aplicar el mismo principio de utilizar al menos tres especímenes para ensayos de tracción y flexión en concreto [17].

En la NTP 339.034 en el punto 7.3 nos sugiere que similar a los ensayos de compresión, se recomienda preparar tres probetas para cada edad de ensayo. Esto asegura que los resultados sean representativos y confiables[13].

La norma ASTM C618 -19 nos indica que para las cenizas naturales se consideran eficaces cuando la ceniza se utiliza en porcentajes en la masa del material cementoso se encuentre dentro del 2% en la mezcla de prueba o mayor porcentaje[18].

Las consideraciones que se tomó para determinar los porcentajes a utilizar en nuestra investigación provienen del análisis de los antecedentes recopilados, de los cuales hemos obtenido los siguientes datos:

**Naraindas Bheel, Sajjad Ali Mangi y Shanker Lal Meghwar [1]** nos dan a conocer en su artículo que al realizar un análisis de remplazo de CFC en lugar de cemento en porcentajes de 0, 10, 20 y 30%, respectivamente para determino la RC, por lo que se llegó a la conclusión de que se recomienda utilizar CFC de 10% para el concreto, ya que un aumento del material da como consecuencia la disminución de resistencia a compresión.

**Eliana Williams-Urango, Dissy Palacios, Ceiler Cossio, Oscar Arbelaez** nos presentan que se realizó un estudio con las CFC calcinadas a temperaturas de 400 °C, 500 °C y 600 °C durante 3 horas en el concreto con una sustitución del 5% en relación al peso del cemento por CFC, donde los resultados de los ensayos mecánicos presentaron que la CFC calcinado a 600 °C tuvo una mejoría en las propiedades mecánicas en comparación a la mezcla de control [2].

**Jorge Wilmer Elías Silupu, Jorge Enrique Flores Franco, Ramon Enrique Barrera Gutiérrez, Cesar Alberto Reyna Pary [3]** nos presenta que logro determinar la resistencia del concreto empleando RCD en proporciones de 50, 75 y 100 %, de los cuales el concreto con 50% de RCD demostró una mayor resistencia a la compresión a los 28 días, mientras que los porcentajes mayores presentan una resistencia lineal a los 14 días.

**Evgenii M Shcherban' , Sergey A Stel'makh, Beskopylny, Alexey N, Mailyan, Levon [4]** nos presenta que la fibra de coco en porcentajes de dosificación de 0% y 2.5% en el concreto, presentando aumento en las características de fuerza en comparación de concretos ordinarios.

**Leda Brandao, Ronnan Martins, Felipe Do Nascimento, Wandersson Diovana**, nos presenta un trabajo donde se verificara la factibilidad de producir un ladrillo de suelo cemento utilizando como materia prima el RCD, al desarrollar los ladrillos se utilizó con RCD de 20% contribuyo en la mejoría de las características plásticas y trabajabilidad del material al usar el concreto y un remplazo del 60% de RCD mejorando el material pero en comparación con el remplazo de 20% , se obtiene un valor significativo [5].

**Kavishan Sathsara Ranatunga, Enrique del Rey Castillo, Charlotte Louise Toma** [6], nos recomiendan que para estudios futuros con CFC los porcentajes deberían ser menores al 15%.

**Jian & Wu** determinaron que para tener una resistencia a la compresión adecuada cuando el porcentaje de utilización de los RCD es menor al 55%, así mismo, nos indica que porcentajes mayores de RCD generalmente afectaría negativamente el módulo elástico del concreto [7].

**Muñoz, Sanchez, Barboza y García** determinaron según la revisión de distintos artículos con relación a RCD y cenizas de cascara de arroz (CCA), los porcentajes óptimos para trabajarlos en el mismo diseño de mezcla de 8% al 15% de CCA y como máximo 50% de RCD [8] , por lo tanto lo he tomado como una referencia para poder considerar el remplazo de las CFC y RDC de mi diseño de mezcla para poder obtener resultados favorables.

**Xixuan Bai** determino que al utilizar el 50% de RCD en conjunto con otras adiciones puede mejorar la resistencia a compresión alcanzando una resistencia con los porcentajes óptimos de 28.9 Mpa a los 28 días [9].

### **3.5 Operación de variables**

#### **3.5.1 Variable independiente**

- Ceniza de coco
- Agregado grueso de RCD

#### **3.5.2 Variable dependiente**

- Resistencia de compresión, tracción y flexión del concreto reciclado con cenizas de coco.

### **3.6 Tabla de Operación**

Tabla N° 4: Operación de variables

Operacionalización de variables				
Variables independientes	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Ceniza de fibra coco.	En un material derivado de la quema de la fibra de las cascaras de coco, son abundantes en las zonas costeras.	Se realizará la sustitución en 2%, 5% y 10% del cemento por las cenizas de fibra de coco de un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Características físicas y químicas de las cenizas de fibra de coco	2%, 5% y 10% de cenizas de fibra de coco
Residuos de construcción y demolición	Son los desechos producidos por las industrias constructoras.	Se realizará una sustitución del agregado grueso reciclado de 50% y 25% en un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Características físicas y químicas el agregado grueso de RCD	50% y 25% de Concreto reciclado
Variable dependientes				
Resistencia de compresión, flexión y tracción del concreto reciclado con cenizas de fibra de coco.	Es la resistencia mecánica siendo esta la capacidad del concreto cuando se le aplica esfuerzos por compresión, flexión y tracción durante los ensayos estipulados por la NTP.	Se realizará una elaboración total de 105 probetas, donde el primer grupo serán probetas patrón y las siguientes probetas estarán compuestas por la variación de porcentajes de 2%, 5% y 10% de cenizas de coco y entre 50 y 25 % de agregado grueso de RCD.	Características del agregado RCD preseleccionado	Granulometría, Contenido de humedad, Peso específico, Peso unitario, Absorción, Abrasión
			Resistencia a la compresión, flexión y tracción	Rotura de concreto a los 7, 14 y 28 días, con curado en compresión y a los 28 días en flexión y tracción.

Tabla N° 5: Variables intervinientes

VARIABLE	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
Interviniente 1	$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	$\text{Kg/cm}^2$
Interviniente 2	Cementi Tipo I	
Interviniente 3	Ceniza de Coco	Kg
Interviniente 4	RCD	Kg

### 3.7 Recolección de materiales

#### 3.7.1 Fibra de coco

Este material se obtendrá de los puestos de venta de la fruta de coco y sectores agrícolas de la zona, donde después se procesará a separar la fibra de coco para poder limpiarlo y secarlo de manera adecuada para poder convertir en CFC, tener en cuenta la separación adecuada para la fibra de coco para evitar la carbonatación, ya que mi fin es convertir en ceniza.

Figura N° 1: Recolección de fibra de coco



*Fuente 4: Propia*

### **3.7.2 Ceniza de fibra de coco CFC**

La obtención de ceniza a partir de fibra de coco mediante calcinación a  $600^{\circ}\text{C}$  implica un proceso térmico donde la fibra, previamente limpiada y secada, se coloca en un horno controlado. A esta temperatura, los componentes orgánicos de la fibra (celulosa, hemicelulosa y lignina) se descomponen, liberando gases volátiles y dejando un residuo sólido carbonizado. El proceso se lleva a cabo en un ambiente con bajo oxígeno para evitar la combustión completa.

Tras mantener la temperatura por un periodo específico, la fibra se transforma en ceniza rica en compuestos inorgánicos como óxidos de silicio, calcio, potasio y magnesio. Una vez enfriada de manera controlada, la ceniza se recolecta y almacena para su uso para los ensayos.

*Figura N° 2: Midiendo la temperatura de la calcinación del coco.*



*Fuente 5: Propia*

*Figura N° 3: Ceniza de fibra de coco calcinado a  $600^{\circ}\text{C}$*



*Fuente 6: Propia*

*Figura N° 4: Calcinación de las cenizas de fibra de coco a temperatura de 600 °C*



*Fuente 7: Propia*

*Figura N° 5: Tamizado de la ceniza de coco*



*Fuente 8: Propia*

*Figura N° 6: Ceniza de fibra de coco calcinado a 600 °C*



*Fuente 9: Propia*

### **3.7.3 Recolección de los RCD**

Los RCD se obtendrán de los depósitos de las escombreras de la Provincia de Chiclayo y sus alrededores, los RCD que utilizaremos en este estudio serán los de concretos libres de acero para facilitar la trituración y también mayor resistencia que los residuos de ladrillos o madera, se procederá a colocar en una trituradora para después zarandearlo y obtener un adecuado agregado grueso que respete la NTP.

*Figura N° 7: Recolección y trituración del RCD*



*Fuente 10: Propia*

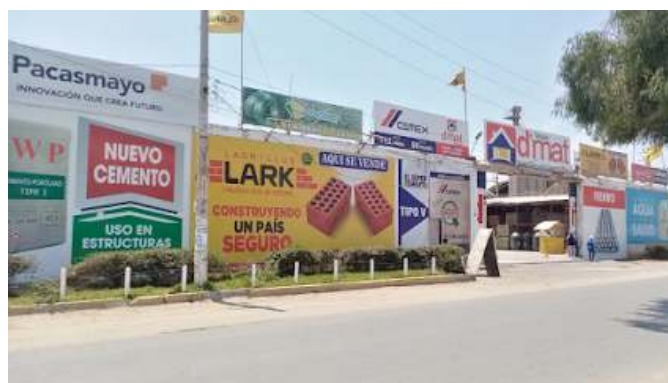
*Figura N° 8: Transporte del RCD de concreto triturado.*



*Fuente 11: Propia*

### **3.7.4 Obtención del cemento**

Se utilizará cemento portland tipo I proveniente de GRUPO DMAT CHICLAYO - Cemento Eternit Fierro Ladrillo, para el desarrollo de diseño de mezcla.



*Figura N° 9: Venta de cemento portland tipo I (GRUPO DMAT CHICLAYO - Cemento Fenolicio Eternit Fierro Ladrillo)*

### **3.8 Recolección de información**

Los instrumentos que permitirán la recolección de la información en el proceso de investigación, con los ensayos a realizar en laboratorio en las diferentes variables independientes y dependientes.

#### **3.8.1 Laboratorio para el análisis químico de las CFC y el RCD preseleccionado.**

Este análisis tiene como propósito darnos las propiedades adecuadas para saber si nuestros insumos como es las CFC cumple con lo requerido para ser considerado una ceniza puzolánica y también conocer las propiedades químicas del RCD preseleccionado.

Se procedió a tomar 200g de CFC para que se realice esta investigación donde fueron llevados a un laboratorio especializado en el análisis de las características químicas de nuestros materiales.

Figura N° 10: Resultados de la caracterización de la CFC.

# RIVELAB

## LABORATORIO DE ENSAYOS

### INFORME DE ENSAYO N°302-2024 RIVELAB

---

Emitted in Trujillo, 26 de abril de 2024
Pág. 1 de 1

<b>SOLICITUD DE SERVICIO</b> <b>NOMBRE DEL SOLICITANTE</b> <b>RUC</b> <b>TITULO DE LA TESIS</b>  <b>PROCEDENCIA DE LA MUESTRA</b> <b>PROPOSITO DEL SERVICIO</b> <b>PRODUCTO DECLARADO</b> <b>INFORMACION ADICIONAL DE LA MUESTRA</b> <b>IDENTIFICACION /MARCA</b> <b>CANTIDAD DE MUESTRA</b> <b>LUGAR Y FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA</b> <b>FECHA DE INICIO DEL ANALISIS</b> <b>MUESTRA DIRIMIENTE</b> <b>FECHA DE TERMINO DE LOS ENSAYOS</b>	: 011-220424CNZ : Bruno Guerrero Ramirez : 70979256 : "Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo de agregado grueso" : Muestra proporcionada por el solicitante : Análisis físico químicos : Ceniza de fibra de coco : Cenizas obtenidas a 600°C : CNZ-302 : 01 bolsas con 200 g : Laboratorio-Trujillo / 2024-04-22 : 2024-04-22 : Muestra No Sujeta a Dirimencia por ser Muestra Percible y/o Muestra Unica. : 2024-04-26
--	--

**ANALISIS FISICOQUIMICOS (FQ)**

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
		CNZ-302
Humedad	%	1.52
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	2.21
SiO <sub>2</sub>	%	68.20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	2.13
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.64
CaO	%	0.30
MgO	%	0.15
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	70.97

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
HUMEDAD	NTP 208 127 1998 (revisada al 2019)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Calculos a partir de óxidos combinados
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gravimetría
SiO <sub>2</sub>	Gravimetría
CaO y MgO	Volumétrica

Fuente 12: Laboratorio Rivelab

Según los resultados dados por el Laboratorio Rivelab podemos deducir según la Norma ASTM C618, la composición química de los materiales puzolánicos debe de contener de dióxido de silicio, alúmina y óxido de hierro debe ser en conjunto aproximadamente 70%, por lo tanto, los requisitos de las CFC según los análisis pueden clasificarse como puzolana clase N.

Se procedió a tomar 500g de RCD para que se realice esta investigación donde fueron llevados a un laboratorio especializado en el análisis de las propiedades químicas de sales, cloruros y sulfatos.

Figura N° 11: Resultados químicos del AG de RCD.

**Amazing**  
CONSTRUCTORA Y SERVICIOS CENTRALES

**INFORME DE ENSAYO N° 1551**

EXPEDIENTE N° 1446 - 2024 L.E.M. AMAZING S.A.C

**DATOS DEL CLIENTE**  
**SOLICITANTE** : GUERRERO RAMIREZ IRUNO JOSUÉ  
**ATENCION** : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
**PROYECTO** : "ANÁLISIS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR LA CENIZA DE FIBRA DE COCO Y UTILIZANDO RCD COMO REPLAZO DEL AGREGADO GRUESO"

**UBICACIÓN** : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque  
**FECHA DE EMISION** : Chiclayo, 04 de Mayo del 2024

**Referencia:**  
 NTP 309 152 2002 - Ensayo normalizado para la determinación del contenido de sal de suelo y agua subterránea.  
 NTP 339 177 2002 - Ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.  
 NTP 339 178 2003 - Ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.

**Tipo de Análisis : Análisis Químico**

	CALICATA	C-1		
		MUESTRA	M-1	
Sales Solubles Totales	ppm	1885		
	%	0.19		
Cloruros Cl <sup>-</sup>	ppm	1206		
	%	0.12		
Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	559		
	%	0.06		

**Observaciones:**  
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

*German Oscar Gastelo Chirinos*  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

*John Carlos Firme Ojeda Ayesta*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

Fuente 13: Laboratorio Amazing

### 3.8.2 Ensayos de caracterización de los agregados

#### 3.8.2.1 Método de ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado

El principal propósito de este ensayo será determinar el porcentaje de humedad evaporable en una muestra de agregado fino (AF) o grueso y RCD mediante el proceso de secado [21].

#### Aparatos o equipos:

- Balanza
- Horno
- Recipiente

#### Procedimiento:

Para este ensayo se consideró una muestra de 600,08 gr de AF, 1000 g de AG y 1000.33 g de agregado de RCD. Se procedió en llevar la muestra al horno durante 24h para poder determinar la masa final en gramos al ver terminado el tiempo de secado.

*Figura N° 12: Contenido de humedad total de los agregados por secado.*



*Fuente 14: Propia*

*Figura N° 13: Muestra de AG, AF y RCD*



*Fuente 15: Propia*

### 3.8.3 Análisis Granulométrico.

La granulometría es un método utilizado para analizar y describir la distribución de tamaños de partículas en un material, como suelo, arena o agregados. Este análisis proporciona información sobre la uniformidad de la distribución de tamaños, incluyendo el tamaño máximo y mínimo de partículas presentes, así como la proporción de partículas en diferentes rangos de tamaño. La curva granulométrica resultante ayuda

a entender las características del material y su idoneidad para diversas aplicaciones, como la construcción de carreteras, la ingeniería civil y la producción de hormigón.

### ➤ Especificaciones técnicas

#### Agregado fino

Las especificaciones de granulometría para el agregado fino establecen que debe haber una graduación que se encuentre dentro de ciertos límites predefinidos [22].

*Tabla N.º 1: Requisitos de porcentaje de material que pasa por el tamiz para el AF*

Malla	Porcentaje que pasa (%)
(3/8)	100
(N.º 4)	95 a 100
(N.º 8)	80 a 100
(N.º 16)	50 a 85
(N.º 30)	25 a 60
(N.º 50)	10 a 30
(N.º 100)	2 a 10

Fuente: ASTM C-35

#### Aparatos o equipos

- Taras
- Balanza
- Para el AF se emplean los tamices: 3/8", N° 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200 y fondo.
- Horno con temperatura constante de  $\pm 50^{\circ}\text{C}$ .

#### Procedimiento:

- Se tomó una muestra de 500 g y se pesó en una balanza.
- La muestra fue lavada con la malla N° 200.
- Luego, se secó la muestra en un horno a aproximadamente  $110^{\circ}\text{C}$  durante 24 h.
- Se pesó nuevamente la muestra una vez seca.
- El tamizado se realizó manualmente, moviendo cada tamiz con movimientos de vaivén.
- La muestra fue completamente pasada por la malla de 3/8", lo que permitió calcular el módulo de fineza.
- Se continuó el tamizado con la malla N° 4, en el que se retuvo la primera porción de material.
- Posteriormente, el proceso se repitió con las mallas N° 8, 16, 30, 50 y 100.

- Se registró la cantidad que pasó al fondo, y todos los datos fueron anotados.

### **Agregado grueso y RCD**

La granulometría del agregado grueso y fino se detalla en la siguiente tabla conforme a lo determinado por la norma ASTM C36 y NTP 400.012 [22].

### **Aparatos o equipos**

- Taras
- Balanza
- Para el AF se emplean los tamices: 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, N° 8, N°16 y fondo.
- Horno con temperatura constante de  $\pm 50^{\circ}\text{C}$ .

### **Procedimiento:**

- Se tomó una muestra de 8000 gramos y se pesó en una balanza electrónica.
- El tamizado se realizó de manera manual, utilizando cada tamiz con su tapa y base, moviéndolos con un vaivén.
- Se tamizó la muestra completamente, pasándola por la malla de 1", lo que permitió determinar el Tamaño Máximo (TM).
- Posteriormente, la muestra se tamizó en la malla de 3/4", donde se retuvo la primera fracción de material, obteniendo el Tamaño Máximo Nominal.
- El proceso continuó con las mallas de 3/4", 1/2", 3/8", N.º 4, N.º 8, N.º 16 y la malla de fondo, anotar todos los resultados.

*Figura N° 14: Tamizado del agregado grueso*



*Fuente 16: Propia*

### **3.8.4 Peso específico y absorción del AG y RCD**

La norma ASTM C127 o NTP 400.021 , que regula el peso específico y la absorción del AG en numerosas regiones, establece el método estándar para determinar estos parámetros en los AG empleados en la construcción de concreto [23].

#### **Aparatos o equipos**

- Balanza
- Cesta: Con aberturas de 3 mm o equivalente al tamiz No. 4.
- Depósito
- Dispositivo de suspensión
- Horno

#### **Procedimiento**

- Se seleccionan dos muestras de agregado grueso utilizando el método de cuarteo.
- Se descarta todo el material que pase a través del tamiz No. 4.
- La muestra se lava a fondo para eliminar polvo y otras impurezas en la superficie.
- Se sumerge la muestra en agua durante aproximadamente 24 horas.
- Después, se retira la muestra del agua y se deja secar a temperatura ambiente hasta que esté saturada con superficie seca.
- Tras pesarla, la muestra saturada con superficie seca se coloca de inmediato en una cesta de alambre para determinar su peso en agua.
- Las muestras se colocan en un horno durante 24 horas a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
- Al retirarlas del horno, se debe enfriar a temperatura ambiente y se registra el peso para calcular el peso específico.

*Figura N° 15: Peso de la canasta sumergida y agregado*



*Fuente 17: Propia*

### **3.8.5 Peso específico y absorción del agregado fino (AF)**

El peso específico del AF es la relación entre el peso del agregado y el volumen que ocupa, incluyendo los poros internos, pero no los poros permeables. Esta propiedad es crucial para calcular las proporciones en las mezclas de concreto y se determina según la norma ASTM C128 o NTP 400.022 la equivalente en cada país [24].

#### **Aparatos o equipos**

- Balanza
- Fiola.
- Pipeta
- Taras.

#### **Procedimiento**

- Se deben tomar dos muestras de 500 g de agregado fino, obtenidas mediante el método de cuarteo.
- Se pesan las fiolas y se registran los datos.
- Luego, cada fiola se llena con 500 g de material y se añade agua hasta alcanzar la marca de 500 cm<sup>3</sup>.
- A continuación, se rota el frasco sobre una superficie plana o en la palma de la mano para eliminar todas las burbujas de aire.

- Se deja reposar aproximadamente una hora y se añade más agua hasta alcanzar nuevamente la marca de 500 cm<sup>3</sup>.
- Se determina el peso total del agua añadida en el frasco con una aproximación de 0.1 g.
- Luego, se extrae el agua con cuidado utilizando una pipeta.
- El material se coloca en recipientes y se deja reposar durante unos 15 minutos, después de lo cual se extrae el agua con un chupón.
- Las muestras se colocan en un horno durante 24 horas a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
- Las muestras se sacan del horno, se pesan y se registran los datos para calcular el peso específico.

*Figura N° 16: Ensayo de Peso específico y absorción*



*Fuente 18: Propia*

*Figura N° 17: Ensayo de Peso específico y absorción*



*Fuente 19: Propia*

### **3.8.6 Peso unitario (PU)**

El ensayo consiste en pesar los materiales secos para rellenar un recipiente cilíndrico de volumen unitario. El Pu de los agregados está relacionado con el tamaño, forma y distribución de las partículas, como también el grado de compactación (compactado y suelto) según norma ASTM C-29 o NTP 400.17 [25].

#### **3.8.6.1 PU suelto**

##### **Aparatos o equipos**

- Balanza
- Recipiente cilíndrico de metal
- Cucharón
- Varilla.

##### **Procedimiento**

- Llenamos el depósito con una pala hasta que se desborde, dejando caer el agregado desde una altura que no supere los 5 cm por encima del borde.
- Retiramos el material sobrante utilizando una varilla de metal.
- Calculamos el peso neto del agregado.
- Se toman dos muestras para calcular un promedio.

### 3.8.6.2 PU compactado

#### Aparatos o equipos

- Balanza
- Recipiente cilíndrico de metal
- Cucharón
- Varilla de metal
- Martillo de goma

#### Procedimiento

- Llenamos el recipiente hasta un tercio de su capacidad.
- Compactamos la muestra utilizando la barra compactadora, aplicando 25 golpes en un patrón espiral, desde el exterior hacia el interior, y luego damos 15 golpazos con la comba de goma sobre la superficie.
- Nuevamente, llenamos hasta dos tercios del recipiente y repetimos el proceso de compactación de la misma manera.
- Luego, llenamos el recipiente hasta que sobresalga, golpeándolo 25 veces con la barra compactadora, y alisamos la superficie usando la barra como regla.
- Retiramos el material sobrante con una varilla de metal.
- Determinamos el peso neto del agregado en la tara.
- Se toman dos muestras para calcular un promedio.

*Figura N° 18: PU suelto y compactado del agregado grueso*



*Fuente 20: Propia*

*Figura N° 19: PU suelto y compactado del agregado fino*



*Fuente 21: Propia*

*Figura N° 20: PU suelto y compactado del agregado de RCD*



*Fuente 22: Propia*

Este procedimiento implica realizar múltiples repeticiones, de las cuales se registran los pesos más próximos entre sí y se promedian para determinar el Pu que más se asemeje al valor real.

### **3.8.7 Ensayo de Abrasión**

Este ensayo es esencial en la evaluación de la durabilidad y calidad de los agregados utilizados en la construcción. Determinar la resistencia a la abrasión y fragmentación de los agregados gruesos de RCD según se determina en la Norma MTC E 207 / ASTM C-131[26].

Se utiliza la **máquina de Los Ángeles**, que somete el agregado a un proceso de desgaste mediante el impacto de esferas de acero en un tambor rotativo.

## Aparatos o equipos

- Balanza, con sensibilidad de 0.1
- Fiola.
- Pipeta
- Taras.

## Procedimiento

- Se selecciona una muestra de agregado grueso con un tamaño específico en este caso sería un tamaño de  $\frac{3}{4}$  y  $\frac{1}{2}$  una cantidad de 2.5 kg de cada malla.
- Se introduce en el tambor de la máquina junto con un número determinado de esferas de acero.
- El tambor gira a una velocidad y durante un número de 500 revoluciones especificadas.
- Después del proceso, se evalúa la pérdida de masa del agregado por abrasión, lo que da un índice de su resistencia al desgaste.

*Figura N° 21: Máquina de los Ángeles*



*Fuente 23: Propia*

*Figura N° 22: Peso del material para meter a la Máquina de los Ángeles.*



*Fuente 24: Propia*

*Figura N° 23: Preparación de la máquina de los Ángeles*



*Fuente 25: Propia*

### **3.8.8 Ensayo para determinar el asentamiento del concreto (SLUMP)**

Para el ensayo se utilizó una mezcla de concreto fresco que se vertió en un molde con forma de cono truncado, conocido como CONO DE ABRAMS. Luego, se compactó el concreto mediante un proceso de varillado. Una vez finalizado este proceso, se retiró el molde levantándolo verticalmente, permitiendo que el concreto se asentara. La distancia vertical entre la posición original del concreto y su posición después del asentamiento se considera el asentamiento o slump según la NTP 339.035 [27].

*Figura N° 24: Medición del Slump en la mezcla 4".*



*Fuente 26: Propia*

### **3.8.9 Realización de los testigos de concreto**

Según el ensayo a realizar, se fabricaron diversos tipos de testigos. Para los ensayos de resistencia a la compresión, se elaboraron probetas cilíndricas de concreto con un diámetro de 10 cm y una altura de 20 cm. Para el ensayo de resistencia a la tracción, se fabricaron probetas

de concreto con un diámetro de 15 cm y una altura de 30 cm. Finalmente, para el ensayo de resistencia a la flexión, se fabricaron vigas de concreto con dimensiones de 15 cm x 15 cm x 50 cm.

*Figura N° 25: Testigos realizados para ensayo a compresión y tracción.*



*Fuente 27: Propia*

### **3.8.10 Ensayo de resistencia a la compresión (RC)**

Según la **NTP 339.034** se realiza para determinar la RC del concreto mediante el uso de probetas cilíndricas. En este procedimiento, se utilizan muestras con dimensiones específicas, generalmente de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura. Durante el ensayo, las probetas se colocan en una máquina de ensayo que aplica una carga axial centrada de manera uniforme sobre la superficie superior de la probeta hasta que se produce la falla. La carga soportada por la probeta se registra y se utilizara para calcular la RC, expresada en centímetro cuadrado ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ). Este ensayo es esencial para evaluar la disposición y el desempeño del concreto, ya que la resistencia a la compresión es un indicador clave de su capacidad para soportar cargas en aplicaciones estructurales [13].

*Figura N° 26: Ruptura de testigo por ensayo de compresión*



*Fuente 28: Propia*

*Figura N° 27: Realizando ruptura de Ensayo a la compresión*



*Fuente 29: Propia*

### **3.8.11 Ensayo de resistencia a la flexión (RF)**

El **ensayo a la flexión** del concreto, según la **NTP 339.078**, se realiza para determinar la resistencia a la flexión de vigas de concreto sometidas a una carga aplicada en los tercios de su luz. Este ensayo es comúnmente conocido como **ensayo de flexión en tres puntos** [15].

#### **4. Procedimiento:**

1. **Muestra:** Se utilizan vigas de concreto de dimensiones estándar (generalmente 150 mm x 150 mm x 500 mm).

2. **Colocación:** La viga se apoya en dos puntos, mientras se aplica una carga en dos puntos equidistantes a lo largo de la longitud de la viga (tercios del tramo).
3. **Carga:** La carga se aplica de forma controlada hasta que la viga falla, generando un esfuerzo de tracción en la parte inferior.
4. **Cálculo:** La resistencia a la flexión se calcula en función de la carga máxima soportada y las dimensiones de la viga.

Este ensayo es importante para obtener la capacidad del concreto para resistir esfuerzos de tracción inducidos por flexión, siendo relevante en elementos como losas y vigas de concreto.

*Figura N° 28: Ruptura del ensayo a flexión*



*Fuente 30: Propia*

#### **4.1.1 Ensayo de resistencia a la tracción (RT)**

Esta técnica de prueba implica ejercer una fuerza de compresión diametral a lo largo de toda la longitud de una muestra cilíndrica de concreto. Durante el ensayo, la carga se empleará de manera uniforme y controlada, asegurando que la velocidad de compresión se mantenga constante y específica según los estándares establecidos para este tipo de pruebas. El objetivo es continuar incrementando la fuerza aplicada hasta que se produzca la falla en la muestra de concreto. Este procedimiento permite evaluar la resistencia del material a la compresión diametral y proporciona datos importantes sobre sus propiedades mecánicas bajo estas condiciones de carga [14].

Figura N° 29: Ruptura del ensayo a tracción



Fuente 31: Propia

## 4.2 Matriz de consistencia

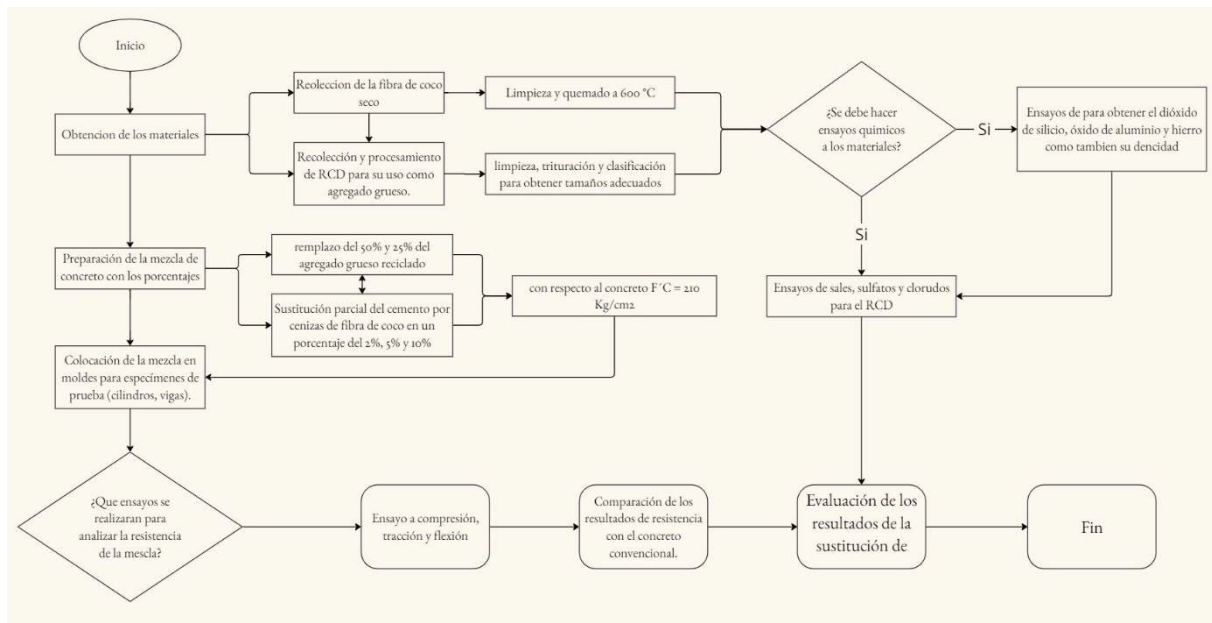
Tabla N° 6: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS GENERAL	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES
¿Se mejoraría en las propiedades del concreto al utilizar como material cementicio suplementario de manera proporcional la ceniza de fibra de coco en el cemento y remplazando el agregado grueso como RCD preseleccionado?	La sustitución parcial de cemento por cenizas de coco y el agregado grueso natural por agregado grueso de RCD preseleccionado mejoraría en las propiedades mecánicas del concreto de $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ .	Evaluar la sustitución del agregado grueso por RCD preseleccionado y la sustitución parcial del cemento por ceniza de fibra de coco en la resistencia a compresión, flexión y tracción de un concreto $F'C = 210\text{ Kg/cm}^2$ .	Ceniza de fibra coco.	Se realizará la sustitución en 2%, 5% y 10% del cemento por las cenizas de fibra de coco de un concreto de $f'c= 210\text{ kg/cm}^2$	2%, 5% y 10% de cenizas de fibra de coco
			Residuos de construcción y demolición	Se realizará una sustitución del agregado grueso reciclado de 50% y 25% en un concreto de $f'c= 210\text{ kg/cm}^2$	50% y 25% de Concreto reciclado

Fuente 32: Propia

### 4.3 Diagrama de flujo

Figura N° 30: Diagrama de flujo



Fuente 33: Propia

## 5. Resultados y discusión

### 5.1 Resultados de los ensayos de agregados grueso, fino y RCD.

A continuación, se exponen los resultados de los ensayos realizados a los agregados. Estos datos se manejarán para diseñar la mezcla necesaria para fabricar los distintos testigos de concreto, a los que posteriormente se les realizarán las pruebas correspondientes.

#### 5.1.1 Análisis granulométrico del AG

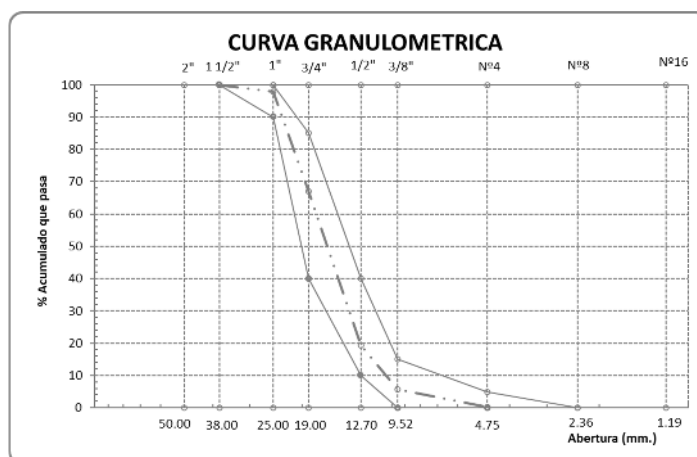
El agregado grueso utilizado proviene de la cantera "La Victoria – Patapo" y se adquirieron los siguientes resultados relacionados con su granulometría.

Tabla N° 7: Análisis granulométrico del agregado grueso

Malla		Peso Ret.	(% Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones USO 56	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	176.0	2.2	2.2	97.8	90.0	100.0
3/4"	19.00	2460.0	30.7	32.9	67.1	40.0	85.0
1/2"	12.70	3814.0	47.7	80.6	19.4	10.0	40.0
3/8"	9.52	1098.0	13.7	94.3	5.7	0.0	15.0
Nº 04	4.75	440.0	5.5	99.8	0.2	0.0	5.0
Nº 08	2.36	0.0	0.0	99.8	0.2	0.0	0.0
Nº 16	1.19	0.0	0.0	99.8	0.2	0.0	0.0
Fondo		12.0	0.1	100.0	0.0		
Tamaño Maximo		8000.0	1 1/2"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			

Fuente 34: Propia

En la figura siguiente, se puede observar que la curva granulométrica cumple con los parámetros establecidos por la normativa. Además, de acuerdo con la tabla anterior, se determina que el tamaño máximo nominal es de 3/4".



Fuente 35: Propia

### 5.1.2 Análisis granulométrico del AF

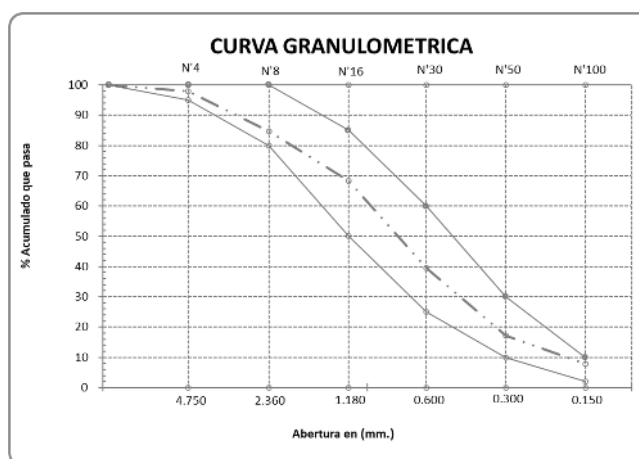
El agregado grueso utilizado proviene de la cantera "La Victoria – Patapo" y se obtuvieron los siguientes resultados relacionados con su granulometría.

Tabla N° 8: Análisis granulométrico del agregado fino

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.750	20	2.0	2.0	98.0	95	100
N° 08	2.360	133.14	13.3	15.3	84.7	80	100
N° 16	1.180	163.82	16.4	31.7	68.3	50	85
N° 30	0.600	287.08	28.7	60.4	39.6	25	60
N° 50	0.300	223.6	22.4	82.8	17.2	10	30
N° 100	0.150	94.1	9.4	92.2	7.8	2	10
Fondo		78.26	7.8	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.844			
Abertura de malla de referencia				9.500			

Fuente 36: Propia

En la figura siguiente, se puede observar que la curva granulométrica cumple con los parámetros establecidos en la normativa. Además, según la tabla anterior, se consigue un módulo de fineza de 2.844.



Fuente 37: Propia

### 5.1.3 Análisis granulométrico del agregado RCD

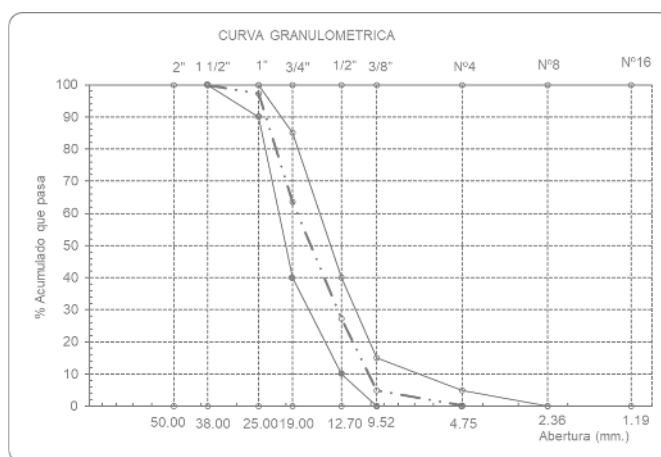
El agregado grueso de RCD utilizado de los vertederos y chancado en una chancadora de agregado y se adquirieron los siguientes resultados relacionados con su granulometría.

Tabla N° 9: Análisis granulométrico del agregado RCD

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones USO 56	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	219.9	2.7	2.7	97.3	90.0	100.0
3/4"	19.00	2701.0	33.8	36.5	63.5	40.0	85.0
1/2"	12.70	2902.0	36.3	72.8	27.2	10.0	40.0
3/8"	9.52	1777.1	22.2	95.0	5.0	0.0	15.0
N° 04	4.75	386.0	4.8	99.8	0.2	0.0	5.0
N° 08	2.36	0.0	0.0	99.8	0.2	0.0	0.0
N° 16	1.19	0.0	0.0	99.8	0.2	0.0	0.0
Fondo		14.0	0.2	100.0	0.0		
Tamaño Máximo		8000.0	1 1/2"	38.00			
Tamaño Máximo Nominal			3/4"	25.00			

Fuente 38: Propia

En la figura siguiente, se puede observar que la curva granulométrica cumple con los parámetros establecidos por la normativa. Además, de acuerdo con la tabla anterior, se determina que el tamaño máximo nominal es de 3/4".



Fuente 39: Propia

#### 5.1.4 Resultados del contenido de humedad del agregado grueso, RCD y fino

Para obtener este resultado, se efectuaron las pruebas pertinentes para el AG y el AF. El ensayo del agregado grueso reveló un contenido de humedad del 0.55%, mientras que el ensayo del agregado fino mostró un contenido de humedad del 0.49% y el agregado grueso de RCD contiene 1.10% de humedad.

Tabla N° 10: CH del AG

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>1000.1</b>	<b>1000.1</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>994.67</b>	<b>994.67</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.55	0.55
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.55</b>	

Fuente 40: Propia

Tabla N° 11: CH del AF

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>600.08</b>	<b>600.08</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>597.14</b>	<b>597.14</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.49	0.49
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.49</b>	

Fuente 41: Propia

Tabla N° 12: CH del agregado RCD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>1000.3</b>	<b>1000.3</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>989.49</b>	<b>989.49</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.1	1.1
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.10</b>	

Fuente 42: Propia

### 5.1.5 Resultados del peso específico y absorción del agregado grueso, RCD y fino

Primero, se realizó el ensayo correspondiente para determinar el peso específico del AG, obteniéndose un valor de 2.548 gr/cm<sup>3</sup> y el agregado de RCD un valor de 2.621 gr/cm<sup>3</sup>. Para el AG, el ensayo arrojó un peso específico de 2.548 gr/cm<sup>3</sup>. Luego, se llevó a cabo el ensayo para determinar el porcentaje de absorción de los agregados, obteniéndose un 0.82 % del AG, un 0.62% del AF y un 4.48% del RCD.

Tabla N° 13: Peso específico y porcentaje de absorción del AG

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	<b>2.621</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.643
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.679
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.82</b>

Fuente 43: Propia

Tabla N° 14: Peso específico y porcentaje de absorción del AF

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.548</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.564</b>
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.589</b>
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.62</b>

Fuente 44: Propia

Tabla N° 15: Peso específico y porcentaje de absorción del agregado RCD

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.361</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.466</b>
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.640</b>
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>4.48</b>

Fuente 45: Propia

### 5.1.6 Resultados del peso unitario suelto y compactado del agregado grueso, fino y RCD.

Se realizaron los ensayos correspondientes para obtener el peso unitario suelto y compactado del AG y del AF, obteniéndose los siguientes resultados:

- Para el AG, se obtuvo un peso unitario suelto de 1345 kg/m<sup>3</sup> y un peso unitario compactado de 1564 kg/m<sup>3</sup>.

Tabla N° 16: PU suelto del AG

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>7368</b>	<b>7352</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
3.- Peso del material		7368	7352
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1353.48	1350.54
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1345</b>	

Fuente 46: Propia

Tabla N° 17: PU compactado del AG

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>8568</b>	<b>8558</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
3.- Peso del material		8568	8558
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1573.91	1572.07
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1564</b>	

Fuente 47: Propia

- Para el AF, se obtuvo un peso unitario suelto de 1628 kg/m<sup>3</sup> y un peso unitario compactado de 1788 kg/m<sup>3</sup>.

Tabla N° 18: PU suelto del AF

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8965	8968
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
3.- Peso del material		8965	8968
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1635.93	1636.48
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1628</b>	

Fuente 48: Propia

Tabla N° 19: PU compactado del AF

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9837	9854
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
3.- Peso del material		9837	9854
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1795.05	1798.16
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1788</b>	

Fuente 49: Propia

- Para el agregado de RCD, se determinó un PU suelto de 1213 kg/m<sup>3</sup> y PU compactado de 1519 kg/m<sup>3</sup>.

Tabla N° 20: PU suelto del agregado RCD

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	6676	6670
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
3.- Peso del material		6676	6670
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1226.36	1225.26
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1213</b>	

Fuente 50: Propia

Tabla N° 21: PU compactado del agregado RCD

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8363	8352
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
3.- Peso del material		8363	8352
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1536.25	1534.23
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1519</b>	

Fuente 51: Propia

### 5.1.7 Resultados de los ensayos de Abrasión (EA) del RCD

En la investigación, se desarrolló el EA de agregados gruesos utilizando la máquina de Los Ángeles, consiguiendo un valor de 26.4% de pérdida de masa tras 500 revoluciones, lo que indica una buena resistencia por abrasión según los estándares establecidos en la norma ASTM

C131. Este resultado cumple con los límites aceptables para materiales manejados en la construcción de pavimentos, los cuales requieren una pérdida de masa inferior al 30%.

Tabla N° 22: E. Abrasión

**I.- Granulometría global**

Mallas Pasa	Retiene	Peso retenido	% retenido	Método B
1 1/2"	1"	0.0	0.0	0.0
1"	3/4"	0.0	0.0	0.0
3/4"	1/2"	2525.0	50.0	0.0
1/2"	3/8"	2526.0	50.0	5051.0
<b>Total</b>		<b>5051.0</b>	<b>100.0</b>	<b>5051</b>

**II.- Ensayo de Abrasión**

- Peso inicial antes del ensayo	5051.0
- Peso final después de las 500 revoluciones	3720.0

**III.- Cálculos**

- % de desgaste por abrasión	26.4
------------------------------	------

Fuente 52: Propia

### 5.1.8 Diseño de mezcla patrón de $f'c$ 210 kg/cm<sup>2</sup>

Como base inicial, se utilizó una resistencia teórica de 210 kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia necesaria de 295 kg/cm<sup>2</sup>, la cual se determinó acorde a la siguiente tabla:

Tabla N° 23: Calculo de  $f'cr$  en función del  $f'c$

$f'c$	$f'cr$
Resistencia específico a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio requerida a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
$f'c < 210$	$f'cr = f'c + 70$
$210 \leq f'c \leq 350$	$f'cr = f'c + 85$
$f'c > 350$	$f'cr = f'c + 98$

Fuente 53: Propia

Tabla N° 24: Asentamiento Recomendados

Tipo de construcción	SLUMP	
	Máximo (pulg.)	Mínimo (pulg.)
Zapatas y muros de cimentación reforzada	3"	1"
Zapatas simples y muros de subestructura	3"	1"
Vigas y muros reforzados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Pavimentos y lozas	3"	1"
Concreto masivo	2"	1"

Fuente 54: ACI 211

Contenido de agua (Ca):

El TMN fue de  $\frac{3}{4}$ ", un slump de 4", con 2% de aire atrapado y contenido de agua de 205 litros por metro cúbico.

Tabla N° 25: Contenido de Agua

SLUMP	Agua en lt/m <sup>3</sup> de concreto para los <b>tamaños máximos nominales de agregados gruesos</b> y consistencia indicados							
	3/8" (9.5 mm.)	1/2" (12.5 mm.)	3/4" (19 mm)	1" (25 mm)	1 1/2" (37.5 mm)	2" (50 mm)	3" (75 mm)	6" (150 mm)
<b>CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO</b>								
1" a 2" (25 a 50 mm)	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4" (75 a 100 mm)	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7" (150 a 175 mm)	243	228	216	202	190	178	160	---
<b>Porcentaje (%) de Aire Atrapado</b>								
% Aire Atrapado	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2

Fuente 55: Aci 211

Relación a/c:

- Por resistencia:

Tabla N° 26: Relación a/c por resistencia

f <sub>cr</sub> A LOS 28 DIAS (kg/cm <sup>2</sup> )*	C° S/ AIRE INCORPORADO	C° C/AIRE INCORPORADO
140	0.82	0.74
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	0.34
420	0.41	0.33
450	0.38	0.31

Fuente 56: ACI 211

Como f<sub>cr</sub> que requerimos es de 295 kg/cm<sup>2</sup>, se realizara una interpolación para obtener nuestra relación agua cemento la cual saldría:

$$a/c = 0.557$$

Contenido de Cemento:

$$F'C = \text{Agua} / (a/c) = 205/0.555 = 368 \text{ Kg/m}^3$$

### Contenido de AG:

Tabla N° 27: Contenido de AG

Tamaño máximo nominal del A.G.	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de C°, para diversos módulos de finura (b/b <sub>o</sub> )			
	2.4	2.6	2.8	3.0
3/8" (9.5 mm.)	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2" (12.5 mm.)	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4" (19 mm.)	0.66	0.64	0.62	0.60
1" (25 mm.)	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2" (37.5 mm.)	0.75	0.73	0.71	0.69
2" (50.0 mm.)	0.78	0.76	0.74	0.72
3" (75.0 mm.)	0.82	0.80	0.78	0.76
6" (150 mm.)	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente 57: ACI 211

El TMN del A. Grueso es de 3/4" y el MF del A. Fino es de 2.844, por lo tanto, se realizará una interpolación para obtener nuestra relación agua cemento la cual saldría:

$$b/b_o = 0.616$$

### Contenido de grava:

$$C_g = P_{ucs} * b/b_o = 2613 * 0.616 = 963 \text{ Kg/m}^3$$

### Cálculo de los volúmenes (Vol):

- Vol de cemen. = Contenido de cemen. / Peso específico de cemen. =  $368 / 3150 = 0.117 \text{ m}^3$
- Vol de agua =  $205 / 1000 = 0.205 \text{ m}^3$
- Vol de aire =  $2 / 100 = 0.020 \text{ m}^3$
- Vol de la Grava = Contenido de grava / Peso específico de masa seco =  $963 / 2613 = 0.369 \text{ m}^3$
- Vol de Arena =  $(1 - (\text{Vol. cemento} + \text{Vol. agua} + \text{Vol. Grava} + \text{Vol. aire})) = 1 - (0.117 + 0.205 + 0.02 + 0.367) = 0.291$

### Contenido de arena:

$$C_a = P_{ucs} * \text{volumen de aire} = 0.291 * 2548 = 741 \text{ Kg/m}^3$$

### Corrección por humedad (Ch)

$$((Ch / 100) + 1) * C_a = ((0.49 / 100) + 1) * 741 = 744 \text{ Kg/m}^3$$

$$((Ch / 100) + 1) * C_g = ((0.55 / 100) + 1) * 963 = 968 \text{ Kg/m}^3$$

### Agua efectiva

$$((Ch - \text{Contenido de absorción}/100) * Ca \text{ corregido} = (0.49 - 0.62/100) * 744 = -1$$

$$((Ch - \text{Contenido de absorción}/100) * Cg \text{ corregido} = (0.55 - 0.82/100) * 968 = -2.7$$

$$\text{Agua de diseño} = Ca - \text{Sumatoria de corrección por humedad} = 205 - (-1 - 2.7) = 209 \text{ Lt/m}^3$$

### Resultados finales de diseño (húmedo)

- **C:** 368 kg/m<sup>3</sup>
- **A:** 209 lt/m<sup>3</sup>
- **AF:** 744 kg/m<sup>3</sup>
- **AG:** 968 kg/m<sup>3</sup>
- **Dosificación en volumen:**

$$1.00 : 1.86 : 2.94 : 24.1 \text{ lts/ pie}^3$$

#### 5.1.9 Diseño de reemplazos de la CFC Y RCD en las mezclas

El reemplazo de la CFC en el cemento se realizará según la densidad de los dos materiales utilizando el peso específico del cemento a utilizar y las cenizas.

Los cálculos correspondientes para el reemplazo será la siguiente manera:

- Reemplazo de la CFC en el cemento en un 2%:

$$CFC \ 2\% = \left( \left( \frac{3.045 \text{ kg}}{3150 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}} \right) * 2\% \right) * 2210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} = 0.0427 \text{ kg}$$

- Reemplazo de la CFC en el cemento en un 5%:

$$CFC \ 5\% = \left( \left( \frac{3.045 \text{ kg}}{3150 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}} \right) * 5\% \right) * 2210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} = 0.1068 \text{ kg}$$

- Reemplazo de la CFC en el cemento en un 10%:

$$CFC \ 10\% = \left( \left( \frac{3.045 \text{ kg}}{3150 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}} \right) * 10\% \right) * 2210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} = 0.21337 \text{ kg}$$

Tabla N° 28: Diseño de mezcla 2% CFC, 25% Y 50% DE RCD

Diseño de mezcla con CFC 2% RCD 25%			Diseño de mezcla con CFC 2% RCD 50%		
Descripción	Und	Cantidad	Descripción	Und	Cantidad
<b>MATERIALES</b>			<b>MATERIALES</b>		
Cemento Portland Tipo I	Kg/ m3	361	Cemento Portland Tipo I	Kg/ m3	361
Ceniza de fibra de coco	Kg/ m3	5	Ceniza de fibra de coco	Kg/ m3	5
Agua m3	Lt/ m3	204	Agua m3	Lt/ m3	204
Arena	Kg/ m3	744	Arena	Kg/ m3	744
Grava	Kg/ m3	726	Grava	Kg/ m3	484
Rcd	Kg/ m3	242	Rcd	Kg/ m3	484

Fuente 58: Propia

Tabla N° 29: Diseño de mezcla 5% CFC, 25% Y 50% DE RCD

Diseño de mezcla con CFC 5% RCD 25%			Diseño de mezcla con CFC 5% RCD 50%		
Descripción	Und	Cantidad	Descripción	Und	Cantidad
<b>MATERIALES</b>			<b>MATERIALES</b>		
Cemento Portland Tipo I	Kg/ m3	350	Cemento Portland Tipo I	Kg/ m3	350
Ceniza de fibra de coco	Kg/ m3	13	Ceniza de fibra de coco	Kg/ m3	13
Agua m3	Lt/ m3	202	Agua m3	Lt/ m3	202
Arena	Kg/ m3	744	Arena	Kg/ m3	744
Grava	Kg/ m3	726	Grava	Kg/ m3	484
Rcd	Kg/ m3	242	Rcd	Kg/ m3	484

Fuente 59: Propia

Tabla N° 30: Diseño de mezcla 10% CFC, 25% Y 50% DE RCD

Diseño de mezcla con CFC 10% RCD 25%			Diseño de mezcla con CFC 10% RCD 50%		
Descripción	Und	Cantidad	Descripción	Und	Cantidad
<b>MATERIALES</b>			<b>MATERIALES</b>		
Cemento Portland Tipo I	Kg/ m3	331	Cemento Portland Tipo I	Kg/ m3	331
Ceniza de fibra de coco	Kg/ m3	26	Ceniza de fibra de coco	Kg/ m3	26
Agua m3	Lt/ m3	199	Agua m3	Lt/ m3	199
Arena	Kg/ m3	744	Arena	Kg/ m3	744
Grava	Kg/ m3	726	Grava	Kg/ m3	484
Rcd	Kg/ m3	242	Rcd	Kg/ m3	484

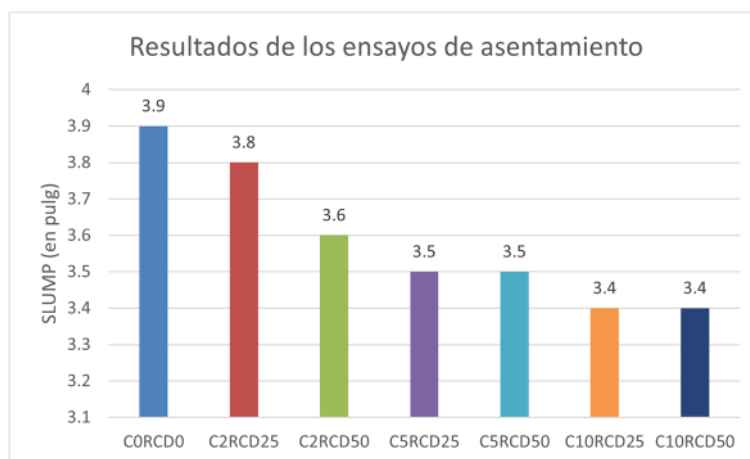
Fuente 60: Propia

### 5.1.10 Resultados de asentamiento del concreto fresco

Se midieron los asentamientos conseguidos para cada lote de concreto en estado fresco.

En el diseño con  $f'c$  de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , se obtuvieron los siguientes resultados:

*Figura N° 31: Variación de asentamiento.*



*Fuente 61: Propia*

Corrigiendo el análisis para un concreto de  $210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa), el **slump recomendado** según la normativa ACI o equivalente (NTP) para este tipo de concreto estructural también está entre **7.6 y 10 cm (3 a 4 pulgadas)**.

Como se puede observar en la figura N°27 al realizar las mezclas de los distintos porcentajes de CFC y RCD el asentamiento disminuye al tener mayor contenido de ceniza de coco esto puede deberse al tamaño de las partículas de las cenizas de coco donde Kavishan (2023) menciona que a una mayor cantidad de partículas gruesas y una pequeña cantidad de partículas finas, puede aumentar la trabajabilidad del hormigón [6].

#### **Análisis:**

- Los valores de slump (entre **3.4 y 3.9 cm**) son aceptables dentro de este rango para mezclas con una resistencia de  **$210 \text{ kg/cm}^2$** .
- Aunque todos están dentro de lo permitido, las mezclas con mayor cantidad de RCD presentan un slump ligeramente menor, lo que podría hacerlas más rígidas, pero aún trabajables. Se requiere buena compactación para asegurar resistencia adecuada.

### 5.1.11 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión (RC) de probetas de concreto

Se realizaron ensayos de RC en testigos de concreto con probetas de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura, obteniéndose los siguientes resultados:

- Para un concreto patrón (CP):

*Tabla N° 31: Resultados de muestras C0RCD0 para R. Compresión*

Descripción	f'c=	210	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas		Promedio kg/cm2
			Vaciado	Rotura				Kg	kg/cm <sup>2</sup>	
Diseño de Mezcla Patrón			24/04/24	01/05/24	7	10	79	19482.6	248	
			24/04/24	01/05/24	7	10	79	19276.1	245	
			24/04/24	01/05/24	7	10	79	19063.1	243	245
			24/04/24	08/05/24	14	10	79	20961.4	267	
			24/04/24	08/05/24	14	10	79	21993	280	
			24/04/24	08/05/24	14	10	79	21937.5	279	275
			24/04/24	22/05/24	28	10	79	25595.3	326	
			24/04/24	22/05/24	28	10	79	23887.7	304	
			24/04/24	22/05/24	28	10	79	24734.9	315	315

*Fuente 62: Propia*

Los resultados obtenidos para el CP muestran una evolución positiva en la resistencia a compresión a lo largo del tiempo. Pasados 7 días, se logró una resistencia de **245 kg/cm<sup>2</sup>**, que aumentó a **275 kg/cm<sup>2</sup>** a los 14 días, evidenciando un proceso continuo de ganancia de fuerza. Finalmente, a los 28 días, el concreto alcanzó una resistencia máxima de **315 kg/cm<sup>2</sup>**, lo que refleja el adecuado comportamiento del diseño en términos de resistencia mecánica y cumple con los requisitos esperados para un concreto convencional en ese periodo de curado.

- Para un reemplazo de la CFC al 2% y RCD al 25%:

*Tabla N° 32: Resultados de muestras C2RCD25 para R. Compresión*

Descripción	f'c=	210	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas		Promedio kg/cm2
			Vaciado	Rotura				Kg	kg/cm <sup>2</sup>	
Diseño de Mezcla			07/05/24	14/05/24	7	10	79	18920	241	
			07/05/24	14/05/24	7	10	79	18142.8	231	
			07/05/24	14/05/24	7	10	79	18414.1	234	235
2% de cenizade coco			07/05/24	21/05/24	14	10	79	23959.6	305	
	25% de RCD		07/05/24	21/05/24	14	10	79	23660.1	301	
			07/05/24	21/05/24	14	10	79	24246.2	309	305
			07/05/24	04/06/24	28	10	79	26951.8	343	
			07/05/24	04/06/24	28	10	79	27182.5	346	
			07/05/24	04/06/24	28	10	79	26859.9	342	344

*Fuente 63: Propia*

Los resultados del diseño de concreto con **2% (CFC)** y **25% de RCD** muestran una tendencia de mejor desempeño en contraste con el CP. Cumplidos 7 días, la RC fue de **235 kg/cm<sup>2</sup>**, ligeramente inferior al CP (**245 kg/cm<sup>2</sup>**); no obstante, a los 14 días, se obtuvo un aumento significativo alcanzando **305 kg/cm<sup>2</sup>**, superando claramente al CP (**270 kg/cm<sup>2</sup>**). Después de transcurrir 28 días, la resistencia alcanzó a **344 kg/cm<sup>2</sup>**, superando los **315 kg/cm<sup>2</sup>** del CP, lo que indica que la incorporación de CFC y RCD favorece el progreso de la resistencia a largo plazo, mejorando el desempeño general del concreto.

- Para un reemplazo de la CFC al 2% y RCD al 50%:

*Tabla N° 33: Resultados de muestras C2RCD50 para R. Compresión*

Descripción	f <sub>c</sub> =	210	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas		Promedio kg/cm <sup>2</sup>
			Vaciado	Rotura				Kg	kg/cm <sup>2</sup>	
Diseño de Mezcla			08/05/24	15/05/24	7	10	79	26100.6	332	
			08/05/24	15/05/24	7	10	79	25599.3	326	
			08/05/24	15/05/24	7	10	79	25796.5	328	329
2% de cenizade coco			08/05/24	22/05/24	14	10	79	26556.1	338	
			08/05/24	22/05/24	14	10	79	27028.9	344	
50% de RCD			08/05/24	22/05/24	14	10	79	26859	342	341
			08/05/24	05/06/24	28	10	79	29322	373	
			08/05/24	05/06/24	28	10	79	29057.9	370	
			08/05/24	05/06/24	28	10	79	28825.2	367	370

*Fuente 64: Propia*

Los resultados del diseño de concreto con **2% (CFC)** y **50% de RCD** muestran un desempeño notablemente superior en comparación con el CP. Cumplidos 7 días, la resistencia a compresión fue de **329 kg/cm<sup>2</sup>**, superando ampliamente los **245 kg/cm<sup>2</sup>** del CP. A los 14 días, la resistencia aumentó a **341 kg/cm<sup>2</sup>**, también por encima del valor obtenido en el patrón (**270 kg/cm<sup>2</sup>**). Finalmente, a los 28 días, la resistencia alcanzó **370 kg/cm<sup>2</sup>**, superando los **315 kg/cm<sup>2</sup>** del CP, lo que indica que este diseño con mayor porcentaje de RCD no solo es viable, sino que también mejora significativamente el rendimiento del concreto a largo plazo.

- Para un reemplazo de la CFC al 5% y RCD al 25%:

Tabla N° 34: Resultados de muestras C5RCD25 para R. Compresión

Descripción	Fecha	Edad	Dmt.	Área	Cargas		Promedio
					Vaciado	Rotura	
f'c= 210							
Diseño de Mezcla	31/05/24	07/06/24	7	10	79	21065.4	268
	31/05/24	07/06/24	7	10	79	21707.5	276
	31/05/24	07/06/24	7	10	79	21658	276
5% de cenizade coco	31/05/24	14/06/24	14	10	79	22330.3	284
25% de RCD	31/05/24	14/06/24	14	10	79	21873	279
	31/05/24	14/06/24	14	10	79	22734.3	289
	31/05/24	28/06/24	28	10	79	25818.5	329
	31/05/24	28/06/24	28	10	79	26001	331
	31/05/24	28/06/24	28	10	79	25641.3	326

Fuente 65: Propia

Los resultados del diseño de concreto con **5% (CFC)** y **25% de RCD** muestran un desempeño favorable en comparación con el CP, aunque con diferencias en la evolución de la resistencia. Cumplidos 7 días, la resistencia fue de **273 kg/cm<sup>2</sup>**, superando los **245 kg/cm<sup>2</sup>** del concreto patrón. A los 14 días, la resistencia alcanzó **284 kg/cm<sup>2</sup>**, también superior a los **270 kg/cm<sup>2</sup>** del patrón. Finalmente, a los 28 días, el concreto logró una resistencia de **329 kg/cm<sup>2</sup>**, ligeramente superior a los **315 kg/cm<sup>2</sup>** del diseño patrón, lo que sugiere que este porcentaje de sustitución mejora el rendimiento del concreto, particularmente en las primeras etapas de curado.

- Para un reemplazo de la CFC al 5% y RCD al 50%:

Tabla N° 35: Resultados de muestras C5RCD50 para R. Compresión

Descripción	Fecha	Edad	Dmt.	Área	Cargas		Promedio
					Vaciado	Rotura	
f'c= 210							
Diseño de Mezcla	03/06/24	10/06/24	7	10	79	19621.9	250
	03/06/24	10/06/24	7	10	79	20886.1	266
	03/06/24	10/06/24	7	10	79	21336	272
5% de cenizade coco	03/06/24	17/06/24	14	10	79	21617.8	275
50% de RCD	03/06/24	17/06/24	14	10	79	23887.4	304
	03/06/24	17/06/24	14	10	79	22777.7	290
	03/06/24	01/07/24	28	10	79	26596.8	339
	03/06/24	01/07/24	28	10	79	26992.3	344
	03/06/24	01/07/24	28	10	79	25918.8	330

Fuente 66: Propia

Los resultados del diseño de concreto con **5% (CFC)** y **50% de RCD** muestran una mejora moderada en comparación con el CP. Cumplidos 7 días, se alcanzó una resistencia de **262 kg/cm<sup>2</sup>**, superior a los **245 kg/cm<sup>2</sup>** del patrón, lo que indica un buen desarrollo inicial de la resistencia. Pasados los 14 días, la resistencia fue de **290 kg/cm<sup>2</sup>**, también superando los **275 kg/cm<sup>2</sup>** del CP. Finalmente, a los 28 días, la resistencia alcanzó **337 kg/cm<sup>2</sup>**, ligeramente por encima de los **315 kg/cm<sup>2</sup>** del patrón, lo que demuestra que, aunque este diseño mantiene un rendimiento comparable al concreto convencional, el uso de un 50% de

RCD y un 5% de CFC no compromete la resistencia del material, siendo viable para aplicaciones estructurales.

- Para un reemplazo de la CFC al 10% y RCD al 25%:

*Tabla N° 36: Resultados de muestras C10RCD25 para R. Compresión*

Descripción f'c= 210	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas		Promedio kg/cm2
	Vaciado	Rotura				Kg	kg/cm <sup>2</sup>	
Diseño de Mezcla	04/06/24	11/06/24	7	10	79	20251.7	258	253
	04/06/24	11/06/24	7	10	79	19806.9	252	
	04/06/24	11/06/24	7	10	79	19482.6	248	
10% de cenizade coco 25% de RCD	04/06/24	18/06/24	14	10	79	20755.6	264	268
	04/06/24	18/06/24	14	10	79	21621	275	
	04/06/24	18/06/24	14	10	79	20868.4	266	
	04/06/24	02/07/24	28	10	79	26541.6	338	
	04/06/24	02/07/24	28	10	79	25993.6	331	
	04/06/24	02/07/24	28	10	79	25468.6	324	
	04/06/24	02/07/24	28	10	79	25468.6	324	

*Fuente 67: Propia*

Los resultados del diseño de concreto con **10% (CFC)** y **25% de RCD** muestran un comportamiento positivo en comparación con el CP. Una vez pasados los 7 días, la resistencia a compresión fue de **253 kg/cm<sup>2</sup>**, superando los **245 kg/cm<sup>2</sup>** del concreto patrón, lo que refleja una buena ganancia de resistencia en las primeras etapas. A los 14 días, la resistencia aumentó a **268 kg/cm<sup>2</sup>**, por encima de los **270 kg/cm<sup>2</sup>** del patrón. Finalmente, a los 28 días, el concreto consiguió una resistencia de **331 kg/cm<sup>2</sup>**, superando los **315 kg/cm<sup>2</sup>** del diseño patrón. Estos resultados sugieren que la incorporación de un 10% de CFC y un 25% de RCD no solo mantiene el rendimiento mecánico del concreto, sino que también ofrece un ascenso moderado en la resistencia.

- Para un reemplazo de la CFC al 10% y RCD al 50%:

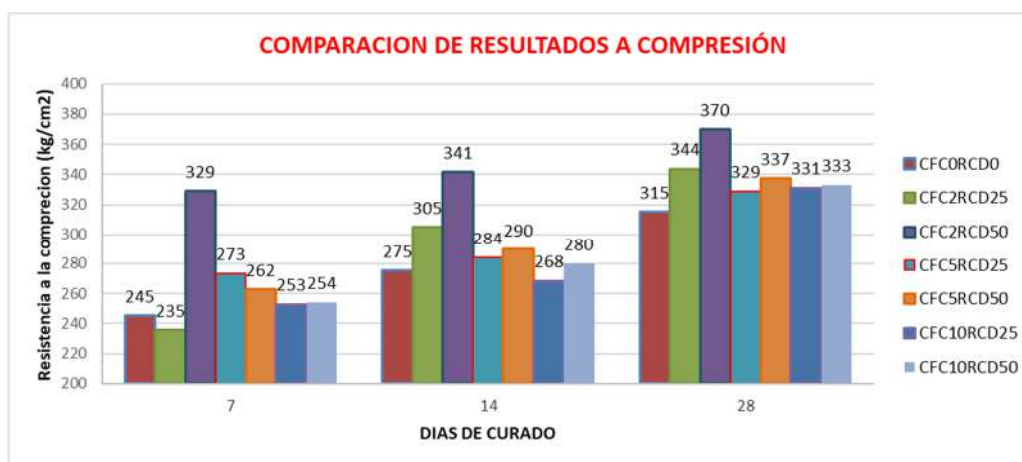
*Tabla N° 37: Resultados de muestras C10RCD50 para R. Compresión*

Descripción f'c= 210	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas		Promedio kg/cm2
	Vaciado	Rotura				Kg	kg/cm <sup>2</sup>	
Diseño de Mezcla	04/06/24	11/06/24	7	10	79	19780.7	252	254
	04/06/24	11/06/24	7	10	79	19588.9	249	
	04/06/24	11/06/24	7	10	79	20499.9	261	
10% de cenizade coco 50% de RCD	04/06/24	18/06/24	14	10	79	22437	286	280
	04/06/24	18/06/24	14	10	79	21404	273	
	04/06/24	18/06/24	14	10	79	22080	281	
	04/06/24	02/07/24	28	10	79	25772.4	328	
	04/06/24	02/07/24	28	10	79	26222.2	334	
	04/06/24	02/07/24	28	10	79	26500.1	337	
	04/06/24	02/07/24	28	10	79	26500.1	337	

*Fuente 68: Propia*

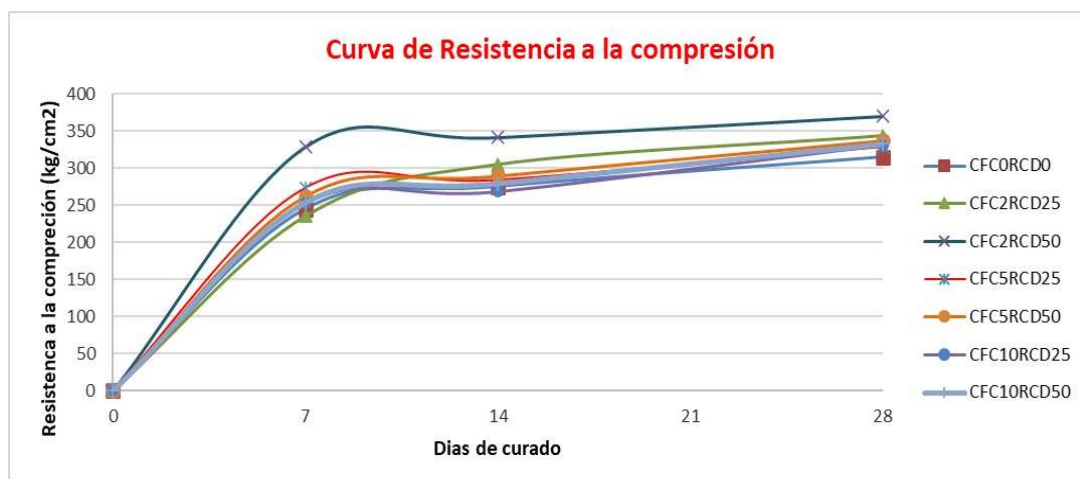
Los resultados del diseño de concreto con **10% (CFC) y 50% de RCD** muestran una mejora constante en comparación con el CP. Al transcurrir los 7 días, la resistencia a compresión fue de **254 kg/cm<sup>2</sup>**, superando los **245 kg/cm<sup>2</sup>** del CP, lo que indica una buena respuesta inicial. A los 14 días, la resistencia alcanzó **280 kg/cm<sup>2</sup>**, superando también los **270 kg/cm<sup>2</sup>** del CP. Finalmente, a los 28 días, la resistencia llegó a **333 kg/cm<sup>2</sup>**, por encima de los **315 kg/cm<sup>2</sup>** del diseño patrón. Estos resultados sugieren que el uso del 10% de CFC y 50% de RCD proporciona una mejora en la resistencia del concreto a largo plazo, mostrando que esta combinación de materiales es viable y beneficiosa para el rendimiento estructural.

Tabla N° 38: Grafica de resultados de compresión



Fuente 69: Propia

Tabla N° 39: Curva de RC



Fuente 70: Propia

### 5.1.12 Resultados del ensayo de resistencia a la Tracción (RT) de probetas de concreto

Los resultados obtenidos para el CP a tracción, con una resistencia de 29 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, muestran un comportamiento acorde con los valores típicos en este tipo de ensayos, comparado con los resultados de compresión. Mientras que el concreto patrón alcanzó 315 kg/cm<sup>2</sup> a compresión, la resistencia a tracción es considerablemente más baja, lo cual es común en materiales cementosos debido a la naturaleza del concreto, que es mucho más eficiente para resistir cargas de compresión que de tracción. Este comportamiento refleja el carácter frágil del concreto cuando se somete a tensiones de tracción, pero el valor de 29 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días es congruente con las propiedades esperadas en concretos convencionales, asegurando un desempeño estructural adecuado cuando se combina con refuerzos como el acero.

Tabla N° 40: Resultados de muestras C0RCD0 para R. Tracción

Descripción	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas		Promedio kg/cm <sup>2</sup>
	Vaciado	Rotura				Kg	kg/cm <sup>2</sup>	
Diseño de Mezcla	01/05/24	29/05/24	28	15	177	20590	29	
Patron	01/05/24	29/05/24	28	15	177	20400	29	
	01/05/24	29/05/24	28	15	177	20750	29	29

Fuente 71: Propia

El diseño de concreto con 2% (CFC) y 25% (RCD) mostraron una resistencia de 33 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, ligeramente superior a los 29 kg/cm<sup>2</sup> obtenidos en el CP. Esta mejora en la resistencia a tracción, aunque moderada, es indicativa de los beneficios que la incorporación de CFC y RCD puede tener en el comportamiento del concreto bajo esfuerzos de tracción. Esto sugiere que el uso de CFC y RCD contribuye a un mejor desempeño mecánico integral del concreto, tanto en compresión como en tracción.

Tabla N° 41: Resultados de muestras C2RCD25 para R. Tracción

Descripción	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas		Promedio kg/cm <sup>2</sup>
	Vaciado	Rotura				Kg	kg/cm <sup>2</sup>	
Diseño de Mezcla	09/05/24	06/06/24	28	15	177	23590	33	
2% de ceniza de coco	09/05/24	06/06/24	28	15	177	23670	33	
25% de RCD	09/05/24	06/06/24	28	15	177	23650	33	33

Fuente 72: Propia

El diseño de concreto con 2% (CFC) y 50% (RCD) mostraron un valor de 35 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, superando los 29 kg/cm<sup>2</sup> obtenidos en el CP. Este incremento en la RT sugiere que la mayor proporción de RCD en combinación con CFC tiene un efecto positivo en la capacidad del concreto para resistir esfuerzos de tracción. La incorporación de 50% de RCD y 2% de CFC

no solo optimiza la RC, sino que también refuerza la capacidad del concreto para resistir tracción, lo que indica un desempeño superior tanto en esfuerzos de compresión como de tracción.

*Tabla N° 42: Resultados de muestras C2RCD50 para R. Tracción*

Descripción	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas		Promedio kg/cm <sup>2</sup>
	Vaciado	Rotura				Kg	kg/cm <sup>2</sup>	
Diseño de Mezcla	15/05/24	12/06/24	28	15	177	24960	35	
2% de cenizade coco	15/05/24	12/06/24	28	15	177	24780	35	
50% de RCD	15/05/24	12/06/24	28	15	177	24410	35	35

*Fuente 73: Propia*

**El diseño de mezcla con 5% (CFC) y 25% (RCD)** logró un valor de 32 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, superando ligeramente los 29 kg/cm<sup>2</sup> del CP, lo que indica una mejora moderada en su capacidad para resistir tensiones de tracción. La combinación de CFC y RCD refuerza tanto la resistencia a tracción como a compresión, mejorando el rendimiento estructural del concreto.

*Tabla N° 43: Resultados de muestras C5RCD25 para R. Tracción*

Descripción	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas		Promedio kg/cm <sup>2</sup>
	Vaciado	Rotura				Kg	kg/cm <sup>2</sup>	
Diseño de Mezcla	01/06/24	29/06/24	28	15	177	22810	32	
5% de cenizade coco	01/06/24	29/06/24	28	15	177	22650	32	
25% de RCD	01/06/24	29/06/24	28	15	177	22640	32	32

*Fuente 74: Propia*

**El diseño de concreto con 5% (CFC) y 50% (RCD)** mostro un valor de 33 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, lo que simboliza una mejora frente a los 29 kg/cm<sup>2</sup> obtenidos en el CP. Este incremento, aunque leve, sugiere que la mayor cantidad de RCD en combinación con CFC tiene un resultado positivo en la RT. Esto indica que la combinación de 5% de CFC y 50% de RCD mejora tanto la resistencia a tracción como a compresión, mostrando un mejor rendimiento integral del concreto en comparación con el diseño patrón, particularmente en términos de resistencia mecánica a largo plazo.

*Tabla N° 44: Resultados de muestras C5RCD50 para R. Tracción*

Descripción	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas		Promedio kg/cm <sup>2</sup>
	Vaciado	Rotura				Lbs./cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	
Diseño de Mezcla	03/06/24	01/07/24	28	15	177	23020	33	
5% de cenizade coco	03/06/24	01/07/24	28	15	177	24200	34	
50% de RCD	03/06/24	01/07/24	28	15	177	22300	32	33

*Fuente 75: Propia*

**El diseño de mezcla con 10% (CFC) y 25% (RCD)** consiguió un valor de 30 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, mostrando una leve mejora frente a los 29 kg/cm<sup>2</sup> del concreto patrón, lo que sugiere una ligera optimización en su capacidad para resistir esfuerzos de tracción. En cuanto a compresión,

se espera que este diseño mantenga o mejore el desempeño respecto al CP, dado que la incorporación de CFC y RCD ha demostrado reforzar el concreto tanto en compresión como en tracción en diseños previos, optimizando su resistencia mecánica integral.

Tabla N° 45: Resultados de muestras C10RCD25 para R. Tracción

Descripción	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas		Promedio kg/cm <sup>2</sup>
	Vaciado	Rotura				Lbs./cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	
Diseño de Mezcla	04/06/24	02/07/24	28	15	177	21410	30	
10% de cenizade coco	04/06/24	02/07/24	28	15	177	21490	30	
25% de RCD	04/06/24	02/07/24	28	15	177	21320	30	30

Fuente 76: Propia

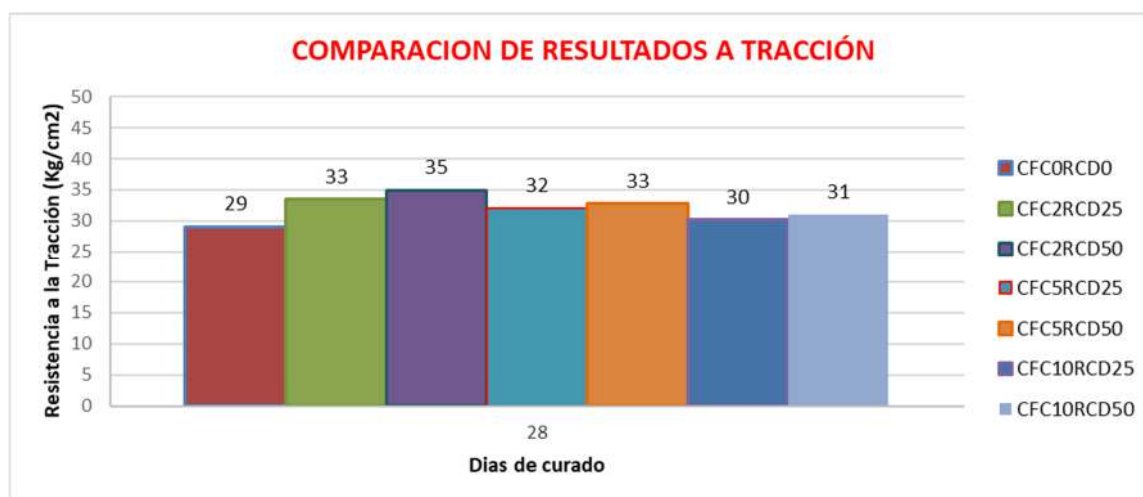
El diseño de mezcla con 10% (CFC) y 50% (RCD) presento un valor de 31 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, superando ligeramente los 29 kg/cm<sup>2</sup> del CP, lo que sugiere una mejora moderada en su capacidad para resistir esfuerzos de tracción. Esta combinación también debería mejorar la resistencia a compresión, ya que tanto la CFC como el RCD han demostrado fortalecer el concreto.

Tabla N° 46: Resultados de muestras C10RCD50 para R. Tracción

Descripción	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cargas		Promedio kg/cm <sup>2</sup>
	Vaciado	Rotura				Lbs./cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	
Diseño de Mezcla	03/06/24	01/07/24	28	15	177	21640	31	
10% de cenizade coco	03/06/24	01/07/24	28	15	177	22260	31	
50 % de RCD	03/06/24	01/07/24	28	15	177	21860	31	31

Fuente 77: Propia

Tabla N° 47: Grafica de resultados de tracción



Fuente 78: Propia

### 5.1.13 Resultados del ensayo de resistencia a la Flexión (RF) de probetas de concreto

**Concreto Patrón (CP):** La RF obtenida para el CP fue de **36 kg/cm<sup>2</sup>** a los 28 días, mientras que la RC alcanzó **315 kg/cm<sup>2</sup>** en ese mismo período. Esto refleja un desempeño adecuado en ambas propiedades mecánicas, cumpliendo con los requisitos esperados para un diseño de **210 kg/cm<sup>2</sup>**.

Tabla N° 48: Resultados de muestras C0RCD0 para R. Flexión

Descripción	Fecha		Edad (días)	Cargas		Promedio kg/cm <sup>2</sup>
	Vaciado	Rotura		Kg	kg/cm <sup>2</sup>	
Diseño de Mezcla Patrón	23/08/24	20/09/24	28	2740	37	36
	23/08/24	20/09/24	28	2650	35	
	23/08/24	20/09/24	28	2740	37	

Fuente 79: Propia

**CFC al 2% y RCD al 25%:** Este diseño mostró una mejora significativa en la RF, alcanzando **45 kg/cm<sup>2</sup>** a los 28 días, lo que simboliza un aumento del 25% respecto al CP (**36 kg/cm<sup>2</sup>**). Estos resultados muestran que la incorporación de CFC y RCD en estos porcentajes mejora tanto la flexión como la compresión, favoreciendo el desempeño mecánico del concreto.

Tabla N° 49: Resultados de muestras C2RCD25 para R. Flexión

Descripción	Fecha		Edad (días)	Cargas		Promedio kg/cm <sup>2</sup>
	Vaciado	Rotura		Kg	kg/cm <sup>2</sup>	
Diseño de Mezcla 2% de cenizade coco	26/08/24	23/09/24	28	3320	44	45
	26/08/24	23/09/24	28	3380	45	
	26/08/24	23/09/24	28	3400	45	

Fuente 80: Propia

**CFC al 2% y RCD al 50%:** En este caso, la resistencia a flexión aumentó ligeramente hasta **46 kg/cm<sup>2</sup>**, un 27.78% mayor que el CP. Este comportamiento sugiere que un mayor porcentaje de RCD con CFC al 2% incrementa las propiedades mecánicas del concreto de forma consistente.

Tabla N° 50: Resultados de muestras C2RCD50 para R. Flexión

Descripción	Fecha		Edad (días)	Cargas		Promedio kg/cm <sup>2</sup>
	Vaciado	Rotura		Kg	kg/cm <sup>2</sup>	
Diseño de Mezcla 2% de cenizade coco	27/08/24	24/09/24	28	3470	46	46
	27/08/24	24/09/24	28	3480	46	
	27/08/24	24/09/24	28	3500	47	

Fuente 81: Propia

**CFC al 5% y RCD al 25%:** Para este diseño, se logró una resistencia de 43 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa una mejora del 19.4% en relación al CP. Estos resultados indican que, aunque la resistencia a flexión es menor al contrario con un diseño con 2% de CFC, aún se observan mejoras notables en relación con el patrón.

*Tabla N° 51: Resultados de muestras C5RCD25 para R. Flexión*

Descripción	Fecha		Edad (días)	Cargas		Promedio kg/cm <sup>2</sup>
	Vaciado	Rotura		Kg	kg/cm <sup>2</sup>	
Diseño de Mezcla	28/08/24	25/09/24	28	3210	43	
5% de cenizade coco	28/08/24	25/09/24	28	3220	43	
25% de RCD	28/08/24	25/09/24	28	3260	43	43

*Fuente 82: Propia*

**CFC al 5% y RCD al 50%:** La resistencia fue de 44 kg/cm<sup>2</sup>, un 22% superior al CP. Este resultado mostrando que este diseño, aunque no tan efectivo como el de CFC al 2%, ofrece una mejora global respecto al CP.

*Tabla N° 52: Resultados de muestras C5RCD50 para R. Flexión*

Descripción	Fecha		Edad (días)	Cargas		Promedio kg/cm <sup>2</sup>
	Vaciado	Rotura		Kg	kg/cm <sup>2</sup>	
Diseño de Mezcla	29/08/24	26/09/24	28	3310	44	
5% de cenizade coco	29/08/24	26/09/24	28	3390	45	
50% de RCD	29/08/24	26/09/24	28	3290	44	44

*Fuente 83: Propia*

**CFC al 10% y RCD al 25%:** En este caso, la resistencia disminuyó a 39 kg/cm<sup>2</sup>, solo un 8.33% superior al CP. Lo que indica que un mayor contenido de CFC reduce ligeramente la flexión, pero mantiene buenas propiedades en términos de compresión.

*Tabla N° 53: Resultados de muestras C10RCD25 para R. Flexión*

Descripción	Fecha		Edad (días)	Cargas		Promedio kg/cm <sup>2</sup>
	Vaciado	Rotura		Kg	kg/cm <sup>2</sup>	
Diseño de Mezcla	29/08/24	26/09/24	28	2960	39	
10% de cenizade coco	29/08/24	26/09/24	28	2840	38	
25% de RCD	29/08/24	26/09/24	28	2930	39	39

*Fuente 84: Propia*

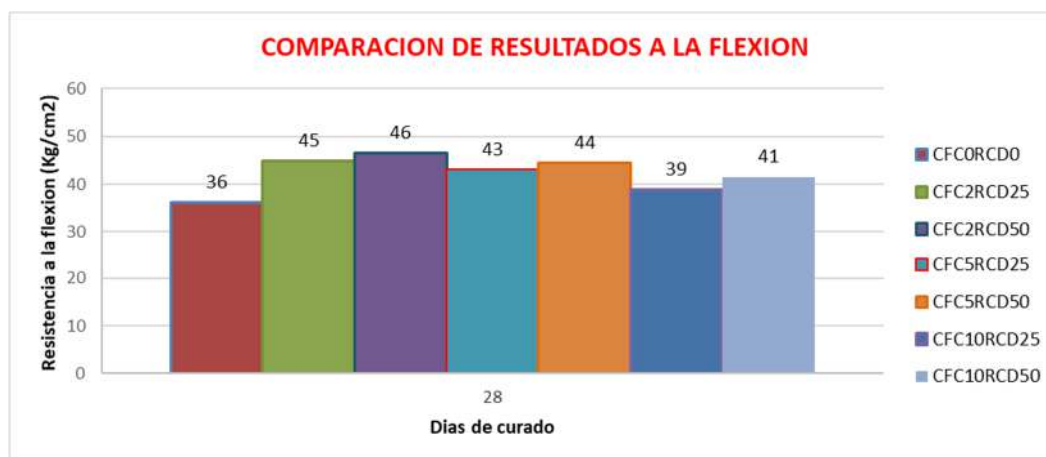
**CFC al 10% y RCD al 50%:** Finalmente, la resistencia fue de 41 kg/cm<sup>2</sup>, un 13.89% superior al CP. A pesar de que las resistencias a flexión y compresión disminuyen levemente con el 10% de CFC, el uso de 50% de RCD sigue siendo beneficioso.

Tabla N° 54: Resultados de muestras C10RCD50 para R. Flexión

Descripción	Fecha		Edad (días)	Cargas		Promedio kg/cm <sup>2</sup>
	Vaciado	Rotura		Kg	kg/cm <sup>2</sup>	
Diseño de Mezcla	02/09/24	30/09/24	28	3080	41	
10% de ceniza de coco	02/09/24	30/09/24	28	3150	42	
50 % de RCD	02/09/24	30/09/24	28	3090	41	41

Fuente 85: Propia

Tabla N° 55: Grafica de resultados de flexión



Fuente 86: Propia

#### 5.1.14 Costo unitario del concreto patrón y concreto con CFC y agregado grueso de RCD

Costo por bolsa de CFC:

Tabla N° 56: Análisis del costo de la CFC

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PARTIDA: Carguío y transporte de la fibra de coco				Total S/. 71.50		
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario	Parcial	Total
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>				<b>71.50</b>		
Saco de 40 kg de fibra de coco	sacos		21.50	1.00	21.50	
Camioneta	und		1.00	50.00	50.00	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PARTIDA: Costo de ceniza de coco por bolsa				Total S/. 127.5		
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario	Parcial	Total
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>41.0</b>		
Peón			1	41	41.0	
<b>MATERIALES</b>				<b>71.5</b>		
Fibra de coco	und		1.00	71.50	71.5	
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>				<b>15.0</b>		
Fragua	und		1.0000	15.00	15.0	

Fuente 87: Propia

Costo por kg de RCD:

Tabla N° 57: Análisis del costo de RCD

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>PARTIDA:</b> Cargador frontal S/LL 2.50Y3 100-125HP 1.91M3						
<b>RENDIMIENTO:</b> 620 m3/dia						
						<b>Total S/. 2.58</b>
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario	Parcial	Total
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>						
Cargador frontal S/LL 2.50Y3 100-125HP 1.91M3	hm	1.00	0.0129	200.00	2.58	
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>PARTIDA:</b> Cargador frontal S/LL 2.50Y3 100-125HP 1.91M3						
<b>RENDIMIENTO:</b> 182 m3/dia						
						<b>Total S/. 14.96</b>
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario	Parcial	Total
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>						
Camion volquete 12m3	hm	1.00	0.0440	340.00	14.96	
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>PARTIDA:</b> Carguío y transporte del RCD a la chancadora						
						<b>Total S/. 17.54</b>
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario	Parcial	Total
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>						
Cargador frontal S/LL 2.50Y3 100-125HP	m3		1.00	2.58	2.58	
Camion volquete 12m3	m3		1.00	14.96	14.96	
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>PARTIDA:</b> Costo por m3 de RCD						
<b>RENDIMIENTO:</b> 180 m3/dia						
						<b>Total S/. 34.13</b>
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario	Parcial	Total
<b>MANO DE OBRA</b>						
Operario	hh	1.00	0.0444	27.14	1.21	
Peón	hh	1.00	0.0444	19.31	0.86	
<b>MATERIALES</b>						
RCD	m3		1.00	17.54	17.54	
Gasolina 90	gl		0.38	15.00	5.64	
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>						
Trituradora de piedra	hm	1	0.04	150.00	6.66	
Zaranda vibratoria 15HP	hm	1.00	0.0444	50.00	2.22	

Fuente 88: Propia

Costo unitario:

Tabla N° 58: APU Diseño de mezcla Patrón

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PARTIDA:		Diseño de mezcla Patrón				
RENDIMIENTO:		20	m <sup>3</sup> /día			
					Total S/.	358.66
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario	Parcial	Total
<b>MANO DE OBRA</b>						
Oficial	hh	1.00	0.4000	21.33	8.53	
Operario	hh	1.00	0.4000	21.33	8.53	
Peón	hh	4.00	1.6000	19.31	30.90	
<b>MATERIALES</b>						
Cemento Portland Tipo I	bls		8.70	31.00	269.70	
Agua m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>		0.21	10.00	2.09	
Arena	m <sup>3</sup>		0.29	45.00	13.15	
Grava	m <sup>3</sup>		0.37	55.00	20.32	
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>						
Desgaste de herramientas	% MO		3.0000	47.96	1.44	
Mescladora de concreto	hm	1.00	0.4000	10.00	4.00	
						<b>47.96</b>
						<b>305.26</b>
						<b>5.44</b>

Fuente 89: Propia

Tabla N° 59: APU Diseño de mezcla con CFC 2% RCD 25%

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PARTIDA:		Diseño de mezcla con CFC 2% RCD 25%				
RENDIMIENTO:		20	m <sup>3</sup> /día			
					Total S/.	365.55
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario	Parcial	Total
<b>MANO DE OBRA</b>						
Oficial	hh	1.00	0.4000	21.33	8.53	
Operario	hh	1.00	0.4000	21.33	8.53	
Peón	hh	4.00	1.6000	19.31	30.90	
<b>MATERIALES</b>						
Cemento Portland Tipo I	bls		8.49	31.00	263.08	
Ceniza de fibra de coco	bls		0.12	127.50	15.49	
Agua m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>		0.20	10.00	2.04	
Arena	m <sup>3</sup>		0.29	45.00	13.15	
Grava	m <sup>3</sup>		0.28	55.00	15.24	
Rcd	m <sup>3</sup>		0.09	34.13	3.15	
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>						
Desgaste de herramientas	% MO		3.0000	47.96	1.44	
Mescladora de concreto	hm	1.00	0.4000	10.00	4.00	
						<b>47.96</b>
						<b>312.15</b>
						<b>5.44</b>

Fuente 90: Propia

Tabla N° 60: APU Diseño de mezcla con CFC 2% RCD 50%

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PARTIDA:		Diseño de mezcla con CFC 2% RCD 50%				
RENDIMIENTO:		20	m <sup>3</sup> /día			
					Total S/.	363.62
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio		
				Unitario	Parcial	Total
<b>MANO DE OBRA</b>						
Oficial	hh	1.00	0.4000	21.33	8.53	
Operario	hh	1.00	0.4000	21.33	8.53	
Peón	hh	4.00	1.6000	19.31	30.90	
<b>MATERIALES</b>						
Cemento Portland Tipo I	bls		8.49	31.00	263.08	
Ceniza de fibra de coco	m <sup>3</sup>		0.12	127.50	15.49	
Agua m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>		0.20	10.00	2.04	
Arena	m <sup>3</sup>		0.29	45.00	13.15	
Grava	m <sup>3</sup>		0.18	55.00	10.16	
Rcd	m <sup>3</sup>		0.18	34.13	6.30	
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>						
Desgaste de herramientas	% MO		3.0000	47.96	1.44	
Mescladora de concreto	hm	1.00	0.4000	10.00	4.00	
						<b>47.96</b>
						<b>310.22</b>
						<b>5.44</b>

Fuente 781: Propia

Tabla N° 61: APU Diseño de mezcla con CFC 5% RCD 25%

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
PARTIDA: Diseño de mezcla con CFC 5% RCD 25%							
RENDIMIENTO: 20 m <sup>3</sup> /día							
						Total S/.	380.72
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio			
				Unitario	Parcial	Total	
<b>MANO DE OBRA</b>							
Oficial	hh	1.00	0.4000	21.33	8.53		
Operario	hh	1.00	0.4000	21.33	8.53		
Peón	hh	4.00	1.6000	19.31	30.90		
<b>MATERIALES</b>							
Cemento Portland Tipo I	bls		8.23	31.00	255.03		
Ceniza de fibra de coco	m <sup>3</sup>		0.30	127.50	38.73		
Agua m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>		0.20	10.00	2.02		
Arena	m <sup>3</sup>		0.29	45.00	13.15		
Grava	m <sup>3</sup>		0.28	55.00	15.24		
Rcd	m <sup>3</sup>		0.09	34.13	3.15		
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>							
Desgaste de herramientas	% MO		3.0000	47.96	1.44		
Mescladora de concreto	hm	1.00	0.4000	10.00	4.00		
						<b>47.96</b>	
						<b>327.32</b>	
						<b>5.44</b>	

Fuente 92: Propia

Tabla N° 62: APU Diseño de mezcla con CFC 5% RCD 50%

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
PARTIDA: Diseño de mezcla con CFC 5% RCD 50%							
RENDIMIENTO: 20 m <sup>3</sup> /día							
						Total S/.	378.79
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio			
				Unitario	Parcial	Total	
<b>MANO DE OBRA</b>							
Oficial	hh	1.00	0.4000	21.33	8.53		
Operario	hh	1.00	0.4000	21.33	8.53		
Peón	hh	4.00	1.6000	19.31	30.90		
<b>MATERIALES</b>							
Cemento Portland Tipo I	bls		8.23	31.00	255.03		
Ceniza de fibra de coco	m <sup>3</sup>		0.30	127.50	38.73		
Agua m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>		0.20	10.00	2.02		
Arena	m <sup>3</sup>		0.29	45.00	13.15		
Grava	m <sup>3</sup>		0.18	55.00	10.16		
Rcd	m <sup>3</sup>		0.18	34.13	6.30		
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>							
Desgaste de herramientas	% MO		3.0000	47.96	1.44		
Mescladora de concreto	hm	1.00	0.4000	10.00	4.00		
						<b>47.96</b>	
						<b>325.39</b>	
						<b>5.44</b>	

Fuente 93: Propia

Tabla N° 63: APU Diseño de mezcla con CFC 10% RCD 25%

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
PARTIDA: Diseño de mezcla con CFC 10% RCD 25%							
RENDIMIENTO: 20 m <sup>3</sup> /día							
						Total S/.	406.01
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio			
				Unitario	Parcial	Total	
<b>MANO DE OBRA</b>							
Oficial	hh	1.00	0.4000	21.33	8.53		
Operario	hh	1.00	0.4000	21.33	8.53		
Peón	hh	4.00	1.6000	19.31	30.90		
<b>MATERIALES</b>							
Cemento Portland Tipo I	bls		7.79	31.00	241.61		
Ceniza de fibra de coco	m <sup>3</sup>		0.61	127.50	77.47		
Agua m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>		0.20	10.00	1.99		
Arena	m <sup>3</sup>		0.29	45.00	13.15		
Grava	m <sup>3</sup>		0.28	55.00	15.24		
Rcd	m <sup>3</sup>		0.09	34.13	3.15		
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>							
Desgaste de herramientas	% MO		3.0000	47.96	1.44		
Mescladora de concreto	hm	1.00	0.4000	10.00	4.00		
						<b>47.96</b>	
						<b>352.61</b>	
						<b>5.44</b>	

Fuente 94: Propia

Tabla N° 64: APU Diseño de mezcla con CFC 10% RCD 50%

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
PARTIDA: Diseño de mezcla con CFC 10% RCD 50%							
RENDIMIENTO: 20 m <sup>3</sup> /día							
						Total S/.	404.08
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio			
				Unitario	Parcial	Total	
<b>MANO DE OBRA</b>							
Oficial	hh	1.00	0.4000	21.33	8.53		
Operario	hh	1.00	0.4000	21.33	8.53		
Peón	hh	4.00	1.6000	19.31	30.90		
<b>MATERIALES</b>							
Cemento Portland Tipo I	bs		7.79	31.00	241.61		
Ceniza de fibra de coco	m <sup>3</sup>		0.61	127.50	77.47		
Agua m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>		0.20	10.00	1.99		
Arena	m <sup>3</sup>		0.29	45.00	13.15		
Grava	m <sup>3</sup>		0.18	55.00	10.16		
Rcd	m <sup>3</sup>		0.18	34.13	6.30		
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>							
Desgaste de herramientas	% MO		3.0000	47.96	1.44		
Mescladora de concreto	hm	1.00	0.4000	10.00	4.00		
						<b>5.44</b>	

Fuente 95: Propia

## 5.2 Discusión

1. El primer objetivo específico de esta investigación fue caracterizar la CFC para evaluar su potencial como material cementicio suplementario. Los resultados mostraron un contenido de humedad del 1.52%, una densidad de 2.21 g/cm<sup>3</sup> y una composición química que incluye 68.20% de SiO<sub>2</sub>, 2.13% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 0.64% de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Estos hallazgos son consistentes con antecedentes como B. Naraindas (2021) se reportaron contenidos de humedad que variaban entre el 1.0% y el 1.5% para la ceniza de coco, muy similar al 1.52% obtenido en este estudio, también se puede observar que densidad de la ceniza de coco en este estudio fue de 2.21 g/cm<sup>3</sup>, lo que es inferior a la densidad del cemento Portland tradicional (aproximadamente 3.10-3.15 g/cm<sup>3</sup>), pero muy similar a los valores obtenidos por Naraindas (2021), que reportó densidades de 2.20-2.25 g/cm<sup>3</sup> para la CFC. En cuanto a los contenidos de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2.13%) y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.64%) encontrados en este estudio, estos valores están alineados con los resultados presentados por Naraindas (2021), que también observó valores bajos para estos óxidos en la ceniza de coco, con Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en un rango de 2-5% y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en menos del 2%. Si bien estos compuestos están presentes en menores cantidades que la sílice, también contribuyen a las reacciones puzolánicas. El contenido de SiO<sub>2</sub> obtenido en esta investigación (68.20%) es similar al rango presentado por Naraindas (2021) y Sathsara Ranatunga (2023), que reporta un contenido de dióxido de silicio entre 40% y 70%. Este rango de valores es indicativo de una capacidad puzolánica significativa, ya que la sílice reactiva es clave para formar silicatos de calcio hidratados (C-S-H) adicionales cuando reacciona con el hidróxido de calcio liberado durante la hidratación del cemento. Este proceso mejora la resistencia del concreto a largo plazo. Ambos estudios sugieren que el uso de ceniza de coco con

un contenido de  $\text{SiO}_2$  alto contribuye a mejorar la RC particularmente en edades mayores de curado, como se observó en los resultados a los 28 días. La alta cantidad de sílice favorece la actividad puzolánica del material, esencial para la formación de compuestos que mejoran la resistencia del concreto. Además, el contenido de humedad y la densidad son parámetros que según sus proporciones pueden afectar el comportamiento del material durante la mezcla y el curado del concreto.

2. El segundo objetivo específico de la investigación fue caracterizar las propiedades físicas, mecánicas y químicas del agregado grueso de RCD mediante ensayos de granulometría, contenido de humedad, peso específico, absorción y abrasión. Los resultados obtenidos se comparan a continuación con antecedentes relevantes en la literatura sobre el uso de RCD en mezclas de concreto. Los ensayos de PU suelto y compactado revelaron valores de  $1212 \text{ kg/m}^3$  y  $1519 \text{ kg/m}^3$ , respectivamente. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Younes et al. (2023), se observa que el peso unitario suelto de los RCD en ese estudio fue de  $1250 \text{ kg/m}^3$ , mientras que el peso unitario compactado fue de  $1570 \text{ kg/m}^3$ . Estas cifras son similares a las obtenidas en el presente estudio, lo que sugiere una consistencia en las propiedades físicas de los agregados de RCD, lo que es alentador para su aplicación en mezclas de concreto. El contenido de humedad del 1.10% y el porcentaje de absorción de 4.48% indican que el RCD presenta una capacidad moderada de retener agua, lo cual es crucial para el comportamiento del concreto. Comparando los resultados obtenidos por Younes et al. (2023) mencionan un valor del 2.5%, que es notablemente más alto que el 1.10% obtenido en este estudio. Este menor contenido de humedad puede resultar ventajoso en términos de durabilidad, ya que sugiere una menor predisposición a problemas de humedad en el concreto. Además, el porcentaje de absorción reportado por Younes (2023) es del 9.10%, comparado con el 4.48% de este estudio. Un porcentaje de absorción más bajo implica una menor capacidad del agregado para retener agua, lo que puede influir positivamente en el rendimiento del concreto en términos de resistencia y durabilidad. Este contenido es esencial para el correcto manejo del material y su rendimiento en mezclas de concreto. El peso específico de  $2.361 \text{ g/cm}^3$  obtenido en este estudio se encuentra dentro del rango esperado, aunque Younes et al. (2023) reportan un peso específico de  $2.19 \text{ g/cm}^3$  para sus agregados reciclados. Esta diferencia puede deberse a la variabilidad en la fuente de los RCD. Sin embargo, ambos valores son representativos de agregados reciclados, lo que sugiere que estos materiales pueden ser utilizados de manera efectiva en la formulación de concreto. La capacidad del RCD para

cumplir con los requisitos de peso específico refuerza la idea de que este material tiene un potencial considerable para ser manejado en la producción de concreto estructural. El porcentaje de desgaste por abrasión del 26.4% requiere una consideración cuidadosa. Este valor es relativamente alto en comparación con lo reportado por Salcedo (2023) varía entre **25 y 40%**, lo que hace que mi resultado de **26.4%** sea coherente con lo esperado. Esto indica que, aunque los agregados reciclados son susceptibles a la abrasión, el material analizado presenta propiedades adecuadas para aplicaciones en construcción, aunque el desgaste por abrasión puede ser un factor limitante, el uso de RCD puede ser viable para aplicaciones específicas donde las demandas de resistencia al desgaste no son críticas. Los resultados químicos de RCD mostraron concentraciones de sales solubles (0.19%), cloruros (0.12%) y sulfatos (0.06%), lo que podría afectar la durabilidad del concreto reciclado. Estudios como Younes (2023) sugieren que un tratamiento adecuado de los RCD y el empleo de puzolanas, como cenizas de cáscara de arroz, mejoran la durabilidad. Bai (2024) señala que, a pesar de la mayor permeabilidad, un manejo cuidadoso de la mezcla y aditivos puede mitigar los efectos negativos de los RCD en las propiedades del concreto.

3. El tercer objetivo específico es evaluar la resistencia a compresión, flexión y tracción de un concreto que sustituye parcialmente el cemento con (CFC) en proporciones de 2%, 5% y 10%, y reemplaza el 25% y 50% del agregado de (RCD), comparándolo con un CP de  $F' C = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Los resultados obtenidos muestran que el CP alcanzó una resistencia máxima de  $315 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días. En el diseño con 2% de CFC y 25% de RCD, se adquirió una resistencia de  $344 \text{ kg/cm}^2$  (9,2% superior al patrón), mientras que con 2% de CFC y 50% de RCD la resistencia llegó a  $370 \text{ kg/cm}^2$  (17,4% superior). Para 5% de CFC y 25% de RCD, la resistencia fue de  $329 \text{ kg/cm}^2$  (4.4% superior), y con 50% de RCD fue de  $337 \text{ kg/cm}^2$  (7% superior). En los diseños con 10% de CFC y 25% y 50% de RCD, las resistencias fueron de  $331 \text{ kg/cm}^2$  (5% superior) y  $333 \text{ kg/cm}^2$  (5.7% superior), respectivamente. Estos resultados muestran que la combinación óptima fue la de 2% de CFC y 50% de RCD, con una mejora significativa del 19,7%. Comparando con los resultados obtenidos por Xixuan Bai (2024), en su proyecto sobre hormigón permeable con áridos reciclados (RCD) y humo de sílice (SF), se observó que la resistencia a compresión con 7% de SF fue 4,4% mayor que la muestra de referencia, mientras que con 9% de SF la mejora fue del 2,9%. En ambos casos, se utilizó un 50% de RCD en la mezcla, lo que refleja la mejora de la resistencia cuando se emplean áridos reciclados. Esto sugiere que, al igual que en esta tesis, la adición de materiales

alternativos como CFC y SF mejora la resistencia hasta un punto óptimo, seguido de una disminución o estabilización en porcentajes mayores, con incrementos observados en esta tesis (hasta 19,7%) significativamente superiores a los observados por Xixuan Bai (2024) (hasta 4,4%) y Willians Eliana (2023) con un aumento en su RC de 9.1% con respecto al concreto tradicional. En cuanto a la resistencia a tracción, la investigación muestra que la adición de (CFC) y (RCD) mejora ligeramente los resultados con respecto con el CP de 29 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Con un 2% de CFC y 25% de RCD, la resistencia a tracción aumentó un 13,8% (33 kg/cm<sup>2</sup>), mientras que con 2% de CFC y 50% de RCD, el incremento fue del 20,7% (35 kg/cm<sup>2</sup>). Con 5% de CFC y 25% de RCD, se logró un aumento del 10,3% (32 kg/cm<sup>2</sup>), y con 5% de CFC y 50% de RCD, un 13,8% (33 kg/cm<sup>2</sup>) y finalmente, con 10% de CFC y 25% de RCD, la mejora fue del 3,4% (30 kg/cm<sup>2</sup>), mientras que con 10% de CFC y 50% de RCD, el incremento fue del 6,9% (31 kg/cm<sup>2</sup>). Estos valores indican que el uso combinado de CFC y RCD tiene un impacto efectivo en la resistencia a tracción del concreto, especialmente con mayores porcentajes de RCD, siendo más efectivo que el CP. Comparando los resultados de resistencia a tracción con los obtenidos por Younes et al. (2024), su estudio muestra que al sustituir el 50% de los agregados naturales por agregados de (RCD), la resistencia a tracción aumentó un 20%, de 1.7 MPa (patrón) a 2.2 MPa. En nuestra investigación, al utilizar un 50% de (RCD) combinado con un 2% de (CFC), logramos un incremento del 20.7% en la resistencia a tracción, alcanzando 35 kg/cm<sup>2</sup>, lo que resalta el efecto positivo de la CFC en mejorar esta propiedad. Además, con un 5% de CFC y 50% RCD, el incremento fue del 13.8%, destacando cómo la adición de CFC, junto con el RCD, optimiza las propiedades mecánicas, incluso superando el 10.3% observado con 5% CFC y 25% RCD, donde podemos resaltar lo obtenido por Naraindas (2021) que al remplazar la cascara de ceniza de coco de 5% y 10% obtuvo un aumento de resistencia 5% y 14% en la resistencia a tracción, esto refuerza la contribución clave de la ceniza de coco en la mejora de la resistencia a tracción, complementando los beneficios del RCD. En este análisis, se evaluó también la RF del concreto donde en el CP mostró una resistencia de 36 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, mientras que con 2% de CFC y 25% de RCD, la resistencia aumentó a 45 kg/cm<sup>2</sup>, un 25% más. Con 50% de RCD y 2% de CFC, la resistencia alcanzó 46 kg/cm<sup>2</sup>, mejorando un 27.78%. Con 5% de CFC y 25% de RCD, la resistencia fue de 43 kg/cm<sup>2</sup>, un 19.44% mayor, y con 50% de RCD llegó a 44 kg/cm<sup>2</sup>, un 22.22% superior. Finalmente, con 10% de CFC y 25% de RCD, se obtuvo un valor de 39 kg/cm<sup>2</sup>, un 8.33% y con 50% de RCD, la resistencia fue de 41

kg/cm<sup>2</sup> más 13.89% más que el CP. En contraste, según Hua lu. (2024), se observó una tendencia opuesta, con un 25% y 50% de RCD, la resistencia a flexión disminuyó en un 10% a 20% en comparación con el hormigón convencional. Esto sugiere que, en el presente estudio, la incorporación de CFC logra compensar e incluso optimizar la resistencia a flexión del concreto, según los resultados obtenidos por Naraindas (2021) que al remplazar la cascara de ceniza de coco de 5% y 10% presento un aumento de 9% y 15% en la resistencia a flexión.

4. Para discutir el objetivo específico de determinar los porcentajes óptimos para la sustitución de CFC como material cementicio suplementario y AG de (RCD) en el concreto en relación a los porcentajes estudiados, es fundamental analizar los resultados experimentales obtenidos en cuanto a las propiedades mecánicas de la mezcla. El análisis de las propiedades mecánicas del concreto con sustituciones parciales de (CFC) y (RCD) revela que los porcentajes óptimos son 2% de CFC y 50% de RCD, logrando incrementos significativos en la RC (17,4%), RT (20,7%) y RF (27.78%) en comparación con el CP. Estos resultados superan a investigaciones previas, como las de Xixuan Bai (2024), que mostró mejoras de hasta 4,4% en compresión con humo de sílice (SF), y Younes et al. (2024), que logró un aumento del 20% en tracción con RCD. Aumentar el porcentaje de CFC más allá del 2% no mejora significativamente las propiedades mecánicas, pero los resultados menores al 10% siguen teniendo resultados favorables en el concreto, lo que sugiere que esta proporción es óptima cuando se combina con un 50% de RCD.
5. El análisis comparativo de costos unitarios entre el concreto patrón y los diseños de mezcla que incorporan (CFC) y (RCD) revela diferencias significativas. El CP presenta el costo más bajo, con un valor de 358.66 soles por m<sup>3</sup>. Al introducir 2% de CFC y 25% de RCD, el costo aumenta a 365.55 soles, y con 50% de RCD, el costo es similar, 363.62 soles. Estos incrementos iniciales, aunque moderados, reflejan el costo asociado a la sustitución parcial de materiales tradicionales por CFC y RCD, sin un aumento drástico en los costos. En los diseños con 5% de CFC, el costo asciende a 380.72 soles con 25% de RCD y a 378.79 soles con 50% de RCD, lo que representa un incremento mayor, pero aún controlado. Sin embargo, cuando se utiliza 10% de CFC, los costos aumentan de manera más pronunciada, alcanzando 406.1 soles con 25% de RCD y 404.08 soles con 50% de RCD. Estos incrementos reflejan los mayores costos de incorporar porcentajes más altos de CFC, igual a lo investigado por Eliana Willians (2023) tuvo un incremento de 1 USD al sustituir un 5% de cemento por CFC lo que confirma que la

producción de ceniza de coco implica un proceso adicional como su recolección y calcinación. A nivel comparativo, las mezclas con 2% y 5% de CFC, junto con RCD, representan opciones económicamente viables, con incrementos de costo relativamente moderados en relación con el CP. Sin embargo, a partir del 10% de CFC, los costos empiezan a elevarse significativamente, lo que podría limitar su viabilidad económica, a pesar de las mejoras en las propiedades mecánicas del concreto. Por lo tanto, el análisis sugiere que las combinaciones más óptimas en términos de costos y beneficios serían aquellas que incluyen un 2% o 5% de CFC con hasta 50% de RCD.

## 6. Conclusión

**Conclusión sobre la caracterización de (CFC):** Los resultados de caracterización de la CFC muestran que posee un alto contenido de  $\text{SiO}_2$  (68.20%) y densidad de  $2.21 \text{ g/cm}^3$ , lo cual indica un buen potencial como material puzolánico. Este contenido de sílice reactiva sugiere que la CFC puede contribuir a mejorar la RC del concreto a largo plazo.

**Conclusión sobre la caracterización de los agregados reciclados de RCD:** Los resultados muestran que los agregados de RCD presentan un peso específico adecuado ( $2.361 \text{ g/cm}^3$ ) y una absorción relativamente baja (4.48%) en comparación con otros resultados de RCD. Aunque su resistencia al desgaste por abrasión (26.4%) requiere atención, sus propiedades físicas son consistentes con estudios previos, lo que indica que los RCD son viables para aplicaciones en concreto.

**Conclusión sobre la resistencia a compresión, flexión y tracción del concreto con CFC y RCD:** La mezcla óptima, con 2% de CFC y 50% de RCD, mejoró la RC en un 17,4%, la RT en un 20,7% y RF en un 27.78%, en comparación con el CP. Estos resultados destacan el potencial de la CFC y el RCD para mejorar el rendimiento del concreto, siendo más eficaces que otros materiales suplementarios estudiados.

**Conclusión sobre los porcentajes óptimos de sustitución:** Se determinó que la combinación óptima es el uso del 2% de CFC y 50% de RCD, logrando mejoras significativas en las propiedades mecánicas del concreto, especialmente en la resistencia a compresión, tracción y flexión, superando a investigaciones previas con materiales similares.

**Conclusión del Análisis del costo unitario:** El análisis de costos unitarios comparativo entre el CP y las mezclas que incluyen (CFC) y (RCD) indica que, si bien la inclusión de estos materiales alternativos implica un aumento moderado en los costos, las mezclas que contienen un 2% o 5% de CFC con un 25% o 50% de RCD se presentan como opciones económicamente

sostenibles. Con precios que varían entre 363.62 y 380.72 soles por m<sup>3</sup>, estas combinaciones logran un balance atractivo entre sostenibilidad y viabilidad económica. No obstante, al incrementar el porcentaje de CFC al 10%, los costos se elevan de manera significativa, lo que podría restringir su aplicación en proyectos donde la gestión del presupuesto es fundamental. Este análisis subraya la relevancia de optimizar las proporciones de CFC y RCD en el diseño de mezclas de concreto, sugiriendo que un enfoque cuidadoso en la inclusión de materiales reciclados y alternativos puede fomentar la sostenibilidad en la construcción sin comprometer la rentabilidad.

## 7. Recomendación

- Uso de ceniza de fibra de coco (CFC): para futuras investigaciones si se planea usar CFC se recomienda realizar un análisis físico y químico de distintos tipos de coco según la zona en la que se ha cultivado, debido a que esto puede darnos un conocimiento más abarcado del comportamiento de las cenizas tanto química como físicas.
- Optimización del uso de RCD: Dado que la adición del 50% de agregado grueso reciclado (RCD) resultó en mejoras significativas en la resistencia del concreto, se sugiere investigar tratamientos adicionales para mejorar la calidad del RCD, como la eliminación de impurezas y el pretratamiento superficial con materiales puzolánicos o aditivos para reducir su absorción y mejorar su durabilidad.
- Aplicaciones específicas: Dado que los resultados del estudio muestran un incremento considerable en las propiedades mecánicas, sería útil explorar el uso de este concreto modificado en componentes estructurales que requieren alta resistencia como columnas y vigas.

## 8. Referencias

- [1] Naraindas Bheel, Sajjad Mangi, y Shanker Lal, «Coconut Shell Ash as Cementitious Material in Concrete: A Review», *J. Kejuruter.*, vol. 33, pp. 27-38, feb. 2021, doi: [https://www.researchgate.net/publication/349711351\\_Coconut\\_Shell\\_Ash\\_as\\_Cementitious\\_Material\\_in\\_Concrete\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/349711351_Coconut_Shell_Ash_as_Cementitious_Material_in_Concrete_A_Review).
- [2] C. Cossio-Mena, E. Williams-Urango, D. Palacios-Mosquera, y O. Arbelaez-Perez, «Ceniza de cáscara de coco como sustituto del cemento: efecto de la temperatura de calcinación», *ITECKNE*, vol. 20, jul. 2023, doi: 10.15332/iteckne.v20i2.3006.
- [3] J. W. E. Silupu, J. E. F. Franco, R. E. B. Gutiérrez, y C. A. R. Pary, «Efecto de la utilización de agregado reciclado sobre el ambiente y la construcción de viviendas de la ciudad de Huamachuco», *Puriq*, vol. 2, n.º 1, pp. 16-27, 2020. doi: <https://doi.org/10.37073/puriq.2.1.68>
- [5] R. wembles M. Barreira, «Estudo bibliográfico da viabilidade da produção de tijolos solo-cimento com resíduos da construção civil e a fibra do coco babaçu». Accedido: 3 de junio

- de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://semanaacademica.org.br/artigo/estudo-bibliografico-da-viabilidade-da-producao-de-tijolos-solo-cimento-com-residuos-da>
- [6] K. Sathara Ranatunga, E. Rey Castillo, y C. Luise Toma, «Evaluation of the optimal concrete mix design with coconut shell ash as a partial cement replacement», 2023.
- [7] S.-M. Jian y B. Wu, «Compressive behavior of compound concrete containing demolished concrete lumps and recycled aggregate concrete. Construction and Building Materials.», 2020.
- [8] E. Sánchez Díaz, S. Muñoz, D. Barboza, y J. Garcia, «Use of recycled concrete and rice husk ash for concrete: A review», 2023, [En línea]. Disponible en: 10.22201/icat.24486736e.2024.22.1.2248
- [9] Xixuan Bai, Heng Zhou, Xiaoyan Bian, Xuyong Chen, y Chengqiang Ren, «Compressive Strength, Permeability, and Abrasion Resistance of Pervious Concrete Incorporating Recycled Aggregate», 2024, [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su16104063>
- [10] Ammar Younes, Emad Elbeltagi, Aboelkasim Diab, Giulia Tarsi, Fam Saeed, y Cesare Sangiorgi, «Incorporating coarse and fine recycled aggregates into concrete mixes: mechanical characterization and environmental impact», 2023, [En línea]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10163-023-01834-1>
- [11] José Eduardo Salcedo Fontalvo, Andrea Castro Cabeza, Daniela Lucia Vega Araujo, Lucia Ariza Polo, y Justin Padilla Quiroz1, «Influence of Recycled Concrete Aggregates on the California Bearing Ratio (CBR) of Granular Sub-bases», 2023, [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13369-023-07955-x>
- [12] Hua Luo, José Aguiar, Xiaoqi Wan, Yinggu Wang, Sandra Cunha, y Zhiyou Jia, «Application of Aggregates from Construction and Demolition Wastes in Concrete: Review», 2024, [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su16104277>
- [13] «NTP 339.034 (2015) CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas». INDECOPI.
- [14] «NTP 339.084 (2012) “CONCRETO: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto por compresión dimensional de una probeta cilíndrica”».
- [15] «NTP 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”».
- [16] «NTP 339.183 (2013) CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio». INDECOPI.
- [17] «ASTMC39 “Resistencia a la compresión de cilindros de concreto”». [En línea]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.lanamme.ucr.ac.cr/images/ensayos/3-concreto/3.10-11.pdf>
- [18] «ASTM C618-19 Ceniza volante de carbón y puzolana natural cruda o calcinada para su uso en hormigón». 2019. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/464922860/Astm-c618-19-Spanish>
- [21] «NTP 339.185 Contenido de Humedad de Agregados». INDECOPI, 2013.
- [22] «NTP-400.012-Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global». 2013.
- [23] «N.T.P. 400.021-Peso específico y Absorción del agregado grueso». 2013.
- [24] «N.T.P. 400.022-Peso específico y Absorción del agregado fino». 2013.
- [25] «NTP-400.017-2011 (Agregados) Método de Ensayo para Determinar El Peso Unitario Del Agregado».

- [26] «MTC E 207 Abrasión los ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 .")». 2000.
- [27] «NTP 339.035 - 2009 Medición Del Slump».

## **9. ANEXOS**

## Anexo 1: Declaración Jurada

### DECLARACIÓN JURADA

Yo, **Guerrero Ramírez Bruno Josué** de nacionalidad peruana, con documento nacional de identidad N 70979256, domiciliada en la provincia de Chiclayo, distrito de Chiclayo, en la calle **Mz. N2 Lote 28 Derrama Magisterial**, estudiante de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, del curso de Proyecto de Tesis Ciclo académico 2023-1 DECLARO BAJO JURAMENTO que:

Verifiqué la no duplicidad del proyecto de tesis titulado **Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso**, de verificarse que si existe el tema antes mencionado me pongo a plena disposición para las sanciones emitidas por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo según corresponda.

Chiclayo, junio del 2023

  
Firma



Huella dactilar

## Anexo 2: Validación de Ensayos de Laboratorio

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS



INFORME N°

LEM USAT 007-2024-II

FECHA:

21 de octubre 2024

### VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Guerrero Ramirez Bruno Josué

TITULO DE LA TESIS: Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso

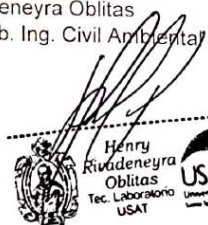

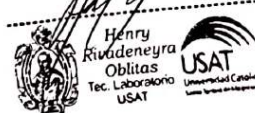
El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Análisis granulométrico de agregados grueso, fino y RCD.
- Peso unitario de agregado grueso, fino y RCD.
- Peso específico y absorción de agregados gruesos, finos y RCD.
- Ensayo de contenido de humedad de agregados gruesos, finos y RCD.
- Ensayo de abrasión por medio de la máquina de los ángeles del agregado RCD.
- Ensayo de compresión, tracción y flexión del concreto con sustituciones en proporciones de 2%, 5% y 10% de ceniza de fibra de Coco y sustitución de agregado grueso de 25% y 50% de RCD.
- Análisis químico de sales solubles, cloruros y sulfatos del agregado grueso de RCD (Ensayo realizado afuera) (Laboratorio Amazing).
- Análisis fisicoquímicos de la ceniza de fibra de coco RCD (Ensayo realizado afuera) (Laboratorio Rivelab).

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto

Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Responsable de Lab. Ing. Civil Ambiental

### Anexo 3: Análisis granulométrico de AG



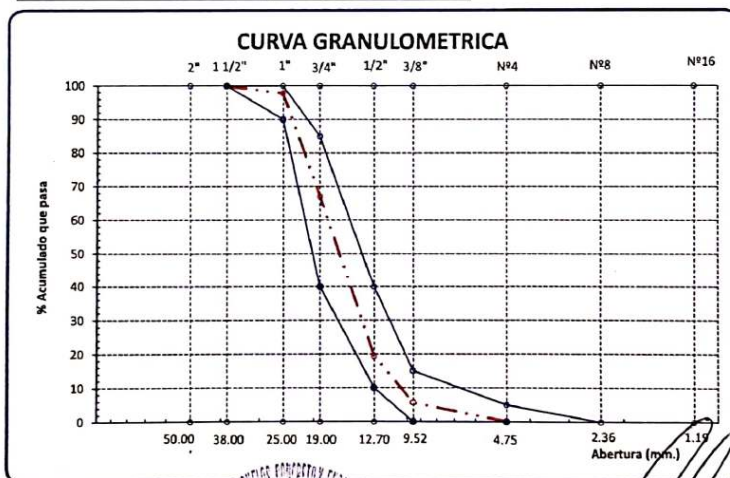
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



**Tesista** : Guerrero Ramirez Bruno Josué  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 13 de Junio del 2024  
**Ensayo** : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

**Cantera** : Cantera La Victoria-Pátapo. **P. Inicial H.** 8044 **% de Humedad =** 0.55  
**P. Inicial S.** 8000

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones USO 56	
Pulg.	(mm.)					100.0	100.0
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	176.0	2.2	2.2	97.8	90.0	100.0
3/4"	19.00	2460.0	30.7	32.9	67.1	40.0	85.0
1/2"	12.70	3814.0	47.7	80.6	19.4	10.0	40.0
3/8"	9.52	1098.0	13.7	94.3	5.7	0.0	15.0
Nº 04	4.75	440.0	5.5	99.8	0.2	0.0	5.0
Nº 08	2.36	0.0	0.0	99.8	0.2	0.0	0.0
Nº 16	1.19	0.0	0.0	99.8	0.2	0.0	0.0
Fondo		12.0	0.1	100.0	0.0		
Tamaño Maximo		8000.0	1"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			



USAT  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES  
 TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivas Oblias  
 Tec. Laboratorio USAT

# Anexo 4: Análisis granulométrico de AF



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

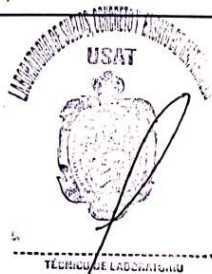
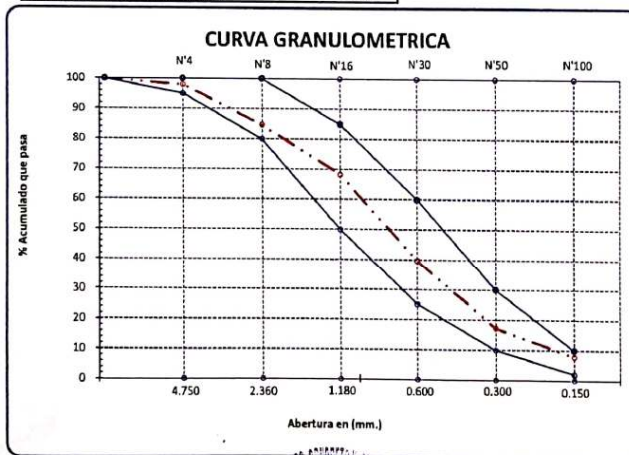


**Tesista** : Guerrero Ramirez Bruno Josué  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 13 de Junio del 2024

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino  
 Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.812

**Cantera** : Cantera La Victoria-Pátapo. **P. Inicial H.** 1004.9 **% de Humedad** = 0.49  
**P. Inicial S.** 1000.0

Malla	Pulg.	(mm.)	Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
1/2"	12.700		0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500		0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750		20	2.0	2.0	98.0	95	100
Nº 08	2.360		133.14	13.3	15.3	84.7	80	100
Nº 16	1.180		163.82	16.4	31.7	68.3	50	85
Nº 30	0.600		287.08	28.7	60.4	39.6	25	60
Nº 50	0.300		223.6	22.4	82.8	17.2	10	30
Nº 100	0.150		94.1	9.4	92.2	7.8	2	10
Fondo			78.26	7.8	100.0	0.0		
Módulo de Fineza					2.844			
Abertura de malla de referencia					9.500			



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT

## Anexo 5: Análisis granulométrico de agregado RCD



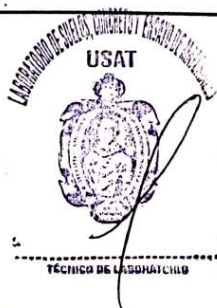
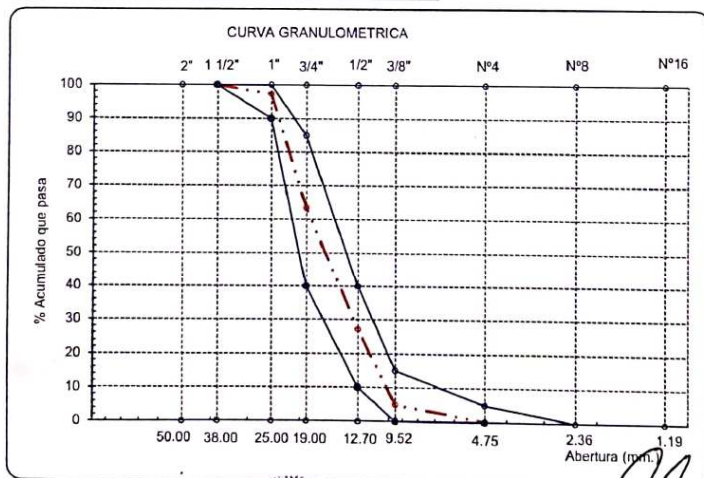
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



**Tesista** : Guerrero Ramirez Bruno Josué  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 13 de Junio del 2024  
**Ensayo** : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso de RCD  
**Referencia** : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

**Cantera** : Cantera La Victoria-Pátapo. **P. Inicial H.** 8088 **% de** 1.10  
**P. Inicial S.** 8000 **Humedad =**

Malla		Peso Ret.	(% Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones USO 56	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	219.9	2.7	2.7	97.3	90.0	100.0
3/4"	19.00	2701.0	33.8	36.5	63.5	40.0	85.0
1/2"	12.70	2902.0	36.3	72.8	27.2	10.0	40.0
3/8"	9.52	1777.1	22.2	95.0	5.0	0.0	15.0
Nº 04	4.75	386.0	4.8	99.8	0.2	0.0	5.0
Nº 08	2.36	0.0	0.0	99.8	0.2	0.0	0.0
Nº 16	1.19	0.0	0.0	99.8	0.2	0.0	0.0
Fondo		14.0	0.2	100.0	0.0		
Tamaño Maximo		8000.0	1 1/2"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			



## Anexo 6: PU de AG



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**Tesista** : Guerrero Ramirez Bruno Josué  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 13 de Junio del 2024

**Ensayo** : Peso unitario del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

**A.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7368	7352
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
3.- Peso del material		7368	7352
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1353.48	1350.54
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1345</b>	

**B.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8568	8558
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
3.- Peso del material		8568	8558
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1573.91	1572.07
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1564</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

**C.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	8044	8044
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	8000.1	8000.1
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.5487431	0.5487431
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.55</b>	



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT

## Anexo 7: PU de AF



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**Tesista** : Guerrero Ramirez Bruno Josué  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 13 de Junio del 2024

**Ensayo** : Peso unitario del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

**Canetra** : Cantera La Victoria-Pátapo.

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8965	8968
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
3.- Peso del material		8965	8968
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1635.93	1636.48
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1628</b>	

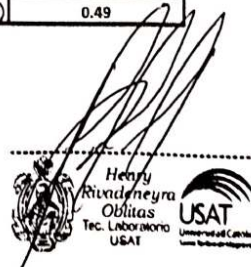
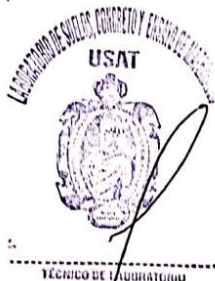
**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9837	9854
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
3.- Peso del material		9837	9854
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1795.05	1798.16
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1788</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

**C.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1004.9	1004.9
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	1000	1000
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.49	0.49
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.49</b>	



## Anexo 8: PU de AG de RCD



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**Tesista** : Guerrero Ramirez Bruno Josué  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 13 de Junio del 2024

**Ensayo** : Peso unitario del agregado grueso de RCD  
**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

### A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	6676	6670
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
3.- Peso del material		6676	6670
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1226.36	1225.26
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1213</b>	

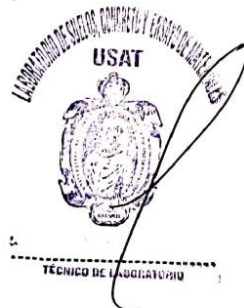
### B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8363	8352
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0	0
3.- Peso del material		8363	8352
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1536.25	1534.23
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1519</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

### C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000.33	1000.33
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	989.49	989.49
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.0955139	1.0955139
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.107</b>	



Henry  
Rivadeneira  
Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

## Anexo 9: Peso específico y absorción de Agre. grueso y fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



**Tesista** : Guerrero Ramirez Bruno Josué  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 13 de Junio del 2024

**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado fino

**Referencia** : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

**Cantera** : Cantera La Victoria-Pátapo.

### I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	1003.4	1003.4
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	698.4	698.4
3.- Peso del Agua	(g)	305.0	305.0
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	695.3	695.3
5.- Peso del Frasco	(g)	198.4	198.4
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	496.9	496.9
7.- Volumen del frasco	(g)	500.0	500.0

### II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.548
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.564
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.589
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.62

**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado grueso

**Referencia** : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

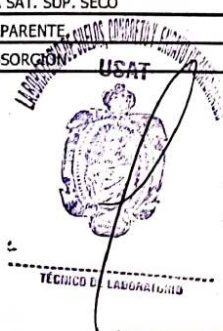
**Cantera** : Cantera La Victoria-Pátapo.

### I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1280.0	1281.0
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1287.0	1295.0
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	1699.0	1694.0
4.- Peso de la canastilla	(g)	894.0	894.0
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	805.0	800.0

### II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.621
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.643
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.679
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.82



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

## Anexo 10: Peso específico y absorción de AG de RCD



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



**Tesista** : Guerrero Ramirez Bruno Josué  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 13 de Junio del 2024

**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado grueso de RCD

**Referencia** : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

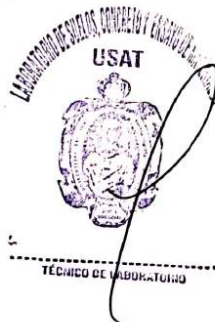
**Cantera** : Cantera La Victoria-Pátapo.

### I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	<b>935.4</b>	<b>927.2</b>
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	<b>985.0</b>	<b>961.0</b>
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	<b>1477.0</b>	<b>1468.0</b>
4.- Peso de la canastilla	(g)	<b>894.0</b>	<b>894.0</b>
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	583.0	574.0

### II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.361</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.466</b>
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.640</b>
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>4.48</b>



Henry  
Rivadeneira  
Obitias  
Tec. Laboratorio  
USAT



## Anexo 11: Contenido de humedad Agre. grueso y fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



**Tesista** : Guerrero Ramírez Bruno Josué  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 13 de Junio del 2024

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos

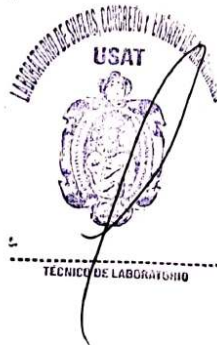
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>600.08</b>	<b>600.08</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>597.14</b>	<b>597.14</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.49	0.49
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.49</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>1000.1</b>	<b>1000.1</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>994.67</b>	<b>994.67</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.55	0.55
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.55</b>	



Henry Rivadeneira Obillas  
Tec. Laboratorio USAT

## Anexo 12: Contenido de humedad de AG de RCD



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



**Tesista** : Guerrero Ramirez Bruno Josué  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 13 de Junio del 2024

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso de RCD  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>1000.33</b>	<b>1000.33</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>989.49</b>	<b>989.49</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.1	1.1
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.10</b>	



  
Henry Rivas Leyra Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT

## Anexo 13: E. de abrasión de AG de RCD



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



**Tesista** : Guerrero Ramírez Bruno Josué  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso  
**Lugar** : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 13 de Junio del 2024

**Ensayo** RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2") POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES

**Referencia** Norma MTC E 207 / ASTM C-131

**Cantera** : Escombreras de la Provincia de Chiclayo  
**Muestra** : Agregado grueso de RCD

### Profundidad

#### I.- Granulometría global

Mallas Pasa	Retiene	Peso retenido	% retenido	Método B
1 1/2"	1"	0.0	0.0	0.0
1"	3/4"	0.0	0.0	0.0
3/4"	1/2"	2525.0	50.0	0.0
1/2"	3/8"	2526.0	50.0	5051.0
<b>Total</b>		<b>5051.0</b>	<b>100.0</b>	<b>5051</b>

#### II.- Ensayo de Abrasión

- Peso inicial antes del ensayo	5051.0
- Peso final después de las 500 revoluciones	3720.0

#### III.- Cálculos

- % de desgaste por abrasión	26.4
------------------------------	------

#### OBSERVACIONES :

NOTA :

- Método de ensayo a usar: Gradación "B", N° de esferas : 11, Revoluciones : total 500



Henry  
Rivadeneira  
Obillas  
Tec. Laboratorio  
USAT  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

## Anexo 14: E. compresión Patrón



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



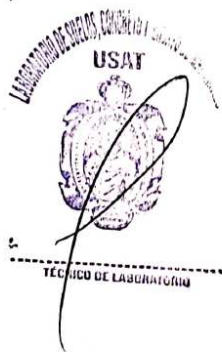
Tesista : Guerrero Ramirez Bruno Josué  
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : "Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso "  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05  
Titulo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaclado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f'c kg/cm <sup>2</sup>
01	CONCRETO 210 kg/cm2 +Patrón	24/04/2024	01/05/2024	7	248
02	CONCRETO 210 kg/cm2 +Patrón	24/04/2024	01/05/2024	7	245
03	CONCRETO 210 kg/cm2 +Patrón	24/04/2024	01/05/2024	7	243
04	CONCRETO 210 kg/cm2 +Patrón	24/04/2024	08/05/2024	14	267
05	CONCRETO 210 kg/cm2 +Patrón	24/04/2024	08/05/2024	14	280
06	CONCRETO 210 kg/cm2 +Patrón	24/04/2024	08/05/2024	14	279
07	CONCRETO 210 kg/cm2 +Patrón	24/04/2024	22/05/2024	28	326
08	CONCRETO 210 kg/cm2 +Patrón	24/04/2024	22/05/2024	28	304
09	CONCRETO 210 kg/cm2 +Patrón	24/04/2024	22/05/2024	28	315

### OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. LABORATORIO USAT  
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

## Anexo 15: E. compresión CFC2% RCD25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



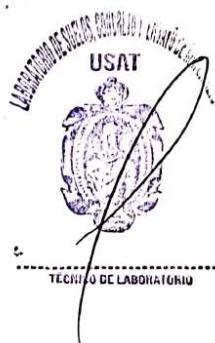
Tesista : Guerrero Ramirez Bruno Josué  
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : "Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso "  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05  
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>
01	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC2%RCD25%	07/05/2024	14/05/2024	7	241
02	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC2%RCD25%	07/05/2024	14/05/2024	7	231
03	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC2%RCD25%	07/05/2024	14/05/2024	7	234
04	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC2%RCD25%	07/05/2024	21/05/2024	14	305
05	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC2%RCD25%	07/05/2024	21/05/2024	14	301
06	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC2%RCD25%	07/05/2024	21/05/2024	14	309
07	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC2%RCD25%	07/05/2024	04/06/2024	28	343
08	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC2%RCD25%	07/05/2024	04/06/2024	28	346
09	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC2%RCD25%	07/05/2024	04/06/2024	28	342

### OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT

## Anexo 16: E. a compresión CFC2% RCD50%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Guerrero Ramirez Bruno Josué  
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : "Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso"  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05  
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f'c kg/cm <sup>2</sup>
01	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC2%RCD50%	08/05/2024	15/05/2024	7	332
02	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC2%RCD50%	08/05/2024	15/05/2024	7	326
03	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC2%RCD50%	08/05/2024	15/05/2024	7	328
04	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC2%RCD50%	08/05/2024	22/05/2024	14	338
05	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC2%RCD50%	08/05/2024	22/05/2024	14	344
06	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC2%RCD50%	08/05/2024	22/05/2024	14	342
07	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC2%RCD50%	08/05/2024	05/06/2024	28	373
08	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC2%RCD50%	08/05/2024	05/06/2024	28	370
09	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC2%RCD50%	08/05/2024	05/06/2024	28	367

### OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT




## Anexo 17: E. a compresión CFC5% RCD25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Guerrero Ramírez Bruno Josué  
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : "Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso"  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaclado	Fecha de Vaclado	Fecha de Ensayo	Días	f'c kg/cm <sup>2</sup>
01	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC5%RCD25%	31/05/2024	07/06/2024	7	268
02	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC5%RCD25%	31/05/2024	07/06/2024	7	276
03	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC5%RCD25%	31/05/2024	07/06/2024	7	276
04	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC5%RCD25%	31/05/2024	14/06/2024	14	284
05	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC5%RCD25%	31/05/2024	14/06/2024	14	278
06	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC5%RCD25%	31/05/2024	14/06/2024	14	289
07	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC5%RCD25%	31/05/2024	28/06/2024	28	329
08	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC5%RCD25%	31/05/2024	28/06/2024	28	331
09	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC5%RCD25%	31/05/2024	28/06/2024	28	326

### OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.



## Anexo 18: E. a compresión CFC5% RCD50%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



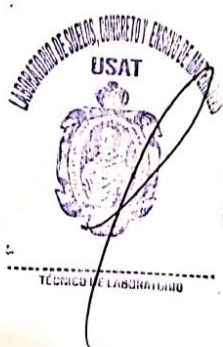
Tesista : Guerrero Ramirez Bruno Josué  
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : "Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso "  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05  
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaclado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>
01	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC5%RCD50%	03/06/2024	10/06/2024	7	250
02	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC5%RCD50%	03/06/2024	10/06/2024	7	266
03	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC5%RCD50%	03/06/2024	10/06/2024	7	272
04	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC5%RCD50%	03/06/2024	17/06/2024	14	275
05	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC5%RCD50%	03/06/2024	17/06/2024	14	304
06	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC5%RCD50%	03/06/2024	17/06/2024	14	290
07	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC5%RCD50%	03/06/2024	01/07/2024	28	339
08	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC5%RCD50%	03/06/2024	01/07/2024	28	344
09	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC5%RCD50%	03/06/2024	01/07/2024	28	330

### OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.



Henry Rivadeneira Oblitas  
Téc. Laboratorio USAT

## Anexo 19: E. a compresión Concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> CFC10% RCD25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



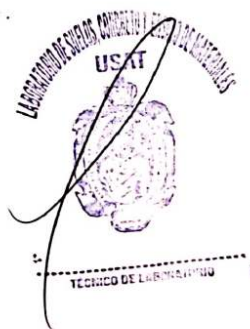
Tesista : Guerrero Ramirez Bruno Josué  
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : "Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso "  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05  
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>
01	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD25%	04/06/2024	11/06/2024	7	258
02	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD25%	04/06/2024	11/06/2024	7	252
03	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD25%	04/06/2024	11/06/2024	7	248
04	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD25%	04/06/2024	18/06/2024	14	264
05	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD25%	04/06/2024	18/06/2024	14	275
06	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD25%	04/06/2024	18/06/2024	14	266
07	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD25%	04/06/2024	02/07/2024	28	338
08	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD25%	04/06/2024	02/07/2024	28	331
09	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD25%	04/06/2024	02/07/2024	28	324

### OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT

## Anexo 20: E. a compresión CFC10% RCD50%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL,  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Guerrero Ramirez Bruno Josué  
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : "Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso "  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05  
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f'c kg/cm <sup>2</sup>
01	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD50%	04/06/2024	11/06/2024	7	252
02	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD50%	04/06/2024	11/06/2024	7	249
03	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD50%	04/06/2024	11/06/2024	7	261
04	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD50%	04/06/2024	18/06/2024	14	286
05	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD50%	04/06/2024	18/06/2024	14	273
06	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD50%	04/06/2024	18/06/2024	14	281
07	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD50%	04/06/2024	02/07/2024	28	328
08	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD50%	04/06/2024	02/07/2024	28	334
09	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD50%	04/06/2024	02/07/2024	28	337

### OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT  
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Anexo 21: E. a tracción



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA: : Guerrero Ramirez Bruno Josué  
 UNIVERSIDAD : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Proyecto : "Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Octubre del 2024

Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto en muestras cilíndricas

Código : ASTM C-39/39M -2004

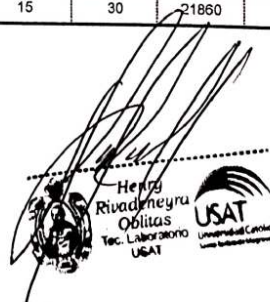
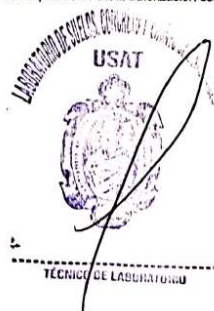
Título : Standard Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f'c = \frac{2xP}{3.1416 \times d^2 \times h}$$

Código	Identificación	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
CP-01	CONCRETO 210 kg/cm2 +Patrón	01/05/2024	29/05/2024	28	15	30	20590	29
CP-02	CONCRETO 210 kg/cm2 +Patrón	01/05/2024	29/05/2024	28	15	30	20400	29
CP-03	CONCRETO 210 kg/cm2 +Patrón	01/05/2024	29/05/2024	28	15	30	20750	29
CP-04	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC2%RCD25%	09/05/2024	06/06/2024	28	15	30	23590	33
CP-05	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC2%RCD25%	09/05/2024	06/06/2024	28	15	30	23870	33
CP-06	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC2%RCD25%	09/05/2024	06/06/2024	28	15	30	23650	33
CP-07	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC2%RCD50%	15/05/2024	12/06/2024	28	15	30	24960	35
CP-08	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC2%RCD50%	15/05/2024	12/06/2024	28	15	30	24780	35
CP-09	CONCRETO 210 kg/cm2 CFC2%RCD50%	15/05/2024	12/06/2024	28	15	30	24410	35
CP-10	CONCRETO 210 kg/cm CFC5%RCD25%	01/06/2024	29/06/2024	28	15	30	22810	32
CP-11	CONCRETO 210 kg/cm CFC5%RCD25%	01/06/2024	29/06/2024	28	15	30	22650	32
CP-12	CONCRETO 210 kg/cm CFC5%RCD25%	01/06/2024	29/06/2024	28	15	30	22640	32
CP-13	CONCRETO 210 kg/cm CFC5%RCD50%	03/06/2024	01/07/2024	28	15	30	23020	33
CP-14	CONCRETO 210 kg/cm CFC5%RCD50%	03/06/2024	01/07/2024	28	15	30	24200	34
CP-15	CONCRETO 210 kg/cm CFC5%RCD50%	03/06/2024	01/07/2024	28	15	30	22300	32
CP-16	CONCRETO 210 kg/cm CFC10%RCD25%	04/06/2024	02/07/2024	28	15	30	21410	30
CP-17	CONCRETO 210 kg/cm CFC10%RCD25%	04/06/2024	02/07/2024	28	15	30	21490	30
CP-18	CONCRETO 210 kg/cm CFC10%RCD25%	04/06/2024	02/07/2024	28	15	30	21320	30
CP-19	CONCRETO 210 kg/cm CFC10%RCD50%	05/06/2024	03/07/2024	28	15	30	21640	31
CP-20	CONCRETO 210 kg/cm CFC10%RCD50%	05/06/2024	03/07/2024	28	15	30	22260	31
CP-21	CONCRETO 210 kg/cm CFC10%RCD50%	05/06/2024	03/07/2024	28	15	30	21860	31

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



## Anexo 22: E. a Flexión



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesistas : Guerrero Ramírez Bruno Josué  
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Proyecto : "Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo del agregado grueso"  
Lugar : Dist. Chidlayo, Prov. Chiklaya, Reg. Lambayeque.  
Fecha de presentación : Chidlayo, 17 de octubre del 2024  
Norma : N.T.P. 399.078 - 2012  
Título : Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra Nº	Denominación de Espécimen	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Carga (Kg)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> ) Promedio
01	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> +Patrón	23/08/2024	20/09/2024	2740	28	36.53	36.13
02	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> +Patrón	23/08/2024	20/09/2024	2650	28	35.33	
03	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> +Patrón	23/08/2024	20/09/2024	2740	28	36.53	
04	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC2%RCD25%	26/08/2024	23/09/2024	3320	28	44.27	44.89
05	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC2%RCD25%	26/08/2024	23/09/2024	3380	28	45.07	
06	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC2%RCD25%	26/08/2024	23/09/2024	3400	28	45.33	
07	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC2%RCD50%	27/08/2024	24/09/2024	3470	28	46.27	46.44
08	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC2%RCD50%	27/08/2024	24/09/2024	3480	28	46.40	
09	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC2%RCD50%	27/08/2024	24/09/2024	3500	28	46.67	
10	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC5%RCD25%	28/08/2024	25/09/2024	3210	28	42.80	43.07
11	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC5%RCD25%	28/08/2024	25/09/2024	3220	28	42.93	
12	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC5%RCD25%	28/08/2024	25/09/2024	3260	28	43.47	
13	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC5%RCD50%	29/08/2024	26/09/2024	3310	28	44.13	44.40
14	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC5%RCD50%	29/08/2024	26/09/2024	3390	28	45.20	
15	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC5%RCD50%	29/08/2024	26/09/2024	3290	28	43.87	
16	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD25%	30/08/2024	27/09/2024	2960	28	39.47	38.80
17	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD25%	30/08/2024	27/09/2024	2840	28	37.87	
18	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD25%	30/08/2024	27/09/2024	2930	28	39.07	
19	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD50%	02/09/2024	30/09/2024	3080	28	41.07	41.92
20	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD50%	02/09/2024	30/09/2024	3150	28	42.00	
21	CONCRETO 210 kg/cm <sup>2</sup> CFC10%RCD50%	02/09/2024	30/09/2024	3090	28	41.20	

## OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI G004 : 1993)

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES  
USAT  
TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivas Obilias  
Tec. LABORATORIO  
USAT  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

## Anexo 23: Análisis químico del RCD

**INFORME DE ENSAYO N° 1061**

EXPEDIENTE N° 1446 - 2024 L.E.M. AMAZING S.A.C

**DATOS DEL CLIENTE**

**SOLICITANTE** : GUERRERO RAMIREZ BRUNO JOSUÉ  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
**PROYECTO** : "ANÁLISIS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR LA GENIZA DE FIBRA DE COCO Y UTILIZANDO RCD COMO REMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO"

**UBICACIÓN** : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque**FECHA DE EMISION** : Chiclayo, 04 de Mayo del 2024**Referencia:**

NTP 399.152 :2002 - Ensayo normalizado para la determinación del contenido de sal de suelo y agua subterránea

NTP 339.177 :2002 - Ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.

NTP 339.178 :2003 - Ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.

**Tipo de Análisis : Análisis Químico**

	CALICATA	C-1		
	MUESTRA	M-1		
Sales Solubles Totales	ppm	1885		
	%	0.19		

Cloruros Cl <sup>-</sup>	ppm	1206		
	%	0.12		

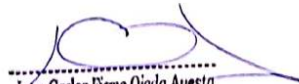
Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	559		
	%	0.06		

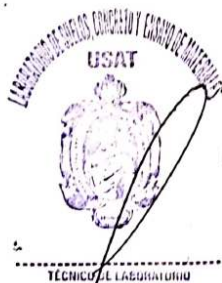
**Observaciones:**

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

  
 German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



  
 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123334



  
 Henry Huadenebra Obillan  
 Tec. LABORATORIO USAT  
 USAT  
 Universidad del Callao  
 Lima - Perú

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859  
 Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718  
 Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889

## Anexo 24: Análisis químico de la CFC

# RIVELAB

## LABORATORIO DE ENSAYOS INFORME DE ENSAYO N°302-2024 RIVELAB

Emitido en Trujillo, 26 de abril de 2024

Pág. 1 de 1

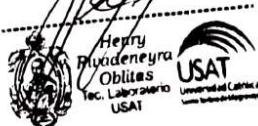
SOLICITUD DE SERVICIO : 011-220424CNZ  
 NOMBRE DEL SOLICITANTE : Bruno Guerrero Ramírez  
 RUC : 70979256  
 TITULO DE LA TESIS : "Análisis del concreto sustituyendo el cemento por la ceniza de fibra de coco y utilizando RCD como remplazo de agregado grueso"  
 PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Muestra proporcionada por el solicitante  
 PROPOSITO DEL SERVICIO : Análisis físico químicos  
 PRODUCTO DECLARADO : Ceniza de fibra de coco  
 INFORMACION ADICIONAL DE LA MUESTRA : Cenizas obtenidas a 600°C  
 IDENTIFICACION /MARCA : CNZ-302  
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 bolsas con 200 g  
 LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : Laboratorio-Trujillo / 2024-04-22  
 FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS : 2024-04-22  
 MUESTRA DIRIMIENTE : Muestra No Sujeta a Dirimencia por ser Muestra Percible y/o Muestra Unica.  
 FECHA DE TERMINO DE LOS ENSAYOS : 2024-04-26

## ANALISIS FISICOQUIMICOS (FQ)

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
		CNZ-302
Humedad	%	1.52
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	2.21
SiO <sub>2</sub>	%	68.20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	2.13
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.64
CaO	%	0.30
MgO	%	0.15
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	70.97

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
HUMEDAD	NTP 339 127 1998 (revisada al 2019)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cálculos a partir de óxidos combinados
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gravimetría
SiO <sub>2</sub>	Gravimetría
CaO y MgO	Volumetría

Dr. JOSÉ RIVERO CORCUERA  
 Ingeniero Químico  
 R. CIP. 130519



INFORME N°302-24/ Ver 01 / 1 de 1

Este documento y la información contenida en él es confidencial y propiedad de LABORATORIO RIVERO SAC - RIVELAB SAC. No debe ser distribuido sin autorización, queda prohibida su modificación, reproducción parcial y/o total.

TECNICO DE LABORATORIO

Av. Bobadilla N° 524 Urb. Monserrate - Trujillo

informes@rivelab.pe

917161730

Escaneado con CamScanner

## Anexo 25: Validación de ensayos análisis químico del RCD



"Año del Bicentenario de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

Chiclayo, 21 de Octubre del 2024

Quien suscribe:

**REPRESENTANTE LEGAL.**

OJEDA AYESTA FIRMO JUAN CARLOS -GERENTE GENERAL.  
CAL.FRANCISCO CABRERA N° 1201 – CHICLAYO – LAMBAYEQUE

**ASUNTO:** Realización de ensayos en el laboratorio, AMAZONAS INGENIERIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA.

Tengo el agrado de dirigirme a la escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la **UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**, para informar que el tesista **GUERRERO RAMIREZ BRUNO JOSUE** con código universitario 181CV78553, identificado con número de DNI: 70979256, y con nombre del proyecto de investigación "ANÁLISIS DE CONCRETO SUSTIYENDO EL CEMENTO POR LA CENIZA DE FIBRA DE COCO Y UTILIZANDO RCD COMO REPLAZO DEL AGREGADO GRUESO", ha realizado ensayo de Sales Solubles Totales(1), Cloruros(1) y Sulfatos(1) del agregado grueso de RCD, en mi empresa mencionada en los párrafos anteriores, representada con **RUC 20488017498** bajo la supervisión del técnico encargado del laboratorio.

Agradeciendo la atención al presente, aprovechando la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial consideración y estima.  
Atentamente.

  
Henry  
Rivaldeneyra  
Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT



  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 123351

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo – Lambayeque. T: (074) 516906 ☐ C: 964 423 859  
Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo ☐ C: 924 387 254 - 963 847 718  
Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica. T: (056) 402821 ☐ C: 959 669 889

Anexo 26: Recibo de ensayos análisis químico del RCD

**RECIBO** N° 57 \$ 200.00

FECHA: DIA 16 MES 10 AÑO 24


RECIBI DE: GUERRERO RAMIREZ BRUNO JOSUE

LA CANTIDAD DE: 200 SOLES

POR CONCEPTO DE: SOLES GOMBLES, CLOPUIROS,  
SULFATOS CHANCADO - FE - 04-05-2024

TOTAL: 200 A CTA: SALDO: —

CHEQUE N°  
BANCO  
EFECTIVO

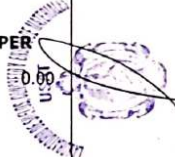

 FIRMA Y SELLO



**Anexo 27: Recibo de ensayos análisis químico del CFC**

14/10/24, 10:20

::: Boleta de Venta Electronica - Impresion :::

<b>LABORATORIO RIVERO S.A.C. - RIVELAB S.A.C.</b> CAL. ISABEL DE BOBADILLA 524 URB. MONSERRATE IV ETAPA TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD		<b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b> RUC: 20477591451 EB01-40				
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : <b>12/10/2024</b> Señor(es) : <b>BRUNO JOSUE GUERRERO RAMIREZ</b> DNI : <b>70979256</b> Tipo de Moneda : <b>SOLES</b> Observación :						
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad Medida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor Unitario(*)</b>	<b>Descuento(*)</b>	<b>Importe de Venta(**)</b>	<b>ICBPER</b>
1.00	UNIDAD	ENSAYO FISICO QUIMICO EN MUESTRA DE CENIZA DE FIBRA DE COCO	211.864407	0.00	250.00000026	0.00
Otros Cargos : S/0.00 Otros Tributos : S/0.00 ICBPER : <del>S/0.00</del> Importe Total : S/250.00						 
<b>SON: DOSCIENTOS CINCUENTA Y 00/100 SOLES</b>						
(*) Sin impuestos. (**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.		Op. Gravada : S/ 211.86 Op. Exonerada : S/ 0.00 Op. Inafecta : S/ 0.00 ISC : S/ 0.00 IGV : S/ 38.14 ICBPER : S/ 0.00				
::: Boleta de Venta Electronica - Impresion ::: Otros Cargos : S/ 0.00 Otros Tributos : S/ 0.00 Monto de Redondeo : S/ 0.00 Importe Total : S/ 250.00						
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: <a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a> , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						

14/10/24, 10:20

::: Boleta de Venta Electronica - Impresion :::



Anexo 28: Fotografías del análisis químico del CFC



*[Handwritten Signature]*  
 Rm. Adh.eyra  
 Oblitas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, AMBIENTE Y CIENCIAS DE LA TIERRA  
**USAT**  
 Universidad Católica  
 de Salta  
*[Handwritten Signature]*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

## Anexo 29: Calibración de equipos de laboratorios externos





### Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

#### CERTIFICADO N° 00119315

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 028262-2019/DSD - INDECOPI de fecha 14 de noviembre de 2019, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo	:	La denominación AMAZING y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo
Distingue	:	Servicios de construcción
Clase	:	37 de la Clasificación Internacional.
Solicitud	:	0818096-2019
Titular	:	AMAZONAS INGENIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
País	:	Perú
Vigencia	:	14 de noviembre de 2029
Tomo	:	0597
Folio	:	129



**RAY MELONI GARCIA**  
Director  
Dirección de Signos Distintivos  
INDECOPI



**Henry Obilias**  
USAT



USAT



AMAZONAS INGENIERIA CIVIL S.A.C.



**Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 123351

TECNICO DE LABORATORIO

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859  
 Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718  
 Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889

Estimado Usuario,

Para cuidar el registro obtenido, le recomendamos tener en cuenta, entre otros aspectos, la siguiente información:

a) Uso de la marca

- ✓ Cualquier persona interesada puede solicitar la **cancelación por falta de uso** del registro otorgado, si han transcurrido tres (03) años durante los cuales **la marca no ha sido utilizada**.
- ✓ Frente a una solicitud de cancelación del registro, **usted deberá demostrar** que viene usando la marca de lo contrario, el registro será cancelado y perderá el derecho sobre la marca.
- ✓ **El uso** de la marca **debe ser demostrado** con conformidad con lo establecido en el artículo 165 y siguientes de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, Régimen Común Sobre Propiedad Industrial.

b) Actualización de datos del titular

- ✓ En caso exista algún cambio respecto de su domicilio procesal durante el plazo de vigencia del registro otorgado, deberá informarlo a la Dirección de Signos Distintivos.
- ✓ Es importante que informe respecto del cambio de su **domicilio procesal** toda vez que, en caso algún tercero solicitara la cancelación o nulidad del registro otorgado se le notificará al último domicilio procesal consignado por usted, y esta notificación se tendrá por válida.

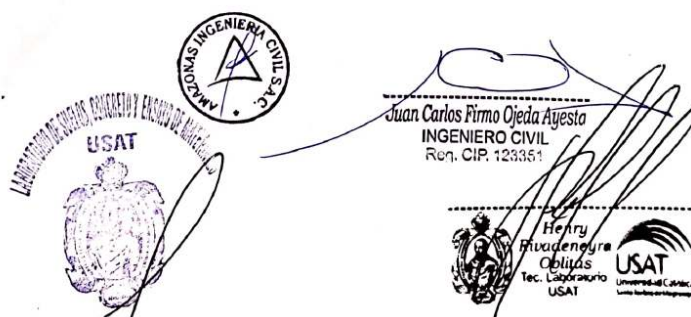
c) Renovación del registro

- ✓ La vigencia del registro otorgado es de diez (10) años **renovables**.
- ✓ Si desea renovar su registro, debe hacerlo dentro de los seis (06) meses anteriores o dentro de los seis (06) meses posteriores al vencimiento del registro.
- ✓ Si no solicita la renovación de su registro, **éste caducará** y usted perderá el derecho sobre el mismo.

d) Lemas comerciales

- ✓ La cancelación, nulidad o caducidad del registro de una marca a la que se vincula un lema comercial, determinará también la cancelación, nulidad o caducidad respectivamente, del registro de lema comercial, aun cuando no haya vencido el plazo de diez (10) años de vigencia del mismo.

**Recuerde que en INDECOPI trabajamos para proteger los derechos de propiedad intelectual de todos nuestros usuarios.**



Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque ☎ T: (074) 516906 ☐ C: 964 423 859  
 Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo ☎ C: 924 387 254 - 963 847 718  
 Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica ☎ T: (056) 402821 ☐ C: 959 669 889



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° IMA-129-2024

Página 1 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión: 2024/07/04

Solicitante: AMAZONAS INGENIERIA CIVIL S.A.C.

Dirección: CAL JOSE FRANCISCO CABRERA NRO 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

Instrumento de medición: **BALANZA**

Identificación: NO INDICA

Intervalo de Indicación: 1200 g

División de escala Resolución: 0.1 g

División de verificación (e): 0.1 g

Tipo de indicación: Digital

Marca / Fabricante: HENKEL

Modelo: BQ12001

N° de serie: 1609261637

Procedencia: CHINA

Ubicación: Laboratorio de suelos

Lugar de calibración: Instalaciones del cliente

Fecha de calibración: 2024/07/04

Método/Procedimiento de calibración: "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrologica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP-003-2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ave. Vía Las Flores de Surco, N° 1201, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 911 3653 4000 / +51 911 925 151437  
www.arsougroup.com



Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 123351

Henry Rivaseneyru Obillas  
Téc. Laboratorio USAT



Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque ☎ T: (074) 516906 ☑ C: 964 423 859  
Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo ☎ C: 924 387 254 - 963 847 718  
Oficina Ica: MZ 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica ☎ T: (056) 402821 ☑ C: 959 669 889



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LMA-129-2024

Página 2 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1045-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1044-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1046-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1047-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1048-MPES-C-2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 22 °C	Final: 22 °C
Humedad Relativa	Inicial: 53 %hr	Final: 53 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 600 g			Carga L1= 1200 g		
	f (g)	ΔL (g)	E (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)
1	600.0	0.001	-0.001	1200.0	0.005	-0.002
2	600.0	0.002	-0.004	1200.0	0.004	-0.004
3	600.0	0.004	-0.005	1200.0	0.006	-0.004
4	600.0	0.003	-0.007	1200.0	0.003	-0.009
5	600.0	0.003	-0.009	1200.0	0.005	-0.012
6	600.0	0.004	-0.001	1200.0	0.007	0.014
7	600.1	0.004	-0.004	1200.0	0.003	-0.010
8	600.1	0.007	-0.008	1200.0	0.005	0.009
9	600.1	0.006	-0.004	1200.1	0.004	-0.007
10	600.0	0.005	-0.003	1000.1	0.004	-0.008

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
600	0	0.05
1000.1	0	0.3



Henry Ruadenebra Oblias  
Tec. Laboratorio USAT

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. S/A  
Calle Comercio 150  
Tel: +51 944 222 110  
www.arsougroup.com



Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 123351

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859  
Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718  
Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LMA-129-2024

Página 3 de 3

**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>g</sub>				Determinación de E <sub>g</sub>				
	Carga Min <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1	1	0.001	-0.001	500	500	0.005	-0.003	0.002
2		1	0.005	-0.004		500	0.003	-0.002	0.003
3		1	0.004	0.003		500	0.002	-0.001	-0.002
4		1	0.006	0.002		500	0.002	0.002	0.005
5		1	0.004	0.003		500	0.005	-0.001	0.002

Valor entre d y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes					Decrecientes				EMP <sup>(1)</sup> (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)		
1.0	1.0	0.005	-0.002	0.001						
10.0	10.0	0.006	0.003	0.004	10.0	0.006	0.002	0.004	0.05	
20.0	20.0	0.002	-0.004	0.003	20.0	0.005	0.001	-0.003	0.05	
50.0	50.0	0.002	-0.003	0.005	50.0	0.009	-0.004	-0.003	0.05	
100.0	100.0	0.003	0.005	0.006	100.0	0.005	0.003	0.001	0.05	
200.0	200.0	0.001	0.004	0.002	200.0	0.004	0.004	0.001	0.05	
300.0	300.0	0.003	0.005	0.003	300.0	0.004	0.004	0.004	0.05	
500.0	500.0	0.004	0.005	0.002	500.0	0.005	-0.005	-0.002	0.02	
600.0	600.0	0.008	0.006	0.003	600.0	0.003	-0.004	-0.001	0.3	
800.0	800.0	0.015	0.007	0.001	800.0	0.014	0.009	-0.02	0.3	
1200.0	1200.1	0.012	0.005	0.005	1200.1	0.006	0.008	-0.09	0.3	

Legenda

- I: Indicación de la balanza
- ΔL: Carga Incrementada
- E: Error encontrado
- E<sub>c</sub>: Error en cero
- E<sub>c</sub>: Error corregido
- EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

$$\begin{aligned}
 \text{Incertidumbre expandida de medición} &= 1.96 \cdot 2 \cdot \sqrt{0.0016 \text{ g}^2 + 0.0000000000000000 \text{ g}^2} \\
 \text{Lectura Corregida} &= R_{\text{medida}} + R_c = 1200.1 \text{ g}
 \end{aligned}$$



Observaciones

- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrologica Peruana NMP 003:2009
- La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95% con un factor de cobertura k=2.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

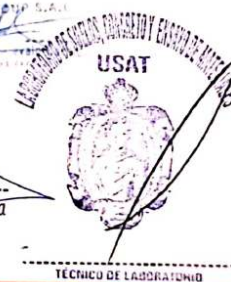
Fin de documento

ARSOU GROUP S.A.C.  
Avenida Las Flores de San Diego 151 - San Martín de Porres, Lima, Perú  
Tel: +51 1 144 7 144 / Fax: +51 1 144 7 144 / Email: ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

Henry Rivadeneira Obledo  
Téc. Laboratorio USAT



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 123351



Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859  
Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718  
Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

## Informe de Calibración

### LM - LI1 - 001 - 2024

Laboratorio Itinerante 1

Página 1 de 5

Expediente	1045739	<p>Este informe de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrologías a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	LABORATORIO RIVERO S.A.C. - RIVELAB S.A.C.	
Dirección	Av. Isabel de Bobadilla N° 524 Urb. Monserrate IV Etapa - Trujillo	
Instrumento de Medición	BALANZA	
Marca	FAITHFUL	
Modelo	FA2104N	
Número de Serie	1012011035	
Intervalo de Indicaciones	0 g a 210 g	
División de escala real (d)	0,0001 g	
División de verificación de escala (e)	1 mg	
Procedencia	NO INDICA	
Tipo	ELECTRONICA	
Clasificación	NO AUTOMATICA	
Fecha de Calibración	2024-03-03	

Este informe de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Informes sin firma digital y sello carecen de validez.

Responsable del área

Responsable del laboratorio



Dirección de Metrología

Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
Email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
Web: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



Escaneado con CamScanner



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

## Informe de Calibración LM - LI1 - 001 - 2024

Laboratorio Itinerante 1

Página 2 de 5

### Método de Calibración

Norma Metroológica Peruana NMP 003:2009 "Instrumento de pesar de funcionamiento no automático"

### Lugar de Calibración

Laboratorio Rivero S.A.C (área de ensayos)  
Av. Isabel de Bobadilla N° 524, Urb. Monserrate - Trujillo

### Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura	23,6 °C	23,4 °C
Humedad Relativa	70 %	72 %
Presión Atmosférica	1 006 mbar	1 006 mbar

### Patrones de referencia

Trazabilidad metrológica	Patrón de medición	Documento de calibración
Patrones de referencia de la Dirección de Metrología (INACAL - PERÚ)	Pesas LM-04-001 Clase de exactitud: E2	INACAL DM/ LM-C-062-2024 Del: 2024-03-04 al 2024-03-05



Henry  
Rivadeneira  
Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT  
Universidad Católica  
San Agustín

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



# Informe de Calibración LM - LI1 - 001 - 2024

Laboratorio Itinerante 1

Página 3 de 5

### Resultados de Medición

FECHA DE CALIBRACION	2024-03-03
IDENTIFICACION DE LA BALANZA	BA01
UBICACION DE LA BALANZA	Laboratorio Rivero S.A.C (área de ensayos) Av. Isabel de Bobadilla N° 524, Urb. Monserrate - Trujillo

#### INSPECCION VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

CARGA = 100,0000 g		CARGA = 200,0002 g	
I (g)	E (mg)	I (g)	E (mg)
99,9996	-0,4	199,9993	-0,9
99,9997	-0,3	199,9996	-0,6
99,9996	-0,4	199,9997	-0,5
99,9996	-0,4	199,9995	-0,7
99,9996	-0,4	199,9995	-0,7
99,9997	-0,3	200,0000	-0,2
99,9996	-0,4	199,9996	-0,6
99,9996	-0,4	199,9994	-0,8
99,9996	-0,4	199,9999	-0,3
99,9995	-0,5	199,9993	-0,9

CARGA (g)	E <sub>max</sub> - E <sub>min</sub> (mg)	e.m.p. (mg)
100,0000	0,2	2,0
200,0002	0,7	3,0

#### ENSAYO DE PESAJE

CARGA (g)	CARGA CRECIENTE (↓)			CARGA DECRECIENTE (↑)			e.m.p. ± (mg)
	I (g)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	I (g)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
0,0010	0,0009	-0,1 (*)					
0,0100	0,0101	0,1	0,2	0,0084	-1,6	-1,5	1,0
20,0000	20,0000	0,0	0,1	19,9986	-1,4	-1,3	1,0
40,0000	40,0004	0,4	0,5	39,9988	-1,2	-1,1	1,0
50,0000	50,0003	0,3	0,4	49,9990	-1,0	-0,9	1,0
80,0000	80,0004	0,4	0,5	79,9989	-1,1	-1,0	2,0
100,0000	100,0003	0,3	0,4	99,9995	-0,5	-0,4	2,0
150,0000	150,0010	1,0	1,1	149,9998	-0,2	-0,1	2,0
180,0000	180,0008	0,8	0,9	180,0003	0,3	0,4	2,0
200,0002	200,0002	0,0	0,1	200,0001	-0,1	0,0	3,0
210,0002	210,0001	-0,1	0,0	210,0001	-0,1	0,0	3,0

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
 Dirección de Metrología  
 Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
 email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
 WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

*[Handwritten signature]*  
 [Red circular stamp]

*[Handwritten signature]*  
 Henry Riquelme Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT  
 Universidad Católica del Perú



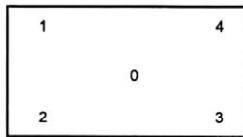
**INACAL**  
 Instituto Nacional  
 de Calidad  
 Metrología

## Informe de Calibración LM - LI1 - 001 - 2024

**Laboratorio Itinerante 1**

Página 4 de 5

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**



POSICION	DETERMINACION DE Eo			DETERMINACION DEL ERROR CORREGIDO Ec				e.m.p. ± (mg)
	CARGA (g)	I (g)	Eo (mg)	CARGA (g)	I (g)	E (mg)	Ec (mg)	
0	0,0010	0,0009	-0,1	70,0000	69,9996	-0,4	-0,3	2,0
1	0,0010	0,0010	0,0	70,0000	69,9995	-0,5	-0,5	2,0
2	0,0010	0,0010	0,0	70,0000	69,9994	-0,6	-0,6	2,0
3	0,0010	0,0009	-0,1	70,0000	69,9999	-0,1	0,0	2,0
4	0,0010	0,0010	0,0	70,0000	70,0002	0,2	0,2	2,0

- e.m.p. Error máximo permitido considerado para balanzas en uso de Funcionamiento No Automático de clase de exactitud I
- I Lectura de la balanza ( g )
  - E Error encontrado
  - Eo Error en cero ( \* )
  - Ec Error corregido ( E - Eo )
  - ΔL Carga incrementada

**LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA**

Lectura corregida	=	$R - 4,156 \times 10^{-6} \times R$
Incertidumbre expandida	=	$2 \sqrt{2,960 \times 10^{-7} \text{ g}^2 + 4,766 \times 10^{-12} \times R^2}$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración ( g )



Henry Rivasdeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
 Dirección de Metrología  
 Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
 email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
 WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

## Informe de Calibración LM - LI1 - 001 - 2024

Laboratorio Itinerante 1

Página 5 de 5

### Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM 100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

### Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

### DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

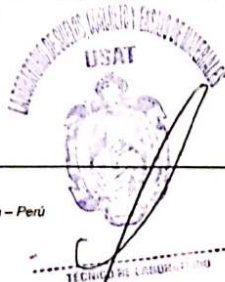
La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

### SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
Telf.: (01) 640-8620 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



Henry  
Rivadeneira  
Oblitas  
Tec. LABORATORIO  
USAT



## Anexo 30: Panel fotográfico

*Anexo 30. 1: Contenido de humedad del RCD*



*Anexo 30. 2: Peso unitario compactado del RCD*



*Anexo 30. 3: Ensayo de peso unitario*



*Anexo 30. 4: Ensayo de peso específico y absorción del RCD*



*Anexo 30. 5: Slump del concreto*



*Anexo 30. 6: Manejo de la mezcladora de concreto.*



Anexo 30. 7: Preparación de las muestras a ensayar



Anexo 30. 10: Desencofrado y marcado de muestras.



Anexo 30. 8: Preparación de probetas y vigas



Anexo 30. 11: Curado de probetas



Anexo 30. 9: Preparación de probetas



Anexo 30. 12: Ensayo de compresión



Anexo 30. 13: Colocación de las probetas para ensayo a Tracción



Anexo 30. 14: Ensayo de Tracción



Anexo 30. 15: Ensayo de flexión



Anexo 30. 16: Colocación de las vigas para ensayo a flexión



Anexo 30. 17: Vigas ensayadas



Anexo 30. 18: Ensayo a compresión



## Anexo 31: Cemento Cemex Tipo I



Cemento Portland de altas resistencias, permite construir estructuras de gran calidad y fortaleza.

### Características Técnicas

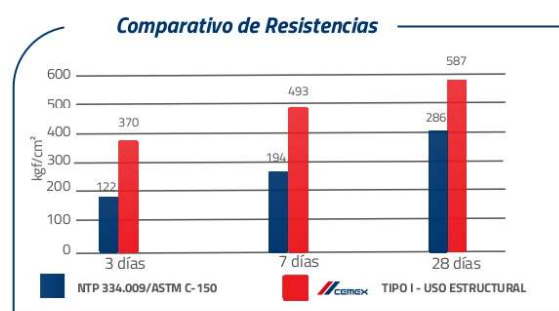
Cemento Portland Tipo I

cumple con:

Norma Técnica Peruana: NTP 334.009

Norma Técnica Americana: ASTM C-150

Presentación: sacos de 42.5 kgs y Big Bag de 2 ton



PROPIEDADES FÍSICAS	Unidad	TIPO I	Requisitos NTP 334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5.9	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.05	Máximo 0.80
Densidad	g/cm³	3.15	No específica

Tiempo de fraguado Vicat	Unidad	TIPO I	Requisitos NTP 334.009 / ASTM C-150
Fraguado inicial	min	150	Mínimo 45
Fraguado final	min	192	Máximo 375

## PROPIEDADES

- Cemento Portland Tipo I.
- Excelente en el desempeño de resistencias iniciales y finales
- Rápido desencofrado.
- Tiempo de fraguado óptimo.
- Excelentes resistencias mecánicas a la compresión, flexión y tracción.
- Excelente manejabilidad y trabajabilidad.
- Estabilidad y uniformidad en sus características.

## USO Y APLICACIONES

- Es un cemento ideal para la construcción de elementos estructurales tales como columnas, vigas, losas, muros y cimentaciones en diversos tipos de edificaciones y obras de infraestructura.
- Por el comportamiento de su curva de resistencia permite producir concretos que requieran una mayor resistencia inicial.
- Tiene un excelente comportamiento en la elaboración de prefabricados (postes de concreto, vigas pretensadas y postensadas, pisos, adoquines, blocks, etc.)



La información en el cuadro adjunto corresponde al promedio de los datos obtenidos en el periodo de ensayos de enero 2023. Los despachos individuales pueden tener variaciones. Los resultados donde los límites no son especificados por norma se reportan solo como información.