



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Resistencia a compresión, concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , sustituyendo  
cemento y arena gruesa por ceniza de caña de azúcar y vidrio molido,  
Chimbote, 2023

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

**AUTORES:**

Agreda Carbajal, Diana Arely ([orcid.org/0000-0002-7361-7592](https://orcid.org/0000-0002-7361-7592))  
Villafana Ccesa, Richard Fernando ([orcid.org/0000-0003-3382-4930](https://orcid.org/0000-0003-3382-4930))

**ASESOR:**

Mgtr. Díaz García, Gonzalo Hugo ([orcid.org/0000-0002-3441-8005](https://orcid.org/0000-0002-3441-8005))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ

2023

## DEDICATORIA

La presente investigación lo dedicamos principalmente a nuestros padres y hermanos, por inspirarnos y motivarnos con su amor, trabajo, y sacrificio en todos estos años, gracias a su apoyo brindado hemos logrado llegar hasta aquí.

A nuestros docentes por su paciencia y dedicación al ofrecernos sus sabias competencias académicas durante todos estos años, que son de vital importancia para nosotros.

**Los autores**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios, por bendecirnos con buena salud cada día, por seguirnos encaminándonos en nuestra formación profesional.

A nuestros padres y hermanos por su apoyo incondicional y motivación durante toda la carrera profesional, también por habernos inculcado valores que ayuden a ser profesionales de éxito.

A nuestro asesor Mgtr. Díaz García, Gonzalo Hugo por el apoyo constante durante la planificación y desarrollo de esta investigación.

**Los autores**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, DÍAZ GARCÍA GONZALO HUGO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Resistencia a compresión, concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , sustituyendo cemento y arena gruesa por ceniza de caña de azúcar y vidrio molido, Chimbote, 2023", cuyos autores son VILLAFANA CCEA RICHARD FERNANDO, AGREDA CARBAJAL DIANA ARELY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00 %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHIMBOTE, 20 de Noviembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
DÍAZ GARCÍA GONZALO HUGO <b>DNI:</b> 40539624 <b>ORCID:</b> 0000-0002-3441-8005	Firmado electrónicamente por: GHDIAZ el 04-12- 2023 09:40:24

Código documento Trilce: TRI - 0656753

# DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

## **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, VILLAFANA CCESA RICHARD FERNANDO, AGREDA CARBAJAL DIANA ARELY estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Resistencia a compresión, concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , sustituyendo cemento y arena gruesa por ceniza de caña de azúcar y vidrio molido, Chimbote, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
DIANA ARELY AGREDA CARBAJAL <b>DNI:</b> 70217628 <b>ORCID:</b> 0000-0002-7361-7592	Firmado electrónicamente por: DAGREDACA10 el 20- 11-2023 17:07:36
RICHARD FERNANDO VILLAFANA CCESA <b>DNI:</b> 76049954 <b>ORCID:</b> 0000-0003-3382-4930	Firmado electrónicamente por: RVILLAFANACC el 20- 11-2023 07:53:23

Código documento Trilce: TRI - 0656759

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	13
3.2. Variables y operacionalización .....	14
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.....	17
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Procedimientos .....	22
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS .....	25
V. DISCUSIÓN.....	44
VI. CONCLUSIONES.....	48
VII. RECOMENDACIONES .....	50
REFERENCIAS .....	51
ANEXOS.....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Población del grupo convencional y grupos con sustitución de vidrio molido y ceniza de caña de azúcar .....	17
<b>Tabla 2:</b> Muestra del grupo convencional y grupos con sustitución de vidrio molido y ceniza de caña de azúcar .....	19
<b>Tabla 3:</b> Análisis granulométrico Vidrio Molido .....	25
<b>Tabla 4:</b> Análisis granulométrico del agregado fino .....	26
<b>Tabla 5:</b> Gravedad específica y absorción del agregado fino.....	27
<b>Tabla 6:</b> Peso unitario del agregado fino.....	27
<b>Tabla 7:</b> Análisis granulométrico del agregado grueso.....	28
<b>Tabla 8:</b> Gravedad específica y absorción del agregado grueso .....	29
<b>Tabla 9:</b> Peso Unitario del Agregado Grueso .....	29
<b>Tabla 10:</b> Resultado de Espectrometría de Fluorescencia de rayos X de CCA .....	31
<b>Tabla 11:</b> Resistencia a la compresión a los 7 días de edad .....	32
<b>Tabla 12:</b> Análisis de varianza de un factor .....	33
<b>Tabla 13:</b> Análisis Comparativo por método de Tukey .....	33
<b>Tabla 14:</b> Resistencia a la compresión a los 14 días de edad .....	34
<b>Tabla 15:</b> Análisis de varianza de un factor .....	35
<b>Tabla 16:</b> Análisis Comparativo por método de Tukey .....	35
<b>Tabla 17:</b> Resistencia a la compresión a los 28 días de edad .....	36
<b>Tabla 18:</b> Análisis de varianza de un factor .....	37
<b>Tabla 19:</b> Análisis Comparativo por método de Tukey .....	37
<b>Tabla 20:</b> Promedios de resistencias a la compresión a los 7 días de edad .....	38
<b>Tabla 21:</b> Promedios de resistencias a la compresión a los 14 días de edad .....	39
<b>Tabla 22:</b> Promedios de resistencias a la compresión a los 28 días de edad .....	40
<b>Tabla 23:</b> Promedios de resistencias a la compresión .....	41
<b>Tabla 24:</b> Resistencia a la compresión de probetas patrón y D4 .....	42
<b>Tabla 25:</b> Análisis de varianza de un factor .....	43
<b>Tabla 26:</b> Análisis Comparativo por método de Tukey .....	43

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Diseño de investigación .....	14
<b>Figura 2:</b> Curva granulométrica – Vidrio Molido.....	25
<b>Figura 3:</b> Curva granulométrica – Agregado fino .....	26
<b>Figura 4:</b> Curva granulométrica – Agregado grueso.....	28
<b>Figura 5:</b> Curva TGA y ATD .....	30
<b>Gráfico 1:</b> Promedios de resistencias a la compresión a los 7 días de edad .....	39
<b>Gráfico 2:</b> Promedios de resistencias a la compresión a los 14 días de edad .....	40
<b>Gráfico 3:</b> Promedios de resistencias a la compresión a los 28 días de edad .....	41
<b>Gráfico 4:</b> Promedios de resistencias a la compresión .....	42

## RESUMEN

La presente investigación, tiene como objetivo evaluar la resistencia a la compresión del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  al sustituir porcentualmente la arena gruesa por vidrio molido y el cemento por ceniza de caña de azúcar mediante los ensayos de resistencia a la compresión. Para esta investigación se usó la metodología de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño experimental, determinando como población 60 testigos cilíndricos y como muestra 45 testigos cilíndricos ensayándolas en edades de 7, 14 y 28 días de curado.

Mediante los ensayos de resistencia a la compresión realizados se obtuvieron resultados para el modelo estándar y con sustitución de CCA en proporciones de 5 y 10%, así como también 15% y 20% de VM por arena a los 28 días curado, donde el modelo estándar consiguió una resistencia de  $275.75\text{kg/cm}^2$ , D1 consiguió una resistencia de  $263.26\text{kg/cm}^2$ , D2 consiguió una resistencia de  $232.95\text{kg/cm}^2$ , D3 consiguió una resistencia de  $280.81\text{kg/cm}^2$  y la D4 consiguió una resistencia de  $287.57\text{kg/cm}^2$ , concluyendo que las dosificaciones D3 y D4 se presentan como alternativas positivas de sustitución debido a que presentan mayor incremento de resistencia a compresión a la muestra patrón.

**Palabras clave:** Ceniza de caña de azúcar, vidrio molido, resistencia a la compresión.

## ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the compressive strength of concrete  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  by substituting coarse sand for ground glass and cement for sugarcane ash by compressive strength tests. For this research, the applied methodology, quantitative approach and experimental design were used, determining 60 cylindrical controls as a population and 45 cylindrical controls as a sample, testing them at ages of 7, 14 and 28 days of curing.

Through the compressive strength tests carried out, results were obtained for the standard model and with substitution of CCA in proportions of 5 and 10%, as well as 15% and 20% of MV by sand after 28 days cured, where the standard model achieved a resistance of  $275.75\text{kg/cm}^2$ , D1 achieved a resistance of  $263.26\text{kg/cm}^2$ , D2 achieved a resistance of  $232.95\text{kg/cm}^2$ , D3 achieved a resistance of  $280.81\text{kg/cm}^2$  and D4 achieved a resistance of  $287.57\text{kg/cm}^2$ , concluding that the D3 and D4 dosages are presented as positive substitution alternatives due to the fact that they present a greater increase in compressive strength to the standard sample.

**Keywords:** Sugarcane ash, ground glass, compressive strength.

## I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la ingeniería siempre ha estado asociada al desarrollo económico y tecnológico de las grandes civilizaciones. Estas civilizaciones han buscado brindar un mejor nivel de vida a sus habitantes a partir del crecimiento de esta actividad. La construcción es actualmente una de las actividades con una gran cantidad de demanda de personal obrero y un impacto aún mayor en las reservas de los estados económicos en todo el planeta, estos estados buscan mejorar el proceso constructivo y construir edificaciones con un alto nivel de seguridad. La búsqueda de nuevas tecnologías que permitan reducir costos y construir con menor impacto ambiental es un reto constante para los profesionales de nuestro sector (Garrett, Cardenas y Lynam, 2020, p.2).

Así mismo, en la actualidad el mundo sufre escasez de materias primas y los costos de producción van en aumento constante, es por ello que el desarrollo urbano se ve afectado por esta alza de precios. Una alternativa de solución a este problema es utilizar el vidrio reciclado sustituyéndolo por cierto porcentaje del agregado fino, a la vez que se contribuiría con el cuidado del medio ambiente, ya que el vidrio es un material que también genera contaminación durante su proceso de fabricación, por lo cual es una buena idea reciclarlo, darle un buen uso y minimizar las constantes emanaciones de dióxido de carbono, las cuales están coligadas a su fabricación. Este material también tiene propiedades importantes para la investigación en ingeniería, como la impermeabilidad y la durabilidad, contribuyendo constantemente con la seguridad atmosférica. (León y Rázuri, 2020, p.14).

Por su parte, Hernández (2019, p. 30) indica que por temas ecológicos y por la salud ambiental, existe la necesidad de producir modernos elementos de creación de concreto que sean amistosos con nuestro medio ambiente sin que dejen de ser accesibles al bolsillo de las personas y a su vez logren desarrollar las mismas funciones que un concreto común y corriente. La ceniza de cañaverales sacarinos, es una derivación de la productividad azucarera, mejor dicho, es un desperdicio de esa misma empresa que en tiempos actuales suele utilizarse en el ámbito agricultor. Este componente contiene propiedades

puzolánicas similares al cemento, lo que conlleva a la posibilidad de optimizar las reacciones físicas y mecánicas del hormigón estructural.

En este sentido, el siguiente proyecto de investigación presenta una justificación teórica, ya que busca proporcionar conocimiento sobre el impacto en la entereza compresiva del vidrio reciclado y residuos de bagazo de caña fructuosa en el hormigón y contribuir al desarrollo e investigación de materiales alternativos en este ámbito. También contempla una justificación práctica, pues intenta transformarse en una alternativa concerniente en el entorno de la tecnología del concreto, pero particularmente en el campo de diseño de concretos hidráulicos, con tecnologías alternativas ya que, según los resultados obtenidos, su resistencia a compresión puede ser superada respecto al hormigón convencional.

En cuanto a la justificación social, el presente estudio ofrece una disyuntiva para los próximos bosquejos en concretos que beneficien a las comunidades y futuras construcciones en distintos ámbitos poblacionales, permitiendo que las personas que suelen vivir establemente en distintas localidades se beneficien del uso de residuos para producir hormigón ecológico. Por último, la justificación metodológica, es que en el transcurso y constante progreso de la investigación se usaron herramientas, como el procedimiento de observación en diversos estudios, originando antecedentes vinculados a las consecuencias de reemplazar el agregado fino por cristal machacado en el esfuerzo compresivo del concreto, proponiendo estas investigaciones como orientadores para estudios posteriores.

Seguidamente, el problema general se plantea de la siguiente manera: ¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  al sustituir porcentualmente la arena gruesa por vidrio molido y el cemento por ceniza de caña de azúcar mediante los ensayos de resistencia a la compresión?

Del problema general mencionado, derivan los siguientes problemas específicos: ¿Cuáles son las características de los materiales para la elaboración del diseño de mezcla del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ ?, ¿Cuál es la temperatura de calcinación adecuada del bazo de caña de azúcar mediante el Análisis Térmico Diferencial?,

¿Cuál son los compuestos químicos de la ceniza de caña de azúcar?, ¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  al sustituir porcentualmente la arena gruesa por vidrio molido en proporciones de 15% y 20% y el cemento por ceniza de caña de azúcar en proporciones 5% y 10% mediante los ensayos de resistencia a la compresión? y ¿Cuál es la proporción óptima de sustitución porcentual del cemento por ceniza de caña de azúcar y arena gruesa por vidrio molido para mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ ?

Seguidamente se plantea el objetivo general: Evaluar la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  al sustituir porcentualmente la arena gruesa por vidrio molido y el cemento por ceniza de caña de azúcar mediante los ensayos de resistencia a la compresión.

Como objetivos específicos se proponen: Determinar las características de los materiales para la elaboración del diseño de mezcla del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ , Determinar la temperatura adecuada de calcinación del bagazo de caña de azúcar mediante el Análisis Térmico Diferencial, Identificar los compuestos químicos de la ceniza de caña de azúcar, Determinar la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  al sustituir porcentualmente la arena gruesa por vidrio molido en proporciones de 15 y 20% y el cemento por ceniza de caña de azúcar en proporciones 5 y 10% mediante los ensayos de resistencia a la compresión y Determinar la proporción óptima de sustitución porcentual de cemento por ceniza de caña de azúcar y arena gruesa por vidrio molido para mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Se plantea como hipótesis general,  $H_i$ : La sustitución porcentual de arena gruesa por vidrio molido y cemento por ceniza de caña de azúcar aumenta la resistencia a la compresión de un concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .  $H_o$ : La sustitución porcentual de arena gruesa por vidrio molido y cemento por ceniza de caña de azúcar disminuyen la resistencia a la compresión de un concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

Se plantean como hipótesis específicas,  $H_{11}$ : La caracterización de los materiales para la elaboración del diseño de mezcla mejora la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $H_{1o}$ : La caracterización de los materiales para la

elaboración del diseño de mezcla disminuye la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

H2: La temperatura adecuada de calcinación al bagazo de caña de azúcar mediante el Análisis Térmico Diferencial mejora la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , H3o: La temperatura adecuada de calcinación bagazo de caña de azúcar mediante el Análisis Térmico Diferencial disminuye la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

H3: Los compuestos químicos de la ceniza de caña de azúcar influye positivamente en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , H3o: Los compuestos químicos de la ceniza de caña de azúcar no influye positivamente en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

H4: La sustitución porcentual de arena gruesa por vidrio molido en una proporción de 15% y 20% y cemento por ceniza de caña de azúcar en proporciones de 5% y 10% aumentan la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , H4o: La sustitución parcial de arena gruesa por vidrio molido en proporciones de 15% y 20% y cemento por ceniza de caña de azúcar en proporciones de 5% y 10% disminuyen la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

H5: La proporción óptima de sustitución porcentual de cemento por ceniza de caña de azúcar y arena gruesa por vidrio molido mejora la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , H5o: La proporción porcentual de sustitución parcial de cemento por ceniza de caña de azúcar y arena gruesa por vidrio molido empeora la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

## II. MARCO TEÓRICO

En la búsqueda de información para conocer más sobre los trabajos realizados previamente en nuestro ámbito de estudio, se consideró información de los siguientes antecedentes internacionales:

Amaya y Araque (2020, p. 54) tuvieron como objetivo de investigación analizar las características mecánicas y físicas del hormigón al agregar cristal machacado. Su metodología fue estudio experimental considerando diferentes porcentajes (3%, 5%, 8%) como sustitución de la arena gruesa y diseñaron veintisiete (27) probetas divididas de forma igualitaria para cada porcentaje, a las que se les agregó un porcentaje respectivo de vidrio molido.

En dicha investigación, Amaya y Araque (2020, p. 42) realizaron experimentos de machacamiento de vidrio o cristal reciclado con el respectivo uso de la máquina de los Ángeles, pruebas de estudios de granulometría y posteriormente estudios de esfuerzo de compresión de testigos a los 14, 28 y 56 días , obteniendo como resultado que al emplear cristal machacado, reemplazando una fracción determinada, es decir un (3%) de arena gruesa en las aleaciones de concreto, se presentan datos numéricos más favorables, con mayor cifras positivas a los 56 días en cuanto a su resistencia, finalmente se concluyó que las probetas con sustitución de vidrio molido, especialmente los que contienen 3% y 5% de vidrio molido, logran un mayor módulo de elasticidad en comparación con las demás muestras analizadas.

Por su parte, Paredes (2020, p. 36) tuvo como finalidad de investigación estudiar la resistencia de aguanete del hormigón  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$  con reemplazo de cristal machacado, por medio del reemplazo porcentual en peso de la arena en porcentajes del 15%, 20% y 25%, con el propósito de instituir una contrastación entre un modelo estándar y otro con reemplazo de vidrio triturado. Este proyecto de indagación contempló un diseño experimental y nivel explicativo, determinando como población 180 testigos cilíndricos y como muestra 45 testigos cilíndricos.

Mientras tanto, Paredes (2020, p. 113) mediante la prueba de resistencia de aguante obtuvieron resultados del modelo estándar y con reemplazo de vidrio triturado en proporciones de 15%, 20% y 25% a los 28 días curado, el modelo estándar consiguió un aguante de 213.34 kg/cm<sup>2</sup>, el modelo con 15% reemplazo de VM consiguió un aguante de 252.42 kg/cm<sup>2</sup>, el modelo con 20% de reemplazo de VM, consiguió un aguante de 228.20 kg/cm<sup>2</sup> y el modelo con 25% de reemplazo de VM, consiguió un aguante de 217.60 kg/cm<sup>2</sup>, concluyendo que la proporción como mejor alternativa para el reemplazo porcentual de la arena por cristal machacado es del 15% ya que presentan mejor incremento al modelo estándar.

En cuanto a la ceniza, Manzaneira et al. (2017, p.1) con su estudio tienen determinado una finalidad de comprobar el posible uso CCA como un reemplazo porcentual del conglomerante hidráulico. De esta manera, realizaron una investigación experimental, que se fraccionó en dos etapas; en la primera residió en la realización de estudios de minerales y químicos en únicamente un par de ejemplares de cenizas sin ningún tipo de modificación y recientemente quemados a 600 °C durante 6 horas. En la segunda, se encontró que la ceniza calcinada tenía una medida superior de material puzolánico en estado deforme, haciendo que este material sea en cierta forma más reactivo.

Cordeiro, Andreão y Tavares (2019, p.1) evaluaron la factibilidad de utilizar cenizas residuales de corteza de caña de azúcar con alto contenido de carbono como materia prima para producir puzolana quemados en hornos rotatorios (continuos) y de mufla (discontinuos), ambos a 600 °C durante 1 h según los resultados del Análisis Termo gravimétrico (TGA).

A nivel nacional, Mendoza y Achig (2019, p. 19) tuvo como objetivo general estudiar la conducta de la fortaleza en el esfuerzo compresivo del hormigón utilizando escoria CCA, la metodología utilizada fue experimental pura, utilizando 24 unidades de probetas de hormigón como población y también 24 probetas como muestra ensayándolas en edades de 7 días, 14 días y finalmente 28 días, obteniendo como resultado que las probetas ensayadas luego de 7 días de

curado contemplan una resistencia promedio por debajo de la requerida, mientras que conforme va CCA también aumenta la resistencia de estos testigos.

Además, Mendoza y Achig (2019, p. 19) afirman que las probetas ensayadas a los 14 días muestran resistencias considerablemente superiores a la requerida, las cuales están dentro del rango establecido y los testigos analizados luego de pasar 28 días de curado alcanzan esfuerzos compresivos superiores a las estimadas dándonos a conocer que la ceniza empleada fue adecuada para el incremento del aguante de los testigos de concreto, por lo que se concluye que el haber reemplazado parte del conglomerante con escoria de cáscara de carrizo de azúcar se consigue incrementos favorables de resistencia, en un promedio de 5.34% con los porcentajes de ceniza de 4, 8 y 12%.

Por otro lado, Pastor (2017, p. 28) tuvo como objetivo general definir la consecuencia de la sustitución porcentual de CCA en el esfuerzo compresivo del hormigón con una resistencia promedio de  $f'_c=21$  Mpa, para lo cual se empleó una metodología completamente experimental con ensayos finales y un grupo control, teniendo como muestra 24 unidades de probetas de hormigón, de las cuales 12 fueron llevadas al ensayo de compresión pasado los 7 en curado y las 12 restantes ensayadas a los 28 días, estas probetas fueron constituidas de la siguiente manera, 8 unidades de probetas patrón, 8 con una adición de ceniza al 20% y las últimas 8 probetas con una adición del 40% de CCA, obteniendo como resultado que las probetas ensayadas y curadas por 7 días tuvieron un promedio de resistencia de 201 kg/cm<sup>2</sup> estando muy próximo en el aguante establecido en el reglamento peruano, mientras que las probetas curadas durante 28 días obtuvieron valores muy bajos de aguante compresivo.

Según, Pastor (2018, p. 39) los testigos modelos lograron llegar a 212.75 kg/cm<sup>2</sup>, el promedio de resistencia de los ejemplares que contaron con la quinta parte del total de cemento por CCA 162.75 kg/cm<sup>2</sup> y las que tuvieron un porcentaje de 40 obtuvieron como resultado 162.50 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia, dándose un conocimiento de que la ceniza empleada no es beneficiosa para el aguante de esfuerzo compresivo del concreto, concluyendo que los residuos de CCA afectan

considerablemente en el aguante del esfuerzo compresivo de las unidades a ensayar.

Por su parte, Norabuena (2022, p. 16) tuvo como objetivo general definir el valor de aguante del esfuerzo compresivo del concreto  $f_c=21$  Mpa reemplazando una parte de arena gruesa con la trituración de cristal, Huaraz 2022, el procedimiento utilizado fue de tipo adaptado poniendo a prueba los estudios adquiridos sobre tecnología del concreto teniendo un tipo de diseño experimental puro, para lo cual se conformó con una población de unidades de testigos en forma de cilindro de hormigón y una muestra de 36 probetas.

En relación a los testigos de concreto, Norabuena (2022, p. 54) menciona que estas probetas a su vez están divididas en 9 unidades patrón y 27 unidades de hormigón con sustitución de 3%, 7% y 15% de arena gruesa por vidrio reciclado machacado siendo estos testigos curados posteriormente llevados a un prueba de aguante a los 7, 14 y 28 días de edad, logrando como resultado que las probetas ensayadas luego de pasar 7 días en los ambientes de curado alcanzan un esfuerzo compresivo de 226.38 kg/cm<sup>2</sup> para los testigos modelos, siendo estas superiores a los testigos con sustitución de 3%, 7% y 15%, para los cuales se determinó una resistencia de 16.09 Mpa, 14.49 Mpa y 14.31 Mpa respectivamente.

Asimismo, Norabuena (2022, p. 56) verificó que los testigos verificados mediante la rotura pasado las 2 semanas de humedecimiento respectivo, pudieron arrojar datos de 27.49 Mpa para las probetas patrón siendo aún superior a los cilindros con reemplazo de cristal triturado, las cuales obtuvieron valores de 21.31 Mpa, 16.09 Mpa y 16.80 Mpa para los testigos con 3%, 7% y 15% de sustitución parcial con cristal reciclado machacado y finalmente los testigos cilíndricos ensayados pasado las cuatro semanas de humedecimiento respectivo, determinaron valores de enterezas compresivas de 27.49 Mpa para las probetas patrón.

Seguidamente, Norabuena (2022, p. 58) concluyendo que el vidrio reciclado triturado no permite el aumento de aguante de esfuerzos compresivos del hormigón  $f_c=210$ kg/cm<sup>2</sup>, pues las probetas patrones ensayadas luego de 28 días de curado tienen una resistencia mayor que los testigos con sustituciones

parciales de 3%, 7% y 15%, con valores de 13.44%, 34.50% y 32.63% respectivamente.

En cuanto al agregado fino, Rivera (2018, p. 10) tuvo como objetivo general evidenciar la contribución de vidrio triturado como sustituto de la arena gruesa en el aguate de esfuerzo compresivo del hormigón  $f'_c=21$  Mpa, en este caso se empleó métodos experimentales determinando como población el hormigón  $f'_c=21$  Mpa y como muestra 36 testigos cilíndricos, considerando las testigos patrón, como también los testigos con reemplazo de vidrio molido, obteniendo como resultados únicamente para las probetas patrones, resistencias de 13.22 Mpa, 19.13 Mpa y 22.30 Mpa, siendo estas ensayadas luego de 1 semana, 2 semanas y 4 semanas de curado respectivamente, mientras que para las probetas con un reemplazo de la cuarta parte de arena gruesa por vidrio machacado se tienen resistencias de 17.33 Mpa, 23.78 Mpa y 24.75 Mpa, las cuales fueron también ensayadas a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

De igual manera, Rivera (2018, p. 10) determinó que los testigos con sustitución del 30% de vidrio molido alcanzaron resistencias de 13.00 Mpa, 18.31 Mpa y 21.77 Mpa siendo estas ensayadas también en la misma fecha que las demás probetas y finalmente los testigos con un reemplazo del 35% de vidrio molido llegaron a una entereza de 17.85 Mpa, 19.46 Mpa y 20.81 Mpa en sus respectivos ensayos en iguales edades que los testigos anteriormente mencionados, concluyendo que los testigos con un reemplazo del 25% de vidrio molido tienen un comportamiento favorable en el hormigón, pues llegaron a tener un incremento en su entereza compresiva, los testigos con una sustitución de 30% no tienen mucha diferencia con respecto al patrón, sin embargo se aprecia cierta mejora, mientras que las probetas que fueron reemplazadas por un 35% de agregado fino por vidrio molido presentaron una considerable disminución en su resistencia a la compresión.

Por otra parte, para poder realizar la siguiente investigación se utilizó información de distintas fuentes las cuáles serán las bases teóricas de apoyo para este proyecto: Wu et.al (2023, p.2) mencionan que las escorias de los cañaverales sacarinos son sobrantes del procedimiento de producción de azúcar. Durante la

fase de la pulverización del cañaveral, se realizan filamentos que se utiliza en distintos productos y al iniciar la quema de etanol en las chimeneas de las fábricas y generar electricidad, se visualiza un resultado de que tiende a ser una creación de un nuevo elemento, llamado escoria de cañaveral sacarino.

Quevedo (2018, p.89), menciona que la obtención de cañaverales sacarinos de azúcar es mediante la calcinación en hornos muflas a una temperatura máxima de 300 C° por un periodo de calcinación de 3 horas, donde se hace más intensa la pérdida de masa y alcanzando el punto de sílice.

En cuanto a la ceniza de caña de azúcar, Batool, Masood y Ali (2022, p.1); (Zhang et al. 2020, p.10) mencionan que, este residuo se utiliza como sustituto del cemento, ya que la CCA tiende a ser reciclado por sus componentes similares al cemento en la producción de conglomerantes hidráulicos debido a que su composición química contiene un alto porcentaje de sílice mayor al 70%, este material adicional a su vez brinda la facilidad de poder sustituir en forma parcial al conglomerante base.

Por otro lado, la NTP 339.034 (2015, p.3) indica que la entereza compresiva axial es un procedimiento que consta en colocar cierta carga que tenga propiedades de compresión uniaxial a los respectivos cilindros de concreto realizados previamente, como también a los elementos extraídos en los ensayos de diamantina, esta carga va incrementando constantemente por un determinado tiempo hasta producir la rotura del elemento. La intransigencia a la compresión del hormigón ensayado es el producto de realizar la división del máximo valor de la carga registrada en el proceso de rotura por la superficie transversal del elemento medido en centímetros cuadrados.

En cuanto a los porcentajes óptimos a usar de CBCA, Olu, Aminu y Sabo (2020, p.9); Balladares y Ramírez (2020, p.23) indican que el reemplazo óptimo de CBCA en el cemento del 5%, determinando así que la cantidad de esta sustitución no afecta a la muestra estándar a los 28 días de curado, debido a que contiene una alta actividad puzolánica.

Además, Quedou (2021, p.16) muestra como resultado de su experimento que la CBCA podría usarse como material sustituto del cemento en la elaboración del hormigón, debido a que perfecciona las propiedades de firmeza y durabilidad, por ello sugiere que el porcentaje de sustitución óptima a usar sería el 10 % de CBCA.

Como enfoque conceptual de la investigación tenemos los siguientes términos: En cuanto a la de caña de azúcar, Huaquisto y Belizario (2018, p. 5), mencionan que es la escoria de fibra obtenido tras la molienda y prensado de sus tallos. Asimismo, Le, Sheen y Lam (2018, p.1) indican que las escorias de cañaverales fructuosas son despojos por parte del ámbito agricultor que se generan durante los procesos de elaboración del azúcar.

Para, Cordina (2018, p.10) define el cristal como un componente de aspecto duro, quebradizo y universalmente cristalino, que se comporta como un material sólido de muy alta tenacidad. Por otro lado, Izquierdo et.al (2022, p. 2) menciona que el vidrio es un material duro, quebradizo y transparente que suele obtenerse fundiendo arena de cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ), carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) y piedra caliza ( $\text{CaCO}_3$ ) a aproximadamente 1500 °C.

En cuanto al agregado grueso, el RNE E.0.60 (2009, p.14), detalla que es un elemento compuesto por granos originados congénitamente como también artificialmente, ejemplo de estos suelen ser la arena, rocalla, roca machacada y ceniza de altas estufas, usados con fines cementosos para configurar concretos hidráulicos o mezclas sin agregado grueso.

En cuanto al concreto, Tarekegn, Getachew y Kenea (2022, p.1) manifiestan que es un material conglomerante, que se encuentra compuesto principalmente por cemento, agregado grueso y agregado fino mezclado con agua.

Mientras tanto, KAKASOR, et al. (2023, p.2) indican que la ceniza volante es un material puzolánico rico en sílice y alúmina. Es un polvo muy fino con mayor finura que el cemento. Se encuentra como subproducto de la combustión del carbón.

Por otra parte, Yadav et al. (2020, p.3); Adrián y Bartolo (2021, p.128) evaluaron los componentes químicos de la CCA y determinaron que está compuesto de dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y trióxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), presentándose estos tres óxidos como los más típicos en su análisis.

En cuanto al agregado fino, el RNE E.0.60 (2009, p.15) menciona que es el elemento producto de la descomposición congénita o ficticia que suelen pasar las mallas de 9,5 mm 3/8".

De igual forma, Villanueva (2020, p.29) menciona que el agregado grueso son los elementos que no atraviesan la malla de 4,75 mm (Nº 4), siendo este producto del destrozado congénito o dinámico de los escollos.

Asimismo, Correa y Sarraf (2016, p.21) explican que el cemento es un material en polvo que forma una pasta aglutinante cuando se agrega cierta suma adecuada de líquido, que a su vez puede fortalecerse sumergido en este mismo líquido, como también en el medio ambiente. No se incluye cales relacionados con líquidos, como tampoco los relacionados con el aire y morteros.

Por otra parte, Farrant et al. (2022, p.3) explican que la puzolana son componentes con características silicios o aluminosilicatos que individualmente no tienen valor de conglomerante o su aporte es mínimo, pero al estar unidos con líquido como agua, tienden a reaccionar en forma química con hidróxido de calcio a un aproximado de 20° grados del medio ambiente, generando una mezcla con características cementosas.

En cuanto al agua para concreto, Yaragal, Gowda, y Rajasekaran (2019, p.12) mencionan que es un componente de suma importancia en la producción de mezclas de hormigón hidráulico, porque actúa en el humedecimiento del conglomerante y en el incremento de sus cualidades.

Por otro lado, Quedou (2021, p.11) alude que la resistencia a la compresión es la resistencia máxima que un elemento puede sustentar ante cargas compresivas.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de Investigación**

La esencia de los estudios, a la vez que permite la creación de soluciones innovadoras en ciertos sectores característicos como el ámbito científico, contribuyen con el desarrollo del ambiente ideal del conocimiento, dando solución a los problemas sociales constantes, para lo cual se suele brindar soluciones detalladas. (Hernández y Mendoza, 2018, p.93).

El presente proyecto de investigación presentará un tipo de investigación aplicada, pues se intentará averiguar posibles soluciones a un problema determinado teniendo como propósito obtener una solución para calcular las cifras de enterezas compresivas axiales en concretos con sustituciones de conglomerante hidráulico y agregado fino por escoria de cañaverales sacarinos y cristal molido respectivamente, aplicando estudios anteriores realizados y procedimientos dispuestos por investigadores.

##### **3.1.2. Diseño de Investigación**

El planteamiento experimental posibilita que las variables sean manejables para poder estudiar todas las consecuencias que estas producen en otras variables a la vez que se inspecciona rigurosamente el ámbito del estudio. (Ramos,2021, p.1).

Esto es gracias a que se administra un programa evolucionado para poder alcanzar los datos necesarios y así aproximarse a las incógnitas planteadas en la etapa del estudio.

A este estudio le corresponderá un diseño experimental de nivel Cuasi experimental porque a través de esta investigación deseamos diagnosticar la entereza compresiva del hormigón  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  al sustituir arena gruesa y conglomerante por vidrio molido y residuos de caña de azúcar respectivamente, para lo cual elaboraremos 5 grupos de trabajo, un grupo

de probetas sin ninguna modificación, es decir, el grupo control y 4 grupos de probetas modificadas para lo cual se aplicarán los respectivos ensayos de compresión axial, siendo estas muestras a su vez elegidas por los estudiantes y no siendo seleccionadas al azar.

**Figura 1:** Diseño de investigación

M1	Pp1	X	Pp2
M2	Pp3		Pp4

Dónde:

- **M1:** Grupo de testigos de concreto con sustituciones parciales
- **M2:** Grupo de testigos de concreto patrón
- **Pp1 y Pp3:** Lineamientos brindados por el RNE.
- **Pp2 y Pp4:** Resultados de resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$
- **X:** Vidrio molido y ceniza de caña de azúcar

### 3.2. Variables y operacionalización

#### Variable 1, independiente: ceniza de caña de azúcar

- **Definición conceptual**

La escoria de cañaverales sacarinos son residuos del procedimiento de producción de sacarosa durante la fase de pulverización de los cañaverales de azúcar, se crean unos filamentos que se utilizan en distintos productos comerciales al iniciar la quema de etanol en las chimeneas de las fábricas. Como resultado de la quema de estos determinados elementos se produce un nuevo elemento llamado escoria de cáscara de cañaverale de azúcar Wu et.al (2023, p.2).

- **Definición operacional**

Se reemplazarán diferentes importes de escoria de cáscara de caña de azúcar conforme a los indicadores, los cuales residirán en puesto del peso del cemento, condescendiendo la mezcla total basándose en las fichas de

fabricación del diseño de mezcla reglamentado por ACI, respetando los resultados de laboratorio extraídos en fichas Excel con el fin de fabricar probetas.

- **Indicadores**

Sustituciones en porcentajes de 0.00%, 5.00%, 10.00%, en puesto del peso del cemento, a la vez otro indicador será Análisis Termo Dinámico, la cual será comprendida para establecer la temperatura de calcinación del bagazo y Fluorescencia de Rayos X saber los compuestos químicos de la ceniza de caña de azúcar.

- **Escala de medición**

La escala de medición usada será razón

### **Variable 2, independiente: vidrio molido**

- **Definición conceptual**

"Es un componente formado de los compuestos minerales fundidos que se enfría hasta adquirir un estado sólido sin cristalización, es decir es un líquido semienfriado destinados a todos los sólidos amorfos de los cuales pueden ser teñidos o cristalinos, según la presencia de partes extrañas" (Flórez, Jiménez y Perez,2018, p.5).

- **Definición operacional**

El vidrio molido será debidamente añadido en la mezcla de concreto conforme la norma ACI, sustituyendo porcentajes de la arena gruesa como lo muestra los indicadores, previamente analizados mediante un estudio granulométrico, determinándose la curva de granulometría respetando las normas ASTM y NTP, estos procesos serán registrados en fichas de laboratorio.

- **Indicadores**

Sustituciones en porcentajes de 0.00%, 15.00%, 20.00%, en función del peso de la arena gruesa utilizado en el respectivo diseño de mezcla de hormigón siguiendo los procedimientos del American Concrete Institute, a

la vez otro indicador será el milímetro, ya que este estará dentro de los parámetros del estudio de granulometría al realizar los tamizados respectivos de los agregados en el laboratorio.

- **Escala de medición**

La escala de medición usada será razón.

### **Variable 3, dependiente: resistencia a la compresión del concreto**

- **Definición conceptual**

Es un procedimiento en la cual reside en emplear una fuerza axial vertical con propiedades compresivas a núcleos de concreto o formas cilíndricas extraídas en ensayos con diamante durante un tiempo determinado hasta la falla. (NTP 339.034, 2015, p.3).

- **Definición operacional**

El correspondiente ensayo de resistencia a la compresión axial se realiza sobre muestras de hormigón aplicando diferentes fuerzas axiales a la superficie de la sección transversal de las muestras en distintas edades de curado, para lo cual se utiliza la norma E.060, al igual que las NTP, estas muestras de hormigón presentaran diseños según normativa ACI, y todos son registrados y evaluados en laboratorio y hojas de Excel.

- **Indicadores**

El primer indicador es la dosificación, la cual se determina según las etapas del American Concrete Institute según el plan de mezclado, el cual determina la porción de áridos, cemento, agua y compensaciones que se deben incluir en la preparación de las muestras de concreto. El siguiente indicador son los días de tratamiento de las muestras, que tienen 7, 14 y 28 días según la norma E.060, que luego son analizadas en el laboratorio. Como último indicador está el esfuerzo a la rotura de las probetas o testigos ensayados en la máquina de compresión axial siguiendo las normativas NTP.

- **Escala de medición**

La escala de medición usada será razón.

### 3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

#### 3.3.1. Población

Según, Arias (2012, p. 81), los grandes conjuntos poblacionales son cantidades generales en donde se ambienta la investigación, de donde se procura universalizar las conclusiones características o niveles que posibiliten reconocer al individuo.

En este proyecto de investigación se considerará como población de diseño al total de concreto  $f'c=21\text{Mpa}$  elaborado, el cual está conformado por el diseño patrón sin ningún tipo de sustitución, el diseño que tiene los reemplazos fraccionales de agregado fino por vidrio molido y conglomerante clásico por escoria de caña de azúcar en medidas de 15% y 5% respectivamente, el diseño de hormigón con reemplazo de arena gruesa por vidrio molido y cemento hidráulico por escoria de bagazo de azúcar en medidas de 15% y 10% respectivamente, el diseño de hormigón que tiene cambio de agregado fino por vidrio molido y cemento por ceniza de azúcar en cantidades de 20% y 5% respectivamente y por último el diseño de mezcla que contiene reemplazos fraccionales de arena gruesa por vidrio molido y conglomerante clásico por residuo de bagazo de azúcar en proporciones de 20% y 10% respectivamente.

**Tabla 1:** Población del grupo convencional y grupos con sustitución de vidrio molido y ceniza de caña de azúcar

Descripción	7días	14días	28días	Total
Patrón	4	4	4	12
D1=15VM%+5%CCA	4	4	4	12
D2=15%VM+10%CCA	4	4	4	12
D3=20%VM+5%CCA	4	4	4	12
D4=20%VM+10%CCA	4	4	4	12
Total	20	20	20	<b>60</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Para el siguiente proyecto de investigación se considerará una población proyectada de 60 probetas de concreto, las cuales se dividirán de la siguiente manera:

- 12 testigos patrón.
- 12 testigos con sustitución parcial de arena gruesa por vidrio molido en 15% y sustitución porcentual de cemento por ceniza de caña de azúcar en 5%.
- 12 testigos con sustitución parcial de arena gruesa por vidrio molido en 15% y sustitución porcentual de cemento por ceniza caña de azúcar en 10%.
- 12 testigos con sustitución parcial de arena gruesa por vidrio molido en 20% y sustitución porcentual de cemento por ceniza de caña de azúcar en 5%.
- 12 testigos con sustitución parcial de arena gruesa por vidrio molido en 20% y sustitución porcentual de cemento por ceniza de caña azúcar en 10%.

- **Criterios de inclusión:**

El siguiente proyecto de investigación tomará en consideración los materiales de las canteras cercanas a la ciudad de Chimbote.

- **Criterios de exclusión:**

Este estudio no considerará los elementos que no correspondan o no tengan relación al vidrio molido y ceniza de caña de azúcar, así como tampoco considerará a las probetas que no cumplan con las condiciones establecidas para el diseño de mezcla.

### **3.3.2. Muestra**

Referente a la muestra, Lerma (2016, p. 73) explica que los ejemplares o también llamadas muestras suelen ser conglomerados que se derivan de un grupo mayor llamado población, a causa de las cifras alcanzadas en esta misma, se suele realizar un procedimiento de cálculo lográndose obtener estimaciones de valores que llegan a ser la muestra de diseño llegando a concluir que el término muestra representa una parte o

porcentaje del grupo mayor, es decir de la población que estamos analizando o deseamos analizar.

Según la norma E.060 (2020, p. 40) en su capítulo 5: Calidad del Concreto, Mezclado y Colocación, numeral 5.1.6 Se considera como una prueba de resistencia a la compresión al promedio realizado de la resistencia de dos testigos en forma de cilindro como mínimo, realizados de la misma mezcla de concreto, siendo estas ensayadas luego de 4 semanas para determinar el valor de  $f'c$ .

Por otra parte, la propuesta de norma E.060 (2019, p. 27) en su cap. 5: Calidad del Concreto, Mezclado y Colocación, numeral 5.1.6 considera como una prueba de resistencia a la compresión al promedio realizado de la resistencia de dos testigos en forma de cilindro de tamaños de 6" de diámetro por 12" de altura o tres ejemplares cilíndricos que tengan medidas de 4" de diámetro por 8" de altura, como mínimo; realizados de la misma mezcla de concreto, siendo estas ensayadas luego de 4 semanas para determinar el valor de  $f'c$ .

Asimismo, el reglamento ACI 318-19, (2019, p. 549) en su parte 9: Construcción, Capítulo 26: Documentos de Construcción e Inspección y numeral 26.5.3.2. (d.1) menciona que debe realizarse como mínimo dos testigos a ensayar, de 15 centímetros por 30 centímetros o tres ejemplares de 10 centímetros por 20 centímetros, los cuales han de ser curados en campo, siendo elaborados al mismo tiempo y muestreándose del mismo ejemplar de mezcla de concreto.

**Tabla 2:** Muestra del grupo convencional y grupos con sustitución de vidrio molido y ceniza de caña de azúcar

Descripción	7días	14días	28días	Total
Patrón	3	3	3	9
D1=15%VM+5%CCA	3	3	3	9
D2=15%VM+10%CCA	3	3	3	9
D3=20%VM+5%CCA	3	3	3	9
D4=20%VM+10%CCA	3	3	3	9
Total	15	15	15	<b>45</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Para el siguiente proyecto de investigación se considerará una muestra de 45 probetas, las cuales estarán divididas de la siguiente manera:

- 9 testigos patrón de los cuales 3 se ensayarán a los 7 días de edad, 3 se ensayarán a los 14 días de edad y 3 se ensayarán a los 28 días de edad.
- 9 testigos con sustitución de parcial de arena gruesa por vidrio molido en 15% y sustitución parcial de cemento por CCA en 5%, de los cuales 3 se ensayarán a los 7 días de edad, 3 se ensayarán a los 14 días de edad y 3 se ensayarán a los 28 días de edad.
- 9 testigos con sustitución de parcial de arena gruesa por vidrio molido en 15% y sustitución porcentual de cemento por CCA en 10%, de los cuales 3 se ensayarán a los 7 días de edad, 3 se ensayarán a los 14 días de edad y 3 se ensayarán a los 28 días de edad.
- 9 testigos con sustitución de parcial de arena gruesa por vidrio molido en 20% y sustitución parcial de cemento por CCA en 5%, de los cuales 3 se ensayarán a los 7 días de edad, 3 se ensayarán a los 14 días de edad y 3 se ensayarán a los 28 días de edad.
- 9 testigos con sustitución de parcial de arena gruesa por vidrio molido en 20% y sustitución porcentual de cemento por CCA en 10%, de los cuales 3 se ensayarán a los 7 días de edad, 3 se ensayarán a los 14 días de edad y 3 se ensayarán a los 28 días de edad.

### **3.3.3. Muestreo**

Según, Otzen Y Manterola (2017, p.1) manifiestan que el propósito del muestreo es examinar la relación entre la partición de una variable en la población, objetivo y la partición de esa variable en la muestra que se estudia.

El muestreo se divide en dos grupos, muestreos probabilísticos y no probabilísticos, siendo los del primer grupo elementos seleccionados con

una posibilidad igualitaria para todos, mientras que los del segundo grupo van a depender netamente de las decisiones del investigador.

Para la siguiente investigación se empleará un muestreo no probabilístico, el cual es producto de elaborar testigos de hormigón con sustituciones parciales de arena gruesa y cemento por vidrio molido y ceniza de caña de azúcar respectivamente además a los testigos patrones.

#### **3.3.4. Unidad de análisis**

Para, Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 195) la unidad de análisis es el individuo o componente básico de la investigación o la menor fracción del elemento que será puesto a prueba, a este elemento se le suministra un tratamiento y posteriormente se visualiza las respuestas de las variables, comprobando la eficacia del procedimiento empleado.

Para la presente investigación se contará con las muestras de concreto en testigos cilíndricos, los cuales tendrán sustituciones parciales de arena gruesa y cemento por vidrio molido y escoria de caña de azúcar.

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

En este estudio se considerará usar el método de la observación, pues mediante esta técnica apreciaremos sistemáticamente los procesos realizados en los trabajos de laboratorio, la realización de informes de laboratorio en base a protocolos y fichas técnicas del ensayo de enterezas compresivas del hormigón.

A su vez se emplearán fichas laboratorio aprobadas y normadas por el reglamento norteamericano ASTM y el reglamento peruano NTP. Estos documentos técnicos se encuentran en formatos divididos y estandarizados para colocar datos y realizar cálculos en base a los resultados de ensayos de roturas de los cilindros de hormigón, ensayados luego de 1, 2 y 3 semanas de curado.

Todas las fichas técnicas empleadas en esta investigación estarán debidamente selladas y firmadas por los especialistas del laboratorio en donde se realizarán los procedimientos respectivos, con la finalidad de demostrar validez y confiabilidad en este proyecto de investigación.

Los protocolos y las fichas de laboratorio empleadas no necesitan aprobaciones por parte de expertos, pues éstas fichas están elaboradas en base a reglamentos estandarizados por el ASTM, ACI y RNE.

Para un mejor detallamiento y estimación de las cifras obtenidas en el laboratorio se hará uso de Microsoft Excel para poder realizar los respectivos cálculos, diagramas, cuadros y barras.

### **3.5. Procedimientos**

- Se obtendrá las cáscaras de cañaverales de azúcar en la localidad de San Jacinto (Agroindustrias San Jacinto S.A.C) para luego transportarla y colocarlas dentro del horno sometiéndolos de este modo al ensayo de Análisis Térmico Diferencial, adquiriendo así sus respectivas cenizas con la cual se realizará el ensayo de Fluorescencia de Rayos X para determinar su compuesto químico.
- Se recolectará el vidrio producto de reciclaje en la ciudad de Chimbote para luego transportarlo al laboratorio, en donde será triturado en la máquina de los ángeles para ser el elemento de sustitución de la arena gruesa en cada diseño de concreto.
- Se realizará la debida adquisición de la arena gruesa y piedra chancada en las canteras más cercanas al laboratorio.
- Se determinarán los respectivos pesos en función del material en estado suelto, así como compactado, tanto para la arena gruesa como para la piedra chancada de acuerdo a las normas ASTM y NTP.
- Se procederá con el tamizado respectivo del agregado grueso, determinando de esta manera el tamaño máximo nominal del material conforme los lineamientos de American Society for Testing and Materials.

- Se efectuará el proceso de tamizado de la arena gruesa obteniendo el módulo de fineza del material en conformidad con los lineamientos de los reglamentos brindados.
- Se procederá con la determinación del porcentaje de humedad en la piedra chancada y en la arena gruesa de acuerdo a las especificaciones del laboratorio.
- Se determinarán los pesos específicos de ambos agregados, respetando todas las indicaciones de los jefes de laboratorio, así como del reglamento.
- Se realizará el cálculo de absorción de la piedra y arena gruesa de acuerdo al reglamento para suelos y concreto.
- Se efectuará el diseño de mezcla respectivo en base a la norma ACI.
- Se determinará la cantidad respectiva de ceniza de caña de azúcar que reemplazará al cemento en base a los porcentajes establecidos en esta investigación.
- Se determinará la cantidad respectiva de vidrio molido que reemplazará al agregado grueso en base a los porcentajes establecidos en esta investigación.
- Se efectuará las mezclas respectivas en el laboratorio considerando los volúmenes adecuados para cada tipo de diseño proyectado en función a cuanto porcentaje de agregado fino se sustituirá parcialmente por vidrio molido, así como cuanta cantidad de cemento será reemplazado por ceniza de caña de azúcar.
- Se procederá a realizar las pruebas de asentamiento o slump para cada diseño de mezcla realizado, verificando su trabajabilidad en base a las normas NTP.
- Se preparará los 45 testigos de concreto separándolas en grupos de probetas patrón, probetas con sustitución parcial de arena gruesa por vidrio molido y cemento por ceniza de cañaverales sacarinos en cantidades de 15% y 5% respectivamente, probetas con sustitución parcial de arena gruesa por vidrio molido y cemento por ceniza cañaverales sacarinos en cantidades de 15% y 10% respectivamente, probetas con sustitución parcial de arena gruesa por vidrio molido y conglomerante por escoria de cáscara de caña de azúcar en fracciones de 20% y 5% respectivamente y

probetas con sustitución parcial de arena gruesa por vidrio molido y cemento hidráulico por residuos de cañaverales de azúcar en una porción de 20% y 10% respectivamente.

### **3.6. Método de análisis de datos**

En el siguiente estudio se realizará un estudio y comparación a nivel descriptivo, realizando interpretaciones de los productos obtenidos en los trabajos de laboratorio. Estos resultados estarán expresados mediante fichas y hojas técnicas reglamentadas por las normas ASTM, ACI y RNE, siendo estas confiables y válidas para cualquier cálculo necesario, posteriormente estos resultados estarán siendo colocados en hojas de cálculo Excel, reflejados a su vez en cuadros comparativos, tablas y gráficos que muestren las diferencias y similitudes en las diferentes combinaciones de los diseños de mezcla. Conjuntamente se realizará un trabajo de análisis de datos mediante las pruebas de hipótesis, usando parámetros estadísticos con el análisis de la varianza ANOVA y su correlación con la prueba Tukey.

### **3.7. Aspectos éticos**

La presente investigación tiene como base los derechos de diversos autores, los cuales estarán citados formalmente conforme las normas ISO presentadas por la Universidad César Vallejo. Por otro lado, este estudio contendrá información verídica remitida por el laboratorio en donde se realizarán los trabajos respectivos para determinar la resistencia a la compresión de los especímenes, resaltando que estos datos no serán alterados o modificados en ningún momento evitando todo tipo de falsificación en nuestra investigación.

A la vez se mantendrá el respeto hacia las ideas de los autores para evitar el plagio en el manejo de la información, así como también se realizará una buena práctica de los procedimientos para el recojo de muestras de tal manera que estas no sean distorsionadas.

#### IV. RESULTADOS

**Objetivo específico 1:** Determinar las características de los materiales para la elaboración del diseño de mezcla del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$

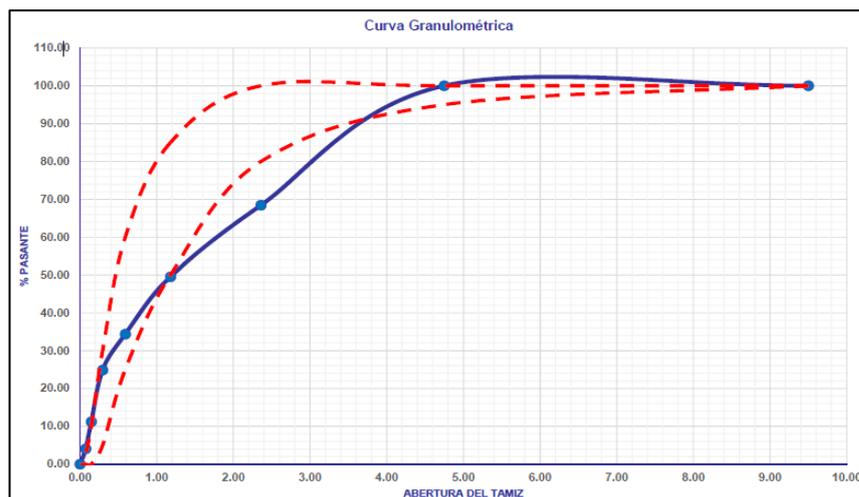
##### a) Análisis granulométrico del vidrio molido

**Tabla 3:** Análisis granulométrico Vidrio Molido

		Peso Inicial Seco (g)		1696.7	
Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 08	2.360	535.47	31.56	31.56	68.44
N° 16	1.180	320.69	18.90	50.46	49.54
N° 30	0.590	257.41	15.17	65.63	34.37
N° 50	0.295	160.54	9.46	75.09	24.91
N° 100	0.148	232.28	13.69	88.78	11.22
N° 200	0.074	121.54	7.16	95.95	4.05
Cazoleta		68.80	4.05	100.00	0.00
Total		1696.7	100.00		

**Fuente:** Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Figura 2:** Curva granulométrica –Vidrio Molido



**Fuente:** Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Interpretación:** Se ejecutó el proceso de tamizado del vidrio molido teniendo como referencia la NTP 400.012, se puede visualizar en la curva que uno de los puntos no se encuentra dentro de los límites dados por el reglamento, este vidrio molido obtuvo un valor de módulo de fineza de 3.12 el cual es ligeramente superior al exigido por el reglamento.

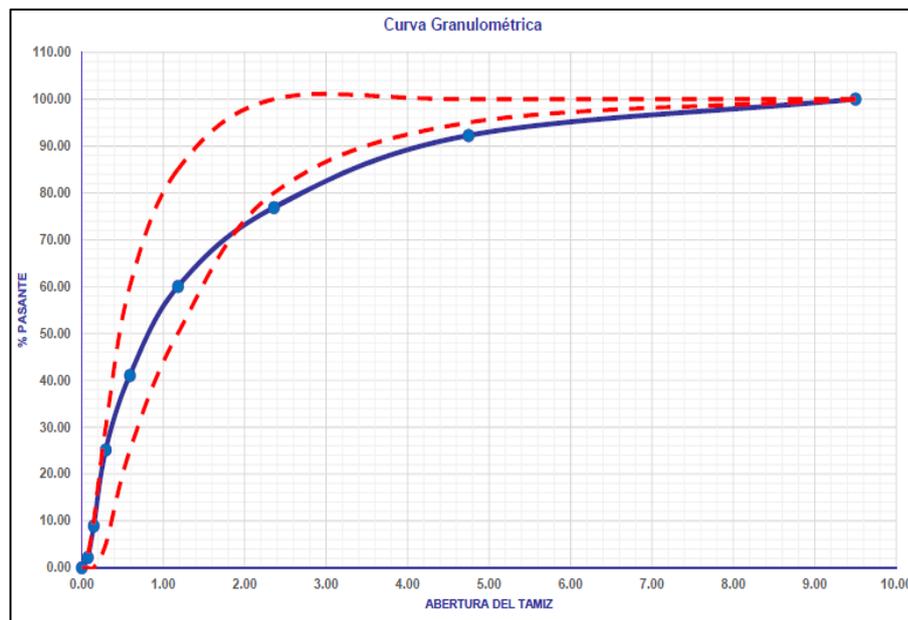
## b) Análisis granulométrico del agregado fino

**Tabla 4:** Análisis granulométrico del agregado fino

Mallas	Abertura (mm)	Peso Inicial Seco (g)		1538.90	
		Peso retenido (g)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 04	4.750	119.10	7.74	7.74	92.26
N° 08	2.360	237.01	15.40	23.14	76.86
N° 16	1.180	259.35	16.85	39.99	60.01
N° 30	0.590	291.87	18.97	58.96	41.01
N° 50	0.295	244.53	15.89	7.85	25.15
N° 100	0.148	248.66	16.22	91.07	8.93
N° 200	0.074	103.88	6.75	97.82	2.18
Cazoleta		33.50	2.18	100.00	0.00
Total		<b>1538.90</b>	<b>100.00</b>		

**Fuente:** Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Figura 3:** Curva granulométrica – Agregado fino



**Fuente:** Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Interpretación:** Se hizo el proceso de tamizado de la arena gruesa teniendo como referencia la NTP 400.012, se puede visualizar en la figura 3 que dos de los puntos no se encuentran dentro de los términos dados por el reglamento, este agregado fino obtuvo un valor de módulo de fineza de 2.96, encontrándose dentro del rango que exige la norma para diseños de concreto.

### c) Gravedad específica y absorción del agregado fino

**Tabla 5:** Gravedad específica y absorción del agregado fino

<b>Resultados</b>		
1	Peso específico de la masa	2.79
2	Absorción	% 0.59

**Fuente:** Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Interpretación:** Se efectuó el ensayo de gravedad específica y absorción en el agregado fino de acuerdo con la NTP 400.022 y ASTM C-128 obteniendo los resultados expuestos en la tabla N° 5.

### d) Peso unitario del agregado fino

**Tabla 6:** Peso unitario del agregado fino

	<b>M-01</b>	<b>M-02</b>	<b>M-03</b>
Peso de la muestra + molde (kg)	8.84	8.87	8.82
Peso del molde (kg)	4.53	4.53	4.53
Peso de la muestra suelta (kg)	4.32	4.34	4.29
Volumen del molde	0.03	0.03	0.03
Peso aparente suelto (kg)	1541.07	1550.00	1532.14
Peso aparente suelto promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1541.00		
Peso de la muestra + molde (kg)	9.56	9.58	9.58
Peso del molde (kg)	4.53	4.53	4.53
Peso de la muestra compactada (kg)	5.04	5.05	5.05
Volumen del molde	0.03	0.03	0.03
Peso aparente compacto (kg)	1798.21	1805.36	1805.36
Peso aparente suelto promedio (kg)	1803.00		

**Fuente:** Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Interpretación:** Se efectuó el ensayo para determinar el peso unitario de la arena gruesa teniendo como referencia la NTP 400.022 y ASTM C-128 obteniendo los resultados expuestos en la tabla N° 6, los cuales se promediaron luego de realizar 3 ensayos con el mismo material.

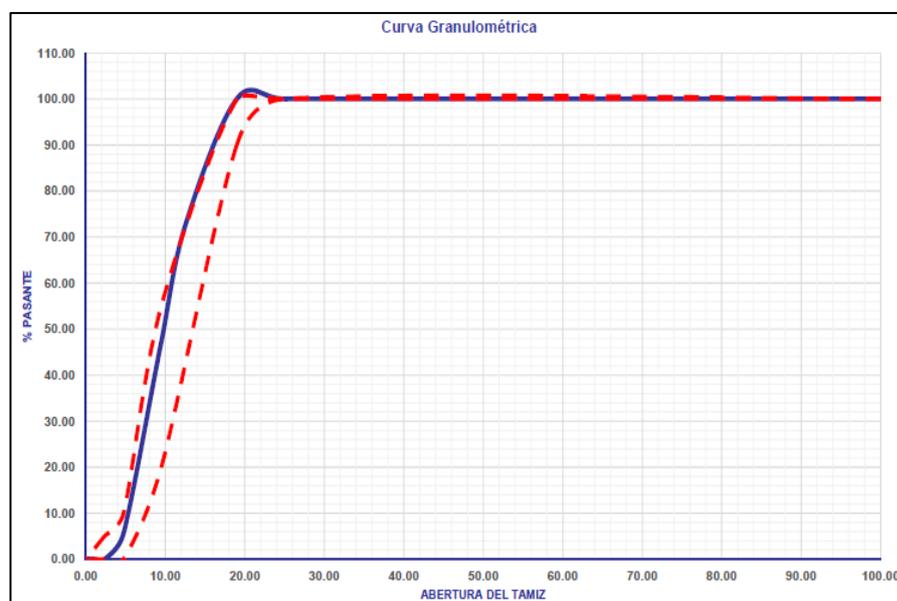
### e) Análisis granulométrico del agregado grueso

**Tabla 7:** Análisis granulométrico del agregado grueso

		<b>Peso inicial seco (g)</b>	<b>1980.90</b>		
<b>Mallas</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Peso retenido (g)</b>	<b>Retenido parcial (%)</b>	<b>Retenido acumulado (%)</b>	<b>% que pasa</b>
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	546.60	27.59	27.59	72.41
3/8"	95.000	497.40	25.11	52.70	7.30
N° 04	4.750	825.9	41.69	94.40	5.60
N° 08	2.360	111.02	5.60	100.00	0.00
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.590	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 50	0.295	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.148	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.07	0.00	0.00	100.00	0.00
Cazoleta		0.00	0.00	100.00	0.00
<b>Total</b>		<b>1980.90</b>	<b>100.00</b>		

**Fuente:** Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Figura 4:** Curva granulométrica – Agregado grueso



**Fuente:** Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Interpretación:** Se hizo el proceso de tamizado de la piedra chancada teniendo como referencia la NTP 400.012, se puede visualizar en la figura 5 que todos los puntos están dentro del rango establecido por la NTP 400.037, el cual establece los parámetros para los agregados que son utilizados en concretos.

**f) Gravedad específica y absorción del agregado grueso**

**Tabla 8:** Gravedad específica y absorción del agregado grueso

Resultados		Promedio		
1	Peso específico de la masa	2.66	2.69	2.67
2	Peso específico de la masa saturada superficie seca	2.67	2.69	2.68
3	Peso específico aparente	2.70	2.70	2.70
4	Porcentaje de absorción	% 0.55	0.21	0.38

**Fuente:** Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Interpretación:** Se ejecutó el ensayo de gravedad específica y absorción en el agregado fino de acuerdo con la NTP 400.021 obteniendo los resultados expuestos en la tabla N° 8.

**g) Peso unitario del agregado grueso**

**Tabla 9:** Peso Unitario del Agregado Grueso

	M-01	M-02	M-03
Peso de la muestra + molde (kg)	8.45	8.41	8.40
Peso del molde (kg)	4.53	4.53	4.53
Peso de la muestra suelta (kg)	3.92	3.88	3.87
Volumen del molde	0.03	0.03	0.03
Peso aparente suelto (kg)	1400.00	1385.71	1382.11
Peso aparente suelto promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1389.00		
Peso de la muestra + molde (kg)	8.82	8.86	8.84
Peso del molde (kg)	4.53	4.53	4.53
Peso de la muestra compactada (kg)	4.30	4.34	4.31
Volumen del molde	0.03	0.03	0.03
Peso aparente compacto (kg)	1533.93	1518.21	1537.50
Peso aparente suelto promedio (kg)	1540.00		

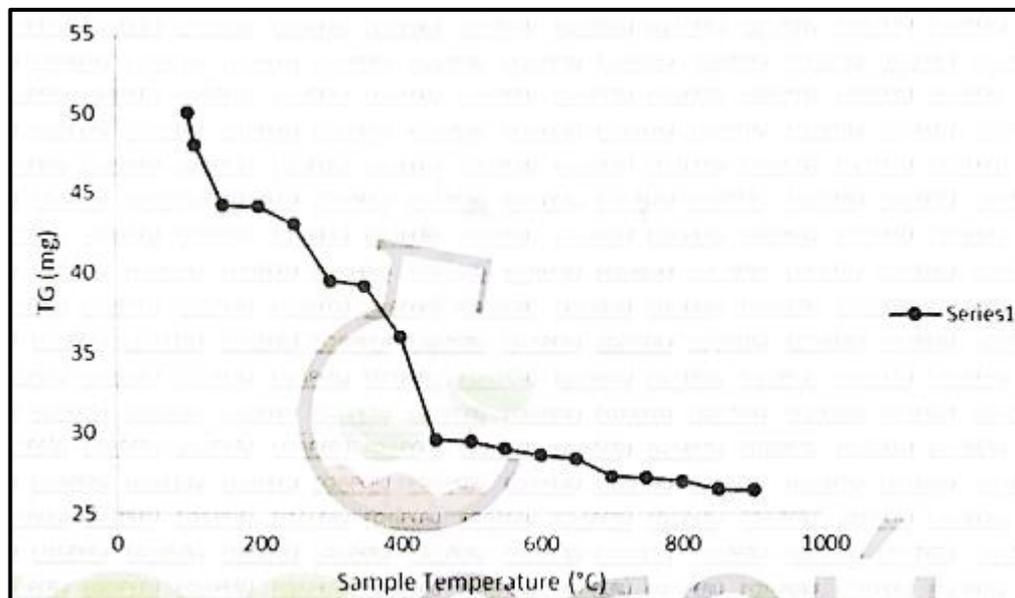
**Fuente:** Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Interpretación:** Se efectuó el ensayo para determinar el peso unitario del agregado grueso teniendo como referencia la NTP 400.017 y ASTM C-29 obteniendo los resultados mostrados en la tabla N° 9, los cuales se promediaron luego de realizar 3 ensayos con el mismo material.

**Objetivo específico 2:** Determinar la temperatura adecuada de calcinación del bagazo de caña de azúcar mediante el Análisis Térmico Diferencial.

Este análisis se realizó mediante un analizador térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC CAP. MAX 1600°C SETSYS\_EVOLUTION, en el cual cumple con las normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, DIN 51004, DIN 53765.

**Figura 5:** Curva TGA y ATD



**Fuente:** Laboratorio Físico Químico Ambiental Perú S.A.C

**Interpretación:** Según el análisis termogravimétrico, la degradación térmica es visible a través de la pérdida de masa en función de la temperatura, mostrando una región donde la pérdida se vuelve más severa, ubicada entre 215 y 420 °C, a partir de la cual la pérdida es gradual. El material pierde aproximadamente 19% de su masa original a la temperatura de prueba más alta.

**Objetivo específico 3:** Identificar los compuestos químicos de la ceniza de caña de azúcar

**Tabla 10:** Resultado de Espectrometría de Fluorescencia de rayos X de CCA

<b>Composición Química</b>	<b>Resultados (%)</b>
Dióxido de Silicio (Si O <sub>2</sub> )	49.39
Oxido de Calcio (Ca O)	15.42
Trióxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	8.18
Trióxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2.76
Oxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	1.63
Oxido de Magnesio (Mg O)	1.08
Pentóxido de Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2.19
Oxido de Cobre (Cu O)	0.15
Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	0.67
Óxido de Zinc (Zn O)	0.039
Oxido de Manganeso (Mn O)	0.014
Perdida por calcinación	18.47

**Fuente:** Laboratorio Físico Químico Ambiental Perú S.A.C.

**Interpretación:** Se realizó los ensayos de espectrometría de fluorescencia de rayos x en la CCA, dando como resultado un mayor porcentaje de contenido de dióxido de silicio y teniendo como menor composición química al óxido de manganeso, el porcentaje de pérdida al calcinarse es un valor cercano a la quinta parte, todos estos resultados se pueden visualizar en la tabla n° 10.

**Objetivo específico 4:** Determinar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  al sustituir porcentualmente la arena gruesa por vidrio molido en proporciones de 15 y 20% y el cemento por ceniza de caña de azúcar en proporciones 5 y 10% mediante los ensayos de resistencia a la compresión

a) Testigos patrón y testigos experimentales a los 7 días de edad.

**Tabla 11:** Resistencia a la compresión a los 7 días de edad

Edad (días)	Muestra	Muestra patrón	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )			
			D1 15% VM +5% CCA	D2 15% VM +10% CCA	D3 20% VM +5% CCA	D4 20% VM +10% CCA
7	T01	195.28	112.35	160.65	125.17	147.59
	T02	182.46	121.42	155.91	124.59	149.46
	T03	175.05	118.20	154.47	122.39	151.09

**Fuente:** Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Interpretación:** En la tabla 11 se pueden visualizar los resultados del ensayo de resistencia de aguante luego de 7 días de curado de los testigos patrón y los testigos experimentales, teniendo como referencia el reglamento ASTM C-39 y la NTP 339.034 del año 2015. Donde se muestra el valor promedio de las resistencias de aguante de las tres probetas patrón es  $184.26\text{ kg/cm}^2$ , el cual es un equivalente al 87.75% de la resistencia de diseño  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ . Asimismo para las testigos experimentales la D1 presenta un valor promedio de las resistencias de aguante de  $117.33\text{ kg/cm}^2$ , el cual es un equivalente al 55.87%, para la D2 el valor promedio de las resistencias de aguante es  $157.01\text{ kg/cm}^2$ , el cual es un equivalente al 74.77%, para la D3 el valor promedio de las resistencias de aguante es  $124.05\text{ kg/cm}^2$ , el cual es un equivalente al 59.07 % y para la D4 el valor promedio de las resistencias de aguante es  $149.38\text{ kg/cm}^2$ , el cual es un equivalente al 71.13 % de la resistencia de diseño  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ , es decir presentándose resistencias de 36.33%, 14.79%, 32.68% y 18.93% por debajo de los testigos patrón.

## Prueba de Hipótesis a los 7 días de curado

**Tabla 12:** Análisis de varianza de un factor

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Sig.	Valor crítico para F
Entre grupos	8699.9640	4	2174.9910	76.8324	0.0000	3.4780
Dentro de los grupos	283.0825	10	28.3082			
<b>Total</b>	<b>8983.0464</b>	<b>14</b>				

Fuente: Exel

**Interpretación:** En la tabla 12 alcanzamos visualizar que mediante la demostración ANOVA orientada a probar la igualdad de medias de la resistencia de aguante del concreto del testigo patrón y los testigos experimentales, referente a los 7 días de curado, nos muestra como resultado que el p-valor de prueba Sig.=0.0000 es menor al Sig.=0.05(nivel de significancia), confirmando que existe diferencia significativa entre las medias de los testigos patrón y los testigos experimentales, según las proporciones de sustitución de la CCA y VM.

**Tabla 13:** Análisis Comparativo por método de Tukey

(I) Grupo 1	(J) Grupo 2	Diferencia de medias (I-J)	Error Típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
<b>Muestra patrón</b>	D1 15% VM +5% CCA	66.9382	3.0718	0.0000	52.6420	81.2345
	D2 15% VM +10% CCA	27.2542	3.0718	0.0007	12.9579	41.5504
	D3 20% VM +5% CCA	60.2146	3.0718	0.0000	45.9184	74.5109
	D4 20% VM +10% CCA	34.8846	3.0718	0.0001	20.5884	49.1809
<b>D1 15% VM +5% CCA</b>	D2 15% VM +10% CCA	39.6841	3.0718	0.0000	25.3878	53.9803
	D3 20% VM +5% CCA	6.7236	3.0718	0.5578	-7.5726	21.0199
	D4 20% VM +10% CCA	32.0536	3.0718	0.0002	17.7573	46.3498
<b>D2 15% VM +10% CCA</b>	D3 20% VM +5% CCA	32.9605	3.0718	0.0001	18.6642	47.2567
	D4 20% VM +10% CCA	7.6305	3.0718	0.4458	-6.6658	21.9267
<b>D3 20% VM +5% CCA</b>	D4 20% VM +10% CCA	25.3300	3.0718	0.0012	11.0337	39.6262

Fuente: Exel

**Interpretación:** En la tabla 13 alcanzamos visualizar que, mediante el Análisis Comparativo por método de Tukey a la resistencia de aguante a los 7 días de curado, las probetas patrón presentan estadísticamente una diferencia significativa entre las medias a los resultados obtenidos respecto a la D1, D2, D3, D4.

b) Testigos patrón y testigos experimentales a los 14 días de edad.

**Tabla 14:** Resistencia a la compresión a los 14 días de edad

Edad (días)	Muestra	Muestra patrón	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )			
			D1 15% VM +5% CCA	D2 15% VM +10% CCA	D3 20% VM +5% CCA	D4 20% VM +10% CCA
14	T01	230.48	228.35	199.89	243.24	265.58
	T02	234.27	222.54	200.40	238.49	263.84
	T03	236.06	223.98	205.61	243.47	263.74

**Fuente:** Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Interpretación:** En la tabla 14 se pueden visualizar los resultados del ensayo de resistencia de aguante luego de 14 días de curado de los testigos patrón y los testigos experimentales, teniendo como referencia el reglamento ASTM C-39 y la NTP 339.034 del año 2015. Donde se muestra el valor promedio de las resistencias de aguante de las tres probetas patrón es 233.60kg/cm<sup>2</sup>, el cual es un equivalente al 111.24%de la resistencia de diseño f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>.Asimismo para las testigos experimentales la D1 presenta un valor promedio de las resistencias de aguante de 224.96 kg/cm<sup>2</sup>, el cual es un equivalente al 107.12%, para la D2 el valor promedio de las resistencias de aguante es 201.96 kg/cm<sup>2</sup>, el cual es un equivalente al 96.17 %, para la D3 el valor promedio de las resistencias de aguante es 241.73 kg/cm<sup>2</sup>, el cual es un equivalente al 115.11 % y para la D4 el valor promedio de las resistencias de aguante es 264.39 kg/cm<sup>2</sup>, el cual es un equivalente al 125.90 %de la resistencia de diseño f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, es decir presentándose resistencias de la D1=3.70% Y D2=13.54% por debajo de las muestras patrón, la D3=3.48% y D4=13.18% presenta resistencias por encima de los testigos patrón.

## Prueba de Hipótesis a los 14 días de curado

**Tabla 15:** Análisis de varianza de un factor

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Sig.	Valor crítico para F
Entre grupos	6267.6606	4	1566.9151	216.1337	0.0000	3.4780
Dentro de los grupos	72.4975	10	7.2497			
<b>Total</b>	<b>6340.1581</b>	<b>14</b>				

Fuente: Exel

**Interpretación:** En la tabla 15 alcanzamos visualizar que mediante la demostración ANOVA orientada a probar la igualdad de medias de la resistencia de aguante del concreto del testigo patrón y testigos experimentales, referente a los 14 días de curado, nos muestra como resultado que el p-valor de prueba Sig.=0.0000 es menor al Sig.=0.05(nivel de significancia), confirmando que existe diferencia significativa entre las medias de los testigos patrón y los testigos experimentales, según las proporciones de sustitución de la CCA y VM.

**Tabla 16:** Análisis Comparativo por método de Tukey

(I) Grupo 1	(J) Grupo 2	Diferencia de medias (I-J)	Error Típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
<b>Muestra patrón</b>	D1 15% VM +5% CCA	8.6463	1.5545	0.0185	1.4115	15.8812
	D2 15% VM +10% CCA	31.6394	1.5545	0.0000	24.4045	38.8742
	D3 20% VM +5% CCA	8.1297	1.5545	0.0266	0.8949	15.3645
	D4 20% VM +10% CCA	30.7847	1.5545	0.0000	23.5499	38.0195
<b>D1 15% VM +5% CCA</b>	D2 15% VM +10% CCA	22.9930	1.5545	0.0000	15.7582	30.2278
	D3 20% VM +5% CCA	16.7761	1.5545	0.0001	9.5413	24.0109
	D4 20% VM +10% CCA	39.4310	1.5545	0.0000	32.1962	46.6658
<b>D2 15% VM +10% CCA</b>	D3 20% VM +5% CCA	39.7691	1.5545	0.0000	32.5343	47.0039
	D4 20% VM +10% CCA	62.4240	1.5545	0.0000	55.1892	69.6588
<b>D3 20% VM +5% CCA</b>	D4 20% VM +10% CCA	22.6549	1.5545	0.0000	15.4201	29.8897

Fuente: Exel

**Interpretación:** En la tabla 16 alcanzamos visualizar que, mediante el Análisis Comparativo por método de Tukey a la resistencia de aguante a los 14 días de curado, las probetas patrón presentan estadísticamente una diferencia significativa entre las medias a los resultados obtenidos respecto a la D1, D2, D3, D4.

c) Testigos patrón y testigos experimentales a los 28 días de edad.

**Tabla 17:** Resistencia a la compresión a los 28 días de edad

Edad (días)	Muestra	Muestra patrón	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )			
			D1 15% VM +5% CCA	D2 15% VM +10% CCA	D3 20% VM +5% CCA	D4 20% VM +10% CCA
28	T01	278.61	262.05	230.79	282.47	291.99
	T02	273.89	262.91	233.73	278.37	287.19
	T03	274.74	264.83	234.33	281.59	283.56

**Fuente:** Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Interpretación:** En la tabla 17 se pueden visualizar los resultados del ensayo de resistencia de aguante luego de 28 días de curado de los testigos patrón y los testigos experimentales, teniendo como referencia el reglamento ASTM C-39 y la NTP 339.034 del año 2015. Donde se muestra el valor promedio de las resistencias de aguante de las tres probetas patrón es 275.75 kg/cm<sup>2</sup>, el cual es un equivalente al 131.31% de la resistencia de diseño  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo para las testigos experimentales la D1 presenta un valor promedio de las resistencias de aguante de 263.26 kg/cm<sup>2</sup>, el cual es un equivalente al 125.36 %, para la D2 el valor promedio de las resistencias de aguante es 232.95 kg/cm<sup>2</sup>, el cual es un equivalente al 110.93 %, para la D3 el valor promedio de las resistencias de aguante es 280.81kg/cm<sup>2</sup>, el cual es un equivalente al 133.72 % y para la D4 el valor promedio de las resistencias de aguante es s 287.58 kg/cm<sup>2</sup>, el cual es un equivalente al 136.94 % de la resistencia de diseño  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, es decir presentándose resistencias de D1=4.53% y D2=15.52%, por debajo de la muestra patrón, la D3=1.83% y D4=4.29% presenta resistencias por encima de las testigos patrón.

## Prueba de Hipótesis a los 28 días de curado

**Tabla 18:** Análisis de varianza de un factor

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Sig.	Valor crítico para F
Entre grupos	5575.0207	4	1393.7551	202.106	0.0000	3.4780
Dentro de los grupos	68.9615	10	6.8961593			
<b>Total</b>	<b>5643.9823</b>	<b>14</b>				

Fuente: Exel

**Interpretación:** En la tabla 18 alcanzamos visualizar que mediante la demostración ANOVA orientada a probar la igualdad de medias de la resistencia de aguante del concreto del testigo patrón y testigos experimentales, referente a los 28 días de curado, nos muestra como resultado que el p-valor de prueba Sig.=0.0000 es menor al Sig.=0.05(nivel de significancia), confirmando que existe diferencia significativa entre las medias los testigos patrón y los testigos experimentales, según las proporciones de sustitución de la CCA y VM.

**Tabla 19:** Análisis Comparativo por método de Tukey

(I) Grupo 1	(J) Grupo 2	Diferencia de medias (I-J)	Error Típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
<b>Muestra patrón</b>	D1 15% VM +5% CCA	12.4858	1.5162	0.0012	5.4297	19.5420
	D2 15% VM +10% CCA	42.7977	1.5162	0.0000	35.7416	49.8539
	D3 20% VM +5% CCA	5.0594	1.5162	0.2037	-1.9967	12.1156
	D4 20% VM +10% CCA	11.8319	1.5162	0.0018	4.7757	18.8880
<b>D1 15% VM +5% CCA</b>	D2 15% VM +10% CCA	30.3119	1.5162	0.0000	23.2557	37.3681
	D3 20% VM +5% CCA	17.5453	1.5162	0.0000	10.4891	24.6014
	D4 20% VM +10% CCA	24.3177	1.5162	0.0000	17.2615	31.3739
<b>D2 15% VM +10% CCA</b>	D3 20% VM +5% CCA	47.8572	1.5162	0.0000	40.8010	54.9134
	D4 20% VM +10% CCA	54.6296	1.5162	0.0000	47.5734	61.6858
<b>D3 20% VM +5% CCA</b>	D4 20% VM +10% CCA	6.7724	1.5162	0.0614	-0.2837	13.8286

Fuente: Exel

**Interpretación:** Según la prueba de Tukey podemos afirmar con un nivel de significancia p-valor de Sig.=0.0000 menor al Sig.=0.05(nivel de significancia) que la resistencia de aguante de las probetas de concreto experimentales aumenta a los 28 días de curado con respecto a las probetas patrón, por lo cual se rechaza la Ho y se acepta la Ha.

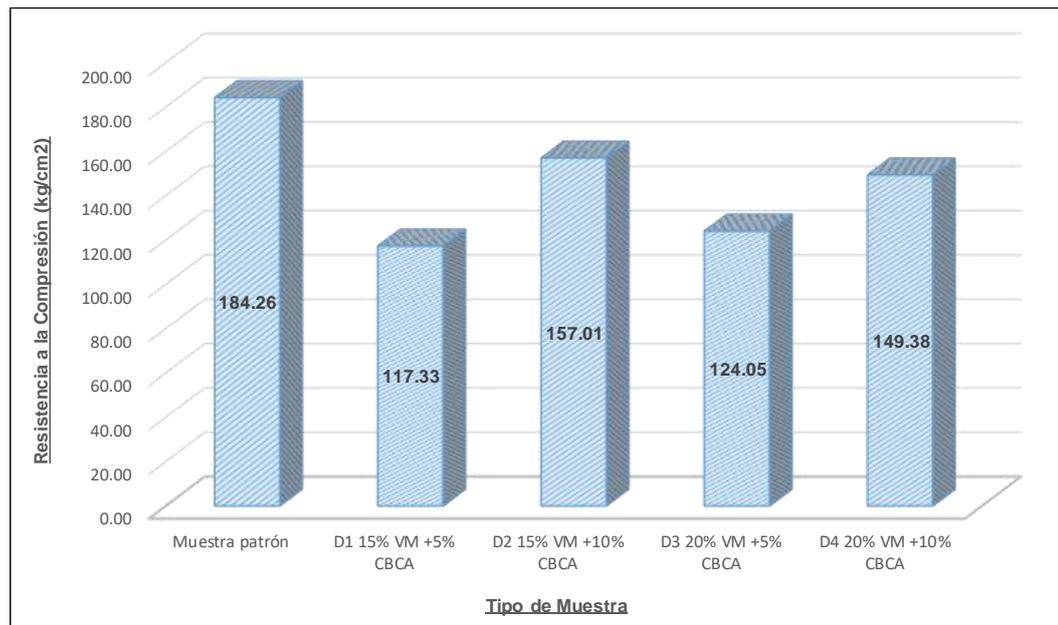
**Objetivo específico 5:** Determinar la proporción óptima de sustitución porcentual de cemento por ceniza de caña de azúcar y arena gruesa por vidrio molido para mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ .

**Tabla 20:** Promedios de resistencias a la compresión a los 7 días de edad

<b>Descripción</b>	<b><math>f_{c \text{ prom}} \text{ (kg/cm}^2\text{)}</math></b>	<b><math>f_{c \text{ prom}} / f'_c</math></b>	<b><math>f_{c \text{ prom}} - f_{c \text{ prom(patron)}}</math> <b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b></b>	<b>% de diferencia vs <math>f_{c \text{ patrón}}</math></b>
Muestra patrón	184.26	87.75%	0.00	0.00%
D1 15% VM +5% CBCA	117.33	55.87%	-66.94	-36.33%
D2 15% VM +10% CBCA	157.01	74.77%	-27.25	-14.79%
D3 20% VM +5% CBCA	124.05	59.07%	-60.21	-32.68%
D4 20% VM +10% CBCA	149.38	71.13%	-34.88	-18.93%

**Fuente:** Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Gráfico 1:** Promedios de resistencias a la compresión a los 7 días de edad



**Fuente:** Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

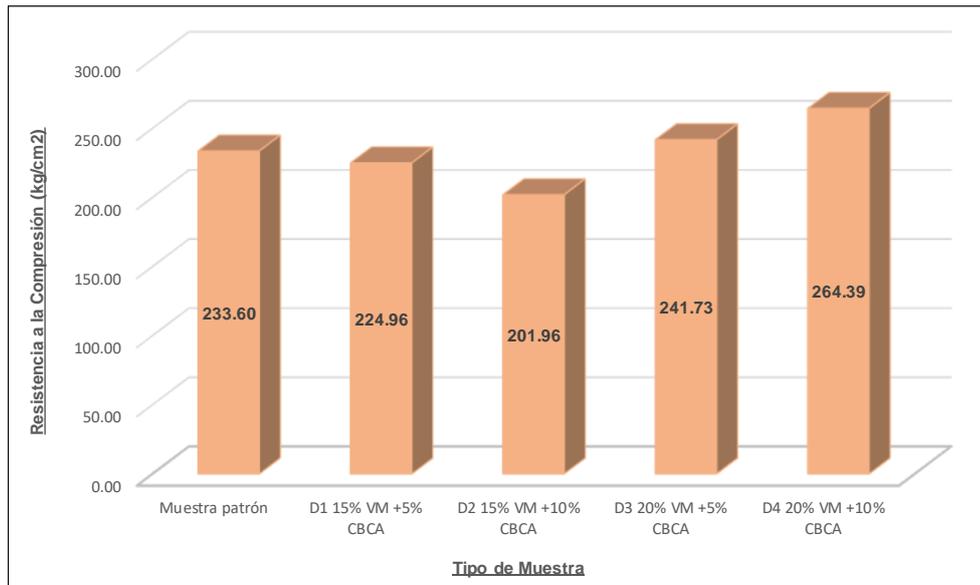
**Interpretación:** En el gráfico 1 se puede visualizar que, pasado los 7 días de edad de curado, ninguno de los valores de los promedios de resistencias de aguante de las muestras con sustituciones supera al valor promedio de resistencia de aguante de la muestra patrón. La dosificación D2 que contiene sustituciones parciales de 15% de arena gruesa por vidrio molido y 10% de cemento por CCA presenta el valor de resistencia de aguante más cercano al valor de los testigos patrón con una cifra de  $f_c=157.01$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 21:** Promedios de resistencias a la compresión a los 14 días de edad

Descripción	$f_c$ prom (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ prom / $f'_c$	$f_c$ prom - $f_c$ prom(patron) (kg/cm <sup>2</sup> )	% de diferencia VS $f_c$ patrón
Muestra patrón	233.60	111.24%	0.00	0.00%
D1 15% VM +5% CBCA	224.96	107.12%	-8.65	-3.70%
D2 15% VM +10% CBCA	201.96	96.17%	-31.64	-13.54%
D3 20% VM +5% CBCA	241.73	115.11%	8.13	3.48%
D4 20% VM +10% CBCA	264.39	125.90%	30.78	13.18%

Fuente: Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Gráfico 2:** Promedios de resistencias a la compresión a los 14 días de edad



Fuente: Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Interpretación:** En el gráfico 2 se puede visualizar que, pasado los 14 días de curado la D3 y D4 son las dosificaciones que presentan valores promedios de resistencia de aguante superiores al valor promedio de resistencia de aguante de la muestra patrón, siendo la mayor de estas la dosificación D4, la cual contiene sustituciones parciales de 20% de arena gruesa por vidrio molido y 10% de cemento por CCA, superior en 30.78 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 22:** Promedios de resistencias a la compresión a los 28 días de edad

Descripción	$f_c$ prom (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ prom / $f'_c$	$f_c$ prom - $f_c$ prom(patron) (kg/cm <sup>2</sup> )	% de diferencia vs $f_c$ patrón
Muestra patrón	275.75	131.31%	0.00	0.00%
D1 15% VM +5% CBCA	263.26	125.36%	-12.49	-4.53%
D2 15% VM +10% CBCA	232.95	110.93%	-42.80	-15.52%
D3 20% VM +5% CBCA	280.81	133.72%	5.06	1.83%
D4 20% VM +10% CBCA	287.58	136.94%	11.83	4.29%

Fuente: Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Gráfico 3:** Promedios de resistencias a la compresión a los 28 días de edad



**Fuente:** Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

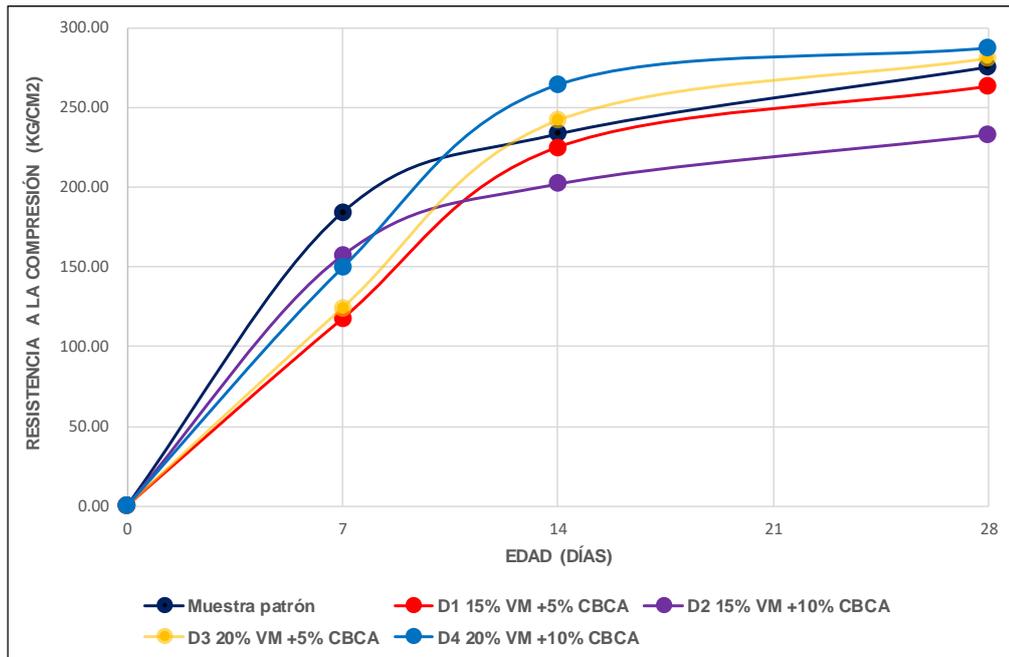
**Interpretación:** En el gráfico 3 se puede visualizar que, pasado los 28 días de edad de curado la D3 y D4 son las dosificaciones que presentan valores promedios de resistencia de aguante superiores al valor promedio de resistencia de aguante de la muestra patrón, siendo la mayor de estas la dosificación D4, la cual contiene sustituciones porcentuales de 20% de arena gruesa por vidrio molido y 10% de cemento por CCA, superior en 11.83 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 23:** Promedios de resistencias a la compresión

Edad (días)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )				
	Muestra patrón	D1 15% VM +5% CBCA	D2 15% VM +10% CBCA	D3 20% VM +5% CBCA	D4 20% VM +10% CBCA
7	184.26	117.33	157.01	124.05	149.38
14	233.60	224.96	201.96	241.73	264.39
28	275.75	263.26	232.95	280.81	287.58

**Fuente:** Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Gráfico 4:** Promedios de resistencias a la compresión



**Fuente:** Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Interpretación:** En el gráfico 4 se puede observar los resultados de los promedios de resistencias de aguante y podemos inferir que la dosificación óptima para mejorar la resistencia de aguante del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> es la dosificación (D4), la cual contiene sustitución porcentual de arena gruesa por vidrio molido en 20% y sustitución porcentual de cemento por CCA en 10%.

### Prueba de Hipótesis para el porcentaje óptimo de sustitución

**Tabla 24:** Resistencia a la compresión de probetas patrón y D4

Edad (días)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		
	Muestra	Muestra patrón	D4 20% VM +10% CCA
28	T01	278.61	291.99
	T02	273.89	287.19
	T03	274.74	283.56

**Fuente:** Laboratorio ICCSA Ingenieros S.A.C.

**Tabla 25:** Análisis de varianza de un factor

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	209.9896	1	209.9896	17.3510	0.0141	7.7086
Dentro de los grupos	48.4099	4	12.1025			
<b>Total</b>	<b>258.3995</b>	<b>5</b>				

Fuente: Exel

**Interpretación:** En la tabla 25 alcanzamos visualizar que, mediante la demostración ANOVA orientada a probar la igualdad de medias de la resistencia de aguante del concreto de la muestra estándar y las muestra D4, referente a los 28 días de curado, nos muestra como resultado que el p-valor de prueba Sig.=0.0141 es menor al Sig.=0.05(nivel de significancia), es decir que existe diferencia significativa entre la media de la muestra estándar y la D4.

**Tabla 26:** Análisis Comparativo por método de Tukey

(I) Grupo 1	(J) Grupo 2	Diferencia de medias (I-J)	Error Típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra patrón	D4 20% VM +10% CCA	11.8319	2.0085	0.0141	3.9464	19.7173

Fuente: Exel

**Interpretación:** Según la prueba de Tukey podemos afirmar con un nivel de significancia p-valor de Sig.= 0.0141 menor al Sig.=0.05(nivel de significancia) que el porcentaje óptimo para la elaboración del concreto es D4 20% VM+10% CCA, debido a que la resistencia de aguante aumenta a los 28 días de curado con respecto a las probetas patrón, por lo cual se rechaza la Ho y se acepta la Ha.

## V. DISCUSIÓN

Para el análisis de pesos unitarios, gravedad específica y absorción del agregado fino y grueso tomamos en cuenta lo señalado en la NTP 400.011 el cual establece las dimensiones comprendidas entre los límites teniendo en cuenta que nuestro agregado fino paso el tamiz de 3/8" siendo este la arena, para nuestro agregado grueso fue todo aquel que se retuvo en el tamiz N°4 por la densidad del material el cual está comprendido entre 2.50 a 2.75 para ser clasificados normal, debido a que nuestros resultados arrojaron un peso específico de 2.79 nuestro material estará clasificado como agregados pesados, esto se asemeja a los agregados utilizados por Pastor (2018, p.36) el cual su peso específico de agregado fino dio un resultado de 2.76 clasificándose así también como agregado pesado.

Por otro lado, Amaya y Araque (2020, P.54), para la obtención del vidrio molido con características iguales a la arena gruesa realizaron el machacamiento mediante el uso de la máquina de los ángeles, para luego realizar sus pruebas de estudios de granulometría y posteriormente estudios de esfuerzo de compresión de testigos a los 14,28 y 56 días, y para nuestra tesis usamos la misma metodología moliendo el vidrio en la máquina de los ángeles, y realizamos el análisis de granulometría, preparamos testigos a 7, 14 y 28 días, obteniendo resultados óptimos.

Quevedo (2018, P.89), comenta, que la CBCA obtenido de la Agroindustria San Jacinto S.A.C fue calcinado en muflas y mediante Análisis Térmico Diferencial se registró el pico de temperatura máxima de 300 C° por un periodo de calcinación de 3 horas, donde se hace más intensa la pérdida de masa para la producción de la ceniza, según lo que resulta partidario ante el Impacto ambiental debido a que la temperatura es más mínima a comparación del Cemento Portland en su desarrollo de producción con una temperatura de 1500 C°. Concluyendo que es favorable sustituir los combustibles fósiles por otros menos contaminantes.

Caso contrario, Cordeiro, Andreão y Tavares, (2019, p.1) evaluaron la viabilidad de la calcinación mediante análisis termogravimétrico (TGA), demostrando que la ceniza de caña alcanza su punto de pedernal a 600°C cuando se cuece en hornos rotatorios y hornos de mufla. De manera similar, Manzaneira et.al (2017, p.4) afirman que la temperatura óptima que resulta en la pérdida de masa calcinada en el análisis termogravimétrico de caña de azúcar es de 600 °C, caso contrario a nuestros resultados obtenidos debido a que el análisis termogravimétrico de la pérdida de masa por descomposición térmica en función a la temperatura de la caña de azúcar se presenta de una manera más intensa a una temperatura de 215 y 420 °C.

En relación con la determinación de los compuestos químicos de la ceniza de carrizo de azúcar según los estudios realizados de Fluorescencia de rayos X, por Yadav et al. (2020, p.4), concluyen que la composición química de CCA mostró como resultado que del 50 a 80% es dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), 1 a 10% es óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), 1 a 15% es óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), 0.5 a 15.0% es óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ), y 0.5 a 9.5% es óxido de potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ), que pueden denominarse como los óxidos superiores.

Desde otra perspectiva, Adrián y Bartolo (2021, p.128) al evaluar los componentes químicos de la CBCA y determinaron que el compuesto de Dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) se encontraba en un 44.75%, el trióxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) se encontró en un 4.12% y el trióxido de Hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) se encontró en 2,70%, estos son los 3 tipos de óxidos más típicos encontrados en su análisis, obteniendo la cantidad de 51.57%, caso contrario comparado con nuestros resultados los 3 componentes más típicos fueron Dióxido de Silicio ( $\text{SiO}_2$ ) se encontraba en un 49.39%, Óxido de Calcio ( $\text{CaO}$ ) se encontró un (15,42%) y Trióxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) se encontró un 8.18%

En el trabajo realizado por Balladares y Ramírez (2020, p.19) registraron resultados para la resistencia a la compresión del modelo estándar al usarse en cantidades de 5, 10 y 15% de sustitución de CCA, enunciando que para las probetas estándar a los 28 días de curado adquirieron un aguante de 210.8 kg/cm<sup>2</sup>, para las probetas con 5% de ceniza adquirieron un aguante a la compresión de 237.3 kg/cm<sup>2</sup>, para las probetas con 10% de ceniza adquirieron

un aguante de 226.3 kg/cm<sup>2</sup> y para las probetas con 15% de ceniza adquirieron un aguante de 220.2 kg/cm<sup>2</sup>, llegando a la conclusión que el uso parcial de la CCA en estos porcentajes se presentan como alternativas positivas para la sustitución parcial del cemento ya que presentan incrementos al modelo estándar.

En cuanto al vidrio molido Norabuena (2022, p.59) registraron caídas a la resistencia a la compresión del modelo estándar al usarse en cantidades de 3, 7 y 15 % de sustitución de VM por arena gruesa, presentando como resultados a los 28 días de curado del modelo estándar logró una resistencia de 315kg/cm<sup>2</sup>, la muestra con 3% de VM logró una resistencia de 273.26%, la muestra con 7% de VM logró una resistencia de 206.77kg/cm<sup>2</sup> y para la muestra con 15% de VM logró una resistencia de 212.67kg/cm<sup>2</sup>, concluyendo que en estos porcentajes no se deberían de presentarse como una alternativa para la sustitución parcial de la arena.

Caso contrario, Paredes (2019, p.113) en su indagación encontró que la resistencia de aguante para el modelo estándar y con sustitución de VM en proporciones de 15%, 20% y 25% a los 28 días curado, el modelo estándar consiguió un aguante 213.34 kg/cm<sup>2</sup> , el modelo con 15% sustitución de VM consiguió un aguante de 252.42 kg/cm<sup>2</sup> (18.32% mayor al modelo estándar), el modelo con 20% de sustitución de VM, consiguió un aguante de 228.20 kg/cm<sup>2</sup> (6.97% mayor al modelo estándar) y el modelo con 25% de sustitución de VM, consiguió un aguante de 217.60 kg/cm<sup>2</sup> (2.00% mayor al modelo estándar), concluyendo que estos porcentajes se presentan como alternativas positivas para la sustitución parcial de la arena ya que presentan incrementos a la modelo estándar.

Por otro lado, en nuestra indagación se encontró que la resistencia a la compresión para el modelo estandarizado y con sustitución de CCA en proporciones de 5 y 10%, así como también 15%, 20% de VM por arena a los 28 días curado, para el modelo estándar presento una resistencia de 275.75/cm<sup>2</sup>, para D1 15%VM+5%CCA presentó una resistencia de 263.26kg/cm<sup>2</sup>, para D2 15%VM+10%CCA presentó una resistencia de 232.95/cm<sup>2</sup>, para D3 20%VM+5%CCA presentó una resistencia de 280.81/cm<sup>2</sup> y para para D4

20%VM+10%CCA presentó una resistencia de 287.57/cm<sup>2</sup>, concluyendo que la sustitución D3 y D4 se presentan como alternativas positivas de sustitución debido a que presentan mayor incremento a la muestra patrón.

En cuanto a los porcentajes óptimos de sustitución de las variables, Olu Aminu y Sabo (2020, p.9) indican que el reemplazo óptimo de CCA en el cemento es un 5%, determinando así que la cantidad de esta sustitución no afecta a la muestra estándar a los 28 días de curado, debido a que contiene una alta actividad puzolánica. Resultados similares encuentran Balladares y Ramírez (2020, p.23) donde agregan que para obtener una mezcla adecuada del concreto recomiendan reemplazar el cemento por CCA en un 5%, obteniendo así un aumento de resistencia de aguante en las muestras de 14 y 28 días de curado. Por su parte, Quedou (2021, p.16) señala que al reemplazar el cemento por CCA para incrementar la durabilidad del concreto es recomendable usarlo en un porcentaje óptimo del 10%, debido a que perfecciona las propiedades de firmeza y durabilidad del concreto.

En cuanto al vidrio Cordina (2018, p.44) indican que las proporciones óptimas para sustituir a la arena por vidrio molido es del 10%, ya que se obtiene mejores características, a las resistencias obtenidas por las muestras estándar, caso contrario sucede a nuestra indagación debido a que nuestro porcentaje óptimo de sustitución de VM por arena es del 20%, en cuanto a la CCA en nuestra investigación los porcentajes óptimos a usar de ceniza de caña de azúcar son 5% y 10% por cemento, en la cual concuerda con los autores Olu Aminu y Sabo, Balladares y Ramírez, Quedou, concluyendo de esta forma aumento la resistencia de aguante en las muestras de 14 y 28 días de curado.

## VI. CONCLUSIONES

1. Las propiedades de los elementos empleados en la elaboración de la mezcla de hormigón con una proyección de resistencia de aguante  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , cumplen con los requisitos mínimos presentados por la NTP posterior a la realización de los ensayos de granulometría, gravedad específica y absorción en la arena gruesa como en la piedra chancada, así como también con el análisis granulométrico por tamizado del vidrio molido.
2. La temperatura óptima de incineración de la escoria de CCA a través del análisis térmico diferencial (ATD) es un valor equivalente a  $420^\circ\text{C}$ , con temperaturas más altas la ceniza no presenta contribuciones significativas en el esfuerzo a compresión de las probetas de concreto.
3. La constitución de la ceniza de caña de azúcar en términos químicos, presenta porcentajes altos de dióxido de silicio, con un porcentaje de 49.39% del total de la masa y como segundo elemento óxido de calcio, el cual es un influyente natural en el esfuerzo de aguante de los testigos cilíndricos de concreto.
4. El esfuerzo compresivo del hormigón con un diseño proyectado de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  tras reemplazar parcialmente agregado fino por vidrio molido en cantidades de 15% y 20% y conglomerante portland por CCA en cantidades de 5% y 10% mediante los ensayos de rotura de los testigos cilíndricos de concreto presentan valores visiblemente bajos comparándolas con el diseño de mezcla patrón, pasados los 7 días de curado; sin embargo, a medida que transcurren los días sus resistencias respectivas van en aumento constante, incluso llegando a superar el valor supremo de esfuerzo compresivo de las probetas patrón, siendo estas ensayadas pasados los 28 días de curado con agua.
5. El porcentaje óptimo de cemento por CCA y AG por VM para aumentar los esfuerzos de aguante del hormigón con un diseño  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , es la mezcla que presenta reemplazos parciales de AG por VM en 20% y reemplazo parcial de cemento por CCA en 10%, al llegar a una cifra media

de esfuerzo compresivo  $f_c=287.58 \text{ kg/cm}^2$  en los testigos cilíndricos que fueron ensayadas luego de 4 semanas de curado, a la vez que esta cifra es mayor a todas las demás dosificaciones con sustituciones parciales y diseño de mezcla sin sustituir ningún elemento.

6. Finalmente, la conclusión general es que se llegó a comprobar que la resistencia de aguante del hormigón con un diseño  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  al reemplazar en cantidades porcentuales la AG por VM y cemento por CCA mediante los ensayos de rotura de probetas cilíndricas, presenta cifras beneficiosas a medida que se aumenta las cantidades de VM y CCA, siendo las cantidades óptimas en 20% y 10% respectivamente, es decir en una relación de 2:1 entre ellas.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar todos los ensayos requeridos en los agregados, para determinar si cumplen con todos los parámetros establecidos en las normas técnicas peruanas, para la correcta elaboración del diseño de mezcla.
2. Se recomienda tener en cuenta la temperatura correcta de calcinación del bagazo de caña de azúcar para la obtención de las cenizas y de este modo no afecte a su composición química.
3. Se recomienda realizar el ensayo de espectrometría de fluorescencia de rayos X a la ceniza de caña de azúcar para identificar su composición química y de este modo determinar si esta resulta beneficiosa para el reemplazo del cemento.
4. Se recomienda realizar ensayos de resistencia de aguante después de los 28 días de curado, debido a que se puede observar en la investigación actual que conforme pasa el transcurso del tiempo mayor es el incremento de la resistencia en las probetas cilíndricas.
5. Se recomienda emplear el 20% VM y 10% CCA en la elaboración del concreto, debido a que estos porcentajes presentan resultados superiores a la muestra patrón, del mismo modo se recomienda usar porcentajes mayores a los usados en esta investigación con la finalidad de lograr conocer el funcionamiento del concreto al añadir mayor porcentaje de estos materiales.
6. Se recomienda a futuros investigadores a continuar con las investigaciones usando ceniza de caña de azúcar y vidrio molido estos como sustitutos del cemento y arena gruesa, debido a que la utilización de estos materiales se presenta de manera beneficiosa para la incrementación de la resistencia de aguante del concreto.

## REFERENCIAS

1. ADRIÁN, Jorge y BARTOLO, Roberto. Cenizas de bagazo de caña de azúcar como sustitución del cemento portland en elaboración de concreto hidráulico. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2021.  
Disponible en: <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3633>
2. AMAYA, Carlos y ARAQUE, Marilyn. Estudio de las propiedades físico-mecánicas del concreto con incorporación de vidrio molido y análisis comparativo a partir de concreto con fibra de acero y concreto convencional. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Villavicencio: Universidad Santo Tomás, 2020.  
Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/31452>
3. American Institute Concrete, 2019. ACI 318-19. Requisitos De Reglamento Para Concreto Estructural.
4. An overview of the influences of mechanical and chemical processing on sugarcane bagasse ash characterisation as a supplementary cementitious material, for Yadav, Ankur [et al]. Journal of Cleaner Production [en línea]. Febrero 2020, vol. 245. [Fecha de consulta: 03 de mayo 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619337242>  
ISSN: 0959-6526
5. Application of sugar cane bagasse ash as filler in ultra-high performance concrete for Wu, Nengsen, [et al]. Construction and Building materials. [en línea]. Abril 2023, vol. 71, [Fecha de consulta: 05 de mayo 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106447>  
2352-7102
6. ARIAS, Fidias. El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. [en línea]. 6ª. ed. Caracas: Editorial Episteme, 2012. [Fecha de consulta: 17 de mayo 2023].  
Disponible en: <https://goo.su/6CgU5>  
ISBN: 980-07-8529-9
7. BALLADARES, Jerry y RAMÍREZ, Yessebel. Diseño de concreto empleando cenizas de bagazo de caña de azúcar para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto 2020. Tesis (Título en Ingeniería Civil) Tarapoto: Universidad César Vallejo, 2020.

- Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47626>
8. BATOOL, Farnaz; MASOOD Arjumend y ALI, Mehmood. Characterization of Sugarcane Bagasse Ash as Pozzolan and Influence on Concrete Properties. Arabian journal for science and engineering [en línea]. Enero 2020, no.5 [Fecha de consulta: 03 de mayo 2023]. Disponible en: <https://goo.su/9Jg3K9a>  
ISSN: 2193-567X
  9. Characterization of sugarcane bagasse ash as a potential supplementary cementitious material: Comparison with coal combustion fly ash, for Zhan, Ping [et al]. Journal of cleaner production [en línea]. Diciembre 2021, vol.277. [Fecha de consulta: 06 de mayo 2023].  
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123834>  
ISSN 0959-6526.
  10. CORREA, Dariel y SARRAFF, Miguel. Sustitución parcial del agregado fino por vidrio para la elaboración de hormigón. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Santo Domingo: Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, 2016.  
Disponible en: <https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/769>
  11. CORDEIRO, Guilherme; ANDREÃO, Pryscila and TAVARES, Luís Marcelo. Pozzolanic properties of ultrafine sugar cane bagasse ash produced by controlled burning. Heliyon, [en línea]. Septiembre 2019, vol. 5, no 10. [Fecha de consulta: 07 de mayo 2023].  
Disponible en: [https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440\(19\)36226-7.pdf](https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440(19)36226-7.pdf)  
ISSN: 2405-8440
  12. CORDINA, Rita. Resistencia a la compresión de un concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con agregado fino sustituido en 5% y 10% por vidrio molido reciclado. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Huaraz: Universidad San Pedro, 2018.  
Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5474>
  13. Effitioned soft computing models to evaluate the impact of silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>) to calcium oxide (CaO) ratio in fly ash on the compressive strength of concrete for Kakasor, Ismael, [et al]. Journal of Building Engineering [en línea]. Mayo 2023, vol.74 [Fecha de consulta: 06 de mayo 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710223009993>  
ISSN:2352-7102

14. FLÓREZ, Vicente; JIMÉNEZ, Víctor; PÉREZ, Alexis. Influencia de la incorporación de vidrio triturado en las propiedades y el comportamiento a alta temperatura de morteros de cemento. boletín de la sociedad española de cerámica y vidrio. [en línea]. Abril 2018, n°.6. [Fecha de consulta: 17 de mayo 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2018.03.001>  
ISSN: 0366-3175
15. GARRETT, Travis; CARDENAS, Henry and LYNAM, Joan. Sugarcane bagasse and rice husk ash pozzolans: Cement strength and corrosion effects when using saltwater. Current Research in Green and Sustainable Chemistry [en línea]. Abril 2020, vol. 1 [Fecha de consulta: 03 de mayo 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666086520300035>  
ISSN:2666-0865
16. HERNÁNDEZ, Manuel. Análisis del comportamiento mecánico del concreto utilizando bagazo de la caña de azúcar  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , en la región Lambayeque. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2020.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48257>
17. HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. 2ª.ed. México. McGRAW-HILL.: Universidad de Celaya Universidad Tecnológica Laja Bajío, 2018. 736pp  
ISBN: 978-1-4562-6096-5
18. HUAQUISTO, Samuel y BELIZARIO, Germán. Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. Revista de investigaciones alto andinas [en línea]. Abril 2018, no 2. [Fecha de consulta: 05 de mayo 2023].  
Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v20n2/a07v20n2.pdf>  
ISSN: 2313-2957.
19. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. [en línea]. 6ª.ed. México: McGRAW-HILL, 2014. [Fecha de consulta: 17 de mayo 2023].  
Disponible en: <https://goo.su/4vwGYd>  
ISBN: 978-1-4562-2396-0

20. Influence of Sugarcane Bagasse Ash and Silica Fume on the Mechanical and Durability Properties of Concrete for Farrant, William [et al]. Materials [en línea]. Abril 2022, no.9 [Fecha de consulta: 06 de mayo 2023]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2663061992/fulltextPDF/>  
ISSN 1996-1944
21. LERMA, Héctor. Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto. [en línea]. 5ª.ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2016. [Fecha de consulta: 17 de mayo 2023].  
Disponible en: <https://www.digitaliapublishing.com/viewepub/?id=47180>  
ISBN: 9789587713466.
22. LEÓN, Deivy y RÁZURI, Daniel. Resistencia a la compresión de un concreto agregando vidrio reciclado finamente molido. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2020.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47498>
23. LE, Hien, SHEEN Yeong and LAM, Tra. Fresh and hardened properties of self-compacting concrete with sugarcane bagasse ash–slag blended cement. Construction and building materials [en línea]. Julio 2018, no 7. [Fecha de consulta: 03 de mayo 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.07.029>  
ISSN 0950-0618.
24. NORABUENA, Giancarlo. Resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo un porcentaje de agregado fino con vidrio reciclado molido, Huaraz, 2022. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Huaraz: Universidad César Vallejo, 2022.  
Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3350246>
25. NTP 339.034: Norma Técnica Peruana. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Lima, 2015. p.12-22.
26. NTP 400.022: Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Lima, 2018. pp.06-27
27. Norma E.0.60: Concreto Armado. Lima, 2019.

28. OLU, Olumide; AMINU, Nuuman and SABO, Nazif. The effect of sugarcane bagasse ash on the properties of Portland limestone cement. American Journal of Construction and Building Materials. [en línea]. Diciembre 2020, no 2. [Fecha de consulta: 05 de mayo 2023].  
Disponible en: <http://www.sciencepublishinggroup.com/j/ajcbm>  
ISSN: 2640-0057
29. OTZEN, Tamara; MANTEROLA, Carlos. Sampling Techniques on a Population Study. International journal of morphology. [en línea]. Diciembre 2017, vol. 35, no 1. [Fecha de consulta: 03 de mayo 2023].  
Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
30. PASTOR, Hary. Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Trujillo: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/29333>
31. PAREDES, Alexis. Análisis de la resistencia a la compresión del concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de vidrio reciclado molido. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín Tarapoto, 2019. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/287333754.pdf>
32. QUEDOU, Pritish; WIRQUIN, Eric y BOKHOREE, Chandradeo. Sustainable concrete: Potency of sugarcane bagasse ash as a cementitious material in the construction industry. [en línea]. Abril 2021, vol.14. [Fecha de consulta: 06 de mayo 2023].  
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00545>  
ISSN: 2214-5095
33. QUEVEDO, Víctor. Resistencia a la compresión y tracción del concreto  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo al cemento con 7%, 9% y 11% de ceniza de bagazo caña de azúcar, 2018. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2018.  
Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35891>
34. RIVERA, Allison. Diseño del concreto de  $F'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> con vidrio molido (sódico cálcico) como reemplazo del agregado fino, para mejorar la resistencia a la compresión. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Lima: Universidad César Vallejo, 2018.

- Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35134>
35. RAMOS, Carlos. Diseños de investigación experimental. Cienci América: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica. [en línea]. Junio 2021, no 1, [Fecha de consulta: 15 de mayo 2023].  
Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7890336>  
ISSN.1390-9592
36. Uso del vidrio molido como sustituto del agregado fino en mezclas de mortero de albañilería por Izquierdo, Francisco. [et al]. Revista digital de la universidad de Chiapas. [en línea]. Febrero 2022, n°205, [Fecha de consulta: 05 de mayo 2023]. Disponible en:  
<https://espacioimasd.unach.mx/index.php/Inicio/article/view/288/1160>  
ISSN:2007-6703
37. Sugar cane bagasse ash as a pozzolanic material for Manzaneira, Emerson [et al]. Min.Geol. [en línea]. Junio 2017, n°201, [Fecha de consulta: 05 de mayo 2023]. Disponible en:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v84n201/0012-7353-dyna-84-201-00163.pdf>  
ISSN:2346-2183
38. TAREKEGN, Muliye; GETACHEW Kabtamu and KENEA Goshu. Experimental Investigation of Concrete Characteristics Strength with Partial Replacement of Cement by Hybrid Coffee Husk and Sugarcane Bagasse Ash. Advances in materials science and engineering [en línea], Mayo 2022, vol.2022. [Fecha de consulta: 06 de mayo 2023]. Disponible en:  
<https://downloads.hindawi.com/journals/amse/2022/5363766.pdf>  
ISSN:1687-8434.
39. VILLANUEVA, Kenhy. Influencia de diferentes porcentajes del agregado fino en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable, en Trujillo 2020. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2020. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24085>
40. MENDOZA, Heysser y ACHING, Jean. Análisis del comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  empleando la ceniza de bagazo de caña de azúcar. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Lima: Universidad César Vallejo, 2019.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59144>

41. YARAGAL, Subhash; GOWDA, Basavana y RAJASEKARAN, C. Characterization and performance of processed lateritic fine aggregates in cement mortars and concretes. *Construction and Building Materials*, [en línea]. 2019, vol. 200. [Fecha de consulta: 03 de mayo 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.12.072>

ISSN: 0950-0618

## **ANEXOS**

- **Anexo 1.** Tabla de operacionalización de variables y tabla de consistencia

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala / niveles de medición
Variable independiente: ceniza de bagazo de caña de azúcar	La escoria de cañaverales sacarinos son residuos del procedimiento de producción de sacarosa durante la fase de pulverización de los cañaverales de azúcar, se crea unos filamentos que se utilizan en distintos productos comerciales al iniciar la quema de etanol en las chimeneas de las fábricas. Como resultado de la quema de estos determinados elementos se produce un nuevo elemento llamado escoria de cáscara de cañaveral de azúcar Wu et.al (2023, p.2).	Se reemplazarán diferentes importes de escoria de cáscara de caña de azúcar conforme a los indicadores, los cuales residirán en puesto del peso del cemento, condescendiendo la mezcla total basándose en las fichas de fabricación del diseño de mezcla reglamentado por ACI, respetando los resultados de laboratorio extraídos en fichas Excel con el fin de fabricar probetas.	Dosificación	0.00% 5.00% 10.00%	Razón
			Temperatura de Incineración	Análisis Térmico Diferencial	Razón
			Composición Química	Fluorescencia de Rayos X	Razón
Variable independiente: vidrio molido	"Es un componente formado de los compuestos minerales fundidos que se enfría hasta adquirir un estado sólido sin cristalización, es decir es un líquido semienfriado destinados a todos los sólidos amorfos de los cuales pueden ser teñidos o cristalinos, según la presencia de partes extrañas" (Flórez, Jiménez y Perez,2018, p.5).	El vidrio molido será debidamente añadido en la mezcla de concreto conforme la norma ACI, sustituyendo porcentajes de la arena gruesa como lo muestra los indicadores, previamente analizados mediante un estudio granulométrico, determinándose la curva de granulometría respetando las normas ASTM y NTP, estos procesos serán registrados en fichas de laboratorio.	Dosificación	0.00% 15.00% 20.00%	Razón
			Granulometría	Mm	Razón
Variable dependiente: resistencia a la compresión del concreto	Es un procedimiento en la cual reside en emplear una fuerza axial vertical con propiedades compresivas a núcleos de concreto o formas cilíndricas extraídas en ensayos con diamante durante un tiempo determinado hasta la falla. (NTP 339.034, 2015, p.3).	El correspondiente ensayo de resistencia a la compresión axial se realiza sobre muestras de hormigón aplicando diferentes fuerzas axiales a la superficie de la sección transversal de las muestras en distintas edades de curado, para lo cual se utiliza la norma E.060, al igual que las NTP, estás muestras de hormigón presentaran diseños según normativa ACI, y todos son registrados y evaluados en laboratorio y hojas de Excel.	Diseño de mezcla	Dosificación	Razón
			Tiempo de curado	Días	Razón
			Ensayo de resistencia a la compresión	Esfuerzo a la rotura	Razón

## Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis
<b>Generales</b>		
¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al sustituir porcentualmente la arena gruesa por vidrio molido y el cemento por ceniza de caña de azúcar mediante los ensayos de resistencia a la compresión?	Evaluar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al sustituir porcentualmente la arena gruesa por vidrio molido y el cemento por ceniza de caña de azúcar mediante los ensayos de resistencia a la compresión.	La sustitución porcentual de arena gruesa por vidrio molido y cemento por ceniza de caña de azúcar aumenta la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .
<b>Específicos</b>		
¿Cuáles son las características de los materiales para la elaboración del diseño de mezcla del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ?	Determinar las características de los materiales para la elaboración del diseño de mezcla del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	La caracterización de los materiales para la elaboración del diseño de mezcla mejora la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .
¿Cuál es la temperatura de calcinación adecuada del bazo de caña de azúcar mediante el Análisis Térmico Diferencial?	Determinar la temperatura adecuada de calcinación del bagazo de caña de azúcar mediante el Análisis Térmico Diferencial	La temperatura adecuada de calcinación al bagazo de caña de azúcar mediante el Análisis Térmico Diferencial mejora la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ .
¿Cuál son los compuestos químicos de la ceniza de caña de azúcar?	Identificar los compuestos químicos de la ceniza de caña de azúcar	Los compuestos químicos de la ceniza de caña de azúcar influyen positivamente en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ .
¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al sustituir porcentualmente la arena gruesa por vidrio molido en proporciones de 15% y 20% y el cemento por ceniza de caña de azúcar en proporciones 5% y 10% mediante los ensayos de resistencia a la compresión?	Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al sustituir porcentualmente la arena gruesa por vidrio molido en proporciones de 15 y 20% y el cemento por ceniza de caña de azúcar en proporciones 5 y 10% mediante los ensayos de resistencia a la compresión.	La sustitución porcentual de arena gruesa por vidrio molido en una proporción de 15% y 20% y cemento por ceniza de caña de azúcar en proporciones de 5% y 10% aumentan la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .
¿Cuál es la proporción óptima de sustitución porcentual del cemento por ceniza de caña de azúcar y arena gruesa por vidrio molido para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ?	Determinar la proporción óptima de sustitución porcentual de cemento por ceniza de caña de azúcar y arena gruesa por vidrio molido para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .	: La proporción óptima de sustitución porcentual de cemento por ceniza de caña de azúcar y arena gruesa por vidrio molido mejora la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

- **Anexo 2.** Instrumento de recolección de datos

**Anexo 2.1.** Formato de análisis granulométrico, peso unitario suelto y compactado.

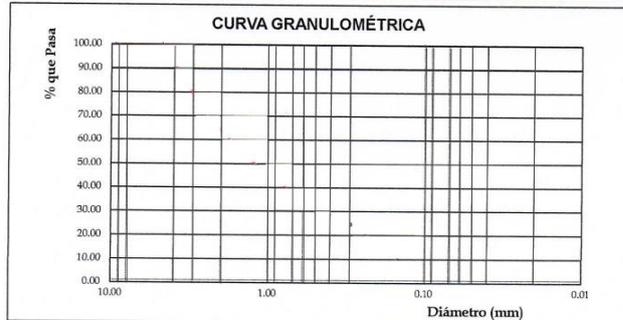


FECHA
-------

SOLICITADO  
MUESTRA

**ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D 422**

		Peso inicial seco (gr)		1696.7		
Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa	LIMITES PERMISIBLE
3/8"	9.500					
N° 04	4.750					
N° 8	2.360					
N° 16	1.180					
N° 30	0.590					
N° 50	0.295					
N° 100	0.148					
N° 200	0.074					
Cazoleta						
TOTAL						



PESO ESPECIFICO - gr/cm3  
 ABSORCION -  
 CONTENIDO DE HUMEDAD -  
 MODULO DE FINEZA -  
 PESO UNITARIO SUELTO - kg/m3  
 PESO UNITARIO VARILLADO - kg/m3

**ENSAYO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ( NORMA ASTM C-29 / NTP 400.017)**

PROCEDIMIENTO	MUESTRA		
	M-01	M-02	M-03
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (KG)	-	-	-
PESO DEL MOLDE (KG)	-	-	-
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (KG)	-	-	-
VOLUMEN DEL MOLDE	-	-	-
PESO APARENTE SUELTO (KG)	-	-	-
PESO APARENTE SUELTO PROMEDIO (KG/M3)	-	-	-
PESO UNITARIO COMPACTADO	-	-	-
PROCEDIMIENTO	MUESTRA		
	M-01	M-02	M-03
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (KG)	-	-	-
PESO DEL MOLDE (KG)	-	-	-
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (KG)	-	-	-
VOLUMEN DEL MOLDE	-	-	-
PESO APARENTE COMPACTO (KG)	-	-	-
PESO APARENTE SUELTO PROMEDIO (KG)	-	-	-

**ICCSA INGENIEROS SAC**  
*Ruizplata V.*  
**RNASPLATA VASQUEZ VICTOR OCTAVIO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. N° 282536**





## Anexo 2.3. Formato de diseño de mezcla método ACI 211.

### DISEÑO DE MESCLA DE CONCRETO (MÉTODO ACI)

ITEM	Descripción de agregado fino		
1	P: unitario suelto seco		Kg/m <sup>3</sup>
2	p. unitario compactado seco		Kg/m <sup>3</sup>
3	P: específico masa seca		
4	Contenido de humedad		%
5	Absorción		%
6	Módulo de fineza		

ITEM	Descripción de agregado fino		
7	P: unitario suelto seco		Kg/m <sup>3</sup>
8	p. unitario compactado seco		Kg/m <sup>3</sup>
9	P: específico masa seca		
10	Contenido de humedad		%
11	Absorción		%
12	Tamaño máximo nominal		"

RESISTENCIA PROMEDIO(Rm)

F'c	F'cr
<210	F'c + 70
210 a 350	F'c + 84
>350	F'c + 98

ITEM	DATOS DE TABLAS PARA 1 m <sup>3</sup> CONCRETO		
13	Contenido total de aire x m <sup>3</sup> de concreto (tabla n°3.a)		%
14	Volumen unitario de agua de mezclado (tabla n°2)		lts/m <sup>3</sup>
15	P específico cemento (propiedades físicas tipo de cemento)		Gr/cm <sup>3</sup>
16	Resistencia promedio requerida (Rm)		Kg/cm <sup>2</sup>
17	Relación agua-cemento (tabla n°4 a o n°4.b)		
18	Factor de cemento x m <sup>3</sup> de concreto		Kg/m <sup>3</sup>
19	Cantidad de agregado grueso x m <sup>3</sup> de concreto (tabla n°6)		m <sup>3</sup>

ITEM	VOLUMENES ABSOLUTOS DE MATERIALES		
20	Cemento :		m <sup>3</sup>
21	Agregado fino :		m <sup>3</sup>
22	Agregado grueso :		m <sup>3</sup>
23	Agua :		
24	Aire :		lts/bolsa

ITEM	PESO SECO DE LOS MATERIALES ( 1m <sup>3</sup> Concreto)		
25	Cemento :		Kg/m <sup>3</sup>
26	Agregado fino :		Kg/m <sup>3</sup>
27	Agregado grueso :		Kg/m <sup>3</sup>
28	Agua :		Its/bolsa

ITEM	CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE MATERIALES ( 1m <sup>3</sup> Concreto)		
29	Cemento :		Kg/m <sup>3</sup>
30	Agregado fino :		Kg/m <sup>3</sup>
31	Agregado grueso :		Kg/m <sup>3</sup>
32	Agua :		Its/bolsa

ITEM	PROPORCIONES EN PESO		
33	Cemento :		Kg/m <sup>3</sup>
34	Agregado fino :		Kg/m <sup>3</sup>
35	Agregado grueso :		Kg/m <sup>3</sup>
36	Agua :		Its/Kg

ITEM	PROPORCIONES EN Pie <sup>3</sup> ( 1m <sup>3</sup> Concreto)		
37	Cemento :		bolsa
38	Agregado fino :		Pie <sup>3</sup>
39	Agregado grueso :		Pie <sup>3</sup>
40	Agua :		Its/Kg

ITEM	PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie <sup>3</sup> )		
41	Cemento :		
42	Agregado fino :		
43	Agregado grueso :		
44	Agua :		Its/bolsa

Determinado por dosificación:

**Probetas:**

Cemento: kg

Piedra: kg

Arena: kg

Agua: kg

- Anexo 3. Ensayos de laboratorio

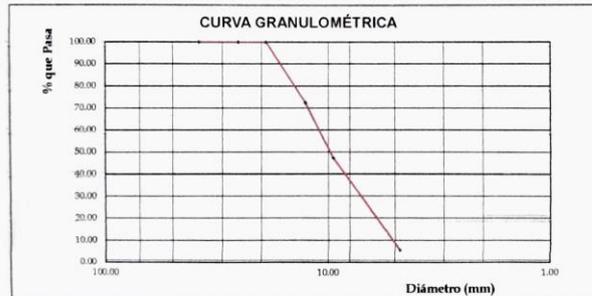
**Anexo 3.1. Resultados de análisis granulométrico, peso unitario suelto y compacto de piedra 1/2"**



**RESISTENCIA A COMPRESION, CONCRETO = 210 KG/CM2 , SUSTITUYENDO CEMENTO Y ARENA GRUESA POR CENIZ DE CAÑA DE AZUCAR Y VIDRIO MOLIDO, CHIMBOTE 2023**

FECHA: 26 DE SEPTIEMBRE DEL 2023  
 SOLICITADO: AGREDA CARBAJAL, DIANA - VILLAFANA CCESA, RICHARD  
 MUESTRA: PIEDRA CHANCADA - CANTERA LA SORPRESA

ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D 422						
Peso inicial seco (gr)			1980.9			
Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa	LIMITES PERMISIBLE ASTM C-33
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	546.6	27.59	27.59	72.41	
3/8"	9.500	497.4	25.11	52.70	47.30	
N° 04	4.750	825.9	41.69	94.40	5.60	
N° 8	2.360	111.02	5.60	100.00	0.00	
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00	
N° 30	0.590	0.00	0.00	100.00	0.00	
N° 50	0.295	0.00	0.00	100.00	0.00	
N° 100	0.148	0.00	0.00	100.00	0.00	
N° 200	0.074	0.00	0.00	100.00	0.00	
Cazoleta		0.00	0.00	100.00	0.00	
<b>TOTAL</b>		<b>1980.9</b>	<b>100.00</b>			



TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: 1/2"  
 PESO SECO VARILLADO: 1540 kg/m3  
 PESO ESPECIFICO: 2.67 gr/cm3  
 ABSORCION: 0.38%  
 CONTENIDO DE HUMEDAD: 0.39%  
 PESO UNITARIO SUELTO: 1389 kg/m3

**ENSAYO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ( NORMA ASTM C-29 / NTP 400.017)**

PROCEDIMIENTO	MUESTRA		
	M-01	M-02	M-03
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (KG)	8.45	8.41	8.4
PESO DEL MOLDE (KG)	4.53	4.53	4.53
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (KG)	3.92	3.88	3.87
VOLUMEN DEL MOLDE	0.0028	0.0028	0.0028
PESO APARENTE SUELTO (KG)	1400.00	1385.71	1382.14
PESO APARENTE SUELTO PROMEDIO (KG/M3)	1389		
PESO UNITARIO COMPACTADO			

PROCEDIMIENTO	MUESTRA		
	M-01	M-02	M-03
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (KG)	8.825	8.865	8.835
PESO DEL MOLDE (KG)	4.53	4.53	4.53
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (KG)	4.295	4.335	4.305
VOLUMEN DEL MOLDE	0.0028	0.0028	0.0028
PESO APARENTE COMPACTO (KG)	1533.93	1548.21	1537.50
PESO APARENTE SUELTO PROMEDIO (KG)	1540		

ICCSA INGENIEROS SAC  
*Rmasplata*  
 RMASPLATA VASQUEZ VICTOR OCTAVIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIR. N° 282536



**Anexo 3.2.** Resultado de ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.



RESISTENCIA A COMPRESION, CONCRETO = 210 KG/CM2 , SUSTITUYENDO CEMENTO Y ARENA GRUESA POR CENIZ DE CAÑA DE AZUCAR Y VIDRIO MOLIDO, CHIMBOTE 2023

MUESTRA :PIEDRA CHANCADA - CANTERA LA SORPRESA  
 SOLICITA : AGREDA CARBAJAL, DIANA - VILLAFANA CCESA, RICHARD  
 FECHA : 26 DE SEPTIEMBRE DEL 2023  
 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL = 1/2"

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN AGREGADO GRUESO - MTC E-206					
DATOS					
			1	2	
1	Peso de la muestra saturada con superficie seca (B) (aire)	gr.	3016.40	3006.40	
2	Peso de la canastilla dentro del agua	gr.			
3	Peso de la muestra saturada+peso canastilla dentro del agua	gr.	1887.60	1889.60	
4	Peso de la muestra saturada dentro del agua (C)	gr.	1887.60	1889.60	
5	Peso de la tara	gr.			
6	Peso de la tara + muestra seca (horno)	gr.	3000.00	3000.00	
7	Peso de la muestra seca (A)	gr.	3000.00	3000.00	
RESULTADOS					
				PROMEDIO	
8	Peso Especifico de masa		2.66	2.69	2.67
9	Peso Especifico de masa saturada superficie seca		2.67	2.69	2.68
10	Peso especifico aparente		2.70	2.70	2.70
11	Porcentaje de absorción	%	0.55	0.21	0.38


 ICCSA INGENIEROS SAC  
*Ramplata*  
 RAMSPLATA VÁSQUEZ VÍCTOR OCTAVIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 282536

**Anexo 3.3. Resultados de análisis granulométrico, peso unitario suelto y compacto de la arena gruesa.**



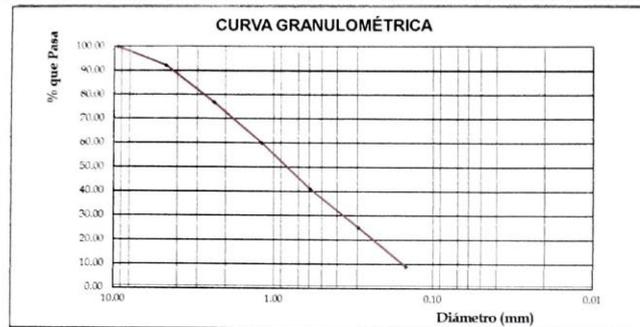
**ICCSA INGENIEROS SAC**  
**PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.**



**RESISTENCIA A COMPRESION, CONCRETO = 210 KG/CM2, SUSTITUYENDO CEMENTO Y ARENA GRUESA POR CENIZ DE CAÑA DE AZUCAR Y VIDRIO MOLIDO, CHIMBOTE 2023**

**FECHA** 26 SEPTIEMBRE DEL 2023  
**SOLICITADO** AGREDA CARBAJAL, DIANA - VILLAFANA CCESA, RICHARD  
**MUESTRA** ARENA GRUESA - CANTERA LA SORPRESA

ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D 422						
Peso inicial seco (gr)				1538.9		
Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa	LIMITES PERMISIBLE
3/8"	9.500	0.0	0.00	0.00	100.00	
N° 04	4.750	119.1	7.74	7.74	92.26	
N° 8	2.360	237.01	15.40	23.14	76.86	
N° 16	1.180	259.35	16.85	39.99	60.01	
N° 30	0.590	291.87	18.97	58.96	41.04	
N° 60	0.295	244.63	15.89	74.85	25.15	
N° 100	0.148	249.66	16.22	91.07	8.93	
N° 200	0.074	103.88	6.75	97.82	2.18	
Cazoleta		33.50	2.18	100.00	0.00	
<b>TOTAL</b>		<b>1538.9</b>	<b>100.00</b>			



**PESO ESPECIFICO** 2.79 gr/cm3  
**ABSORCION** 0.59%  
**CONTENIDO DE HUMEDAD** 0.60%  
**MODULO DE FINEZA** 2.96  
**PESO UNITARIO SUELTO** 1541 kg/m3  
**PESO UNITARIO VARILLADO** 1803 kg/m3

**ENSAYO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ( NORMA ASTM C-29 / NTP 400.017)**

PROCEDIMIENTO	MUESTRA		
	M-01	M-02	M-03
<b>PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (KG)</b>	8.845	8.87	8.82
<b>PESO DEL MOLDE (KG)</b>	4.53	4.53	4.53
<b>PESO DE LA MUESTRA SUELTA (KG)</b>	4.315	4.34	4.29
<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	0.0028	0.0028	0.0028
<b>PESO APARENTE SUELTO (KG)</b>	1541.07	1550.00	1532.14
<b>PESO APARENTE SUELTO PROMEDIO (KG/M3)</b>	1541		
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			
PROCEDIMIENTO	MUESTRA		
	M-01	M-02	M-03
<b>PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (KG)</b>	9.565	9.585	9.585
<b>PESO DEL MOLDE (KG)</b>	4.53	4.53	4.53
<b>PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (KG)</b>	5.035	5.055	5.055
<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	0.0028	0.0028	0.0028
<b>PESO APARENTE COMPACTO (KG)</b>	1798.21	1805.36	1805.36
<b>PESO APARENTE SUELTO PROMEDIO (KG)</b>	1803		

**ICCSA INGENIEROS SAC**  
*Raasplata Vasquez Victor Octavio*  
**RAASPLATA VASQUEZ VICTOR OCTAVIO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. N° 282536**



**Anexo 3.4.** Resultado de ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.



RESISTENCIA A COMPRESION, CONCRETO = 210 KG/CM2 , SUSTITUYENDO CEMENTO Y ARENA GRUESA POR CENIZ DE CAÑA DE AZUCAR Y VIDRIO MOLIDO, CHIMBOTE 2023

MUESTRA : ARENA GRUESA - CANTERA LA SORPRESA  
 SOLICITA : AGREDA CARBAJAL, DIANA - VILLAFANA CCESA, RICHARD  
 FECHA : 26 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN AGREGADO FINO

DATOS			1
1	Peso de la fiola	gr	185.12
2	Peso de la fiola + agua	gr	681.74
3	Peso de la fiola + agua + muestra	gr	761.89
4	Peso seco de la muestra	gr	125.00
RESULTADOS			1
5	Peso Especifico de masa		2.79
6	Absorción	%	0.59



ICCSA INGENIEROS SAC  
*Victor Octavio*  
 RMASPLATA VÁSQUEZ VÍCTOR OCTAVIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 282536

### Anexo 3.5. Resultados de análisis granulométrico vidrio molido.



## ICCSA INGENIEROS SAC

PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.

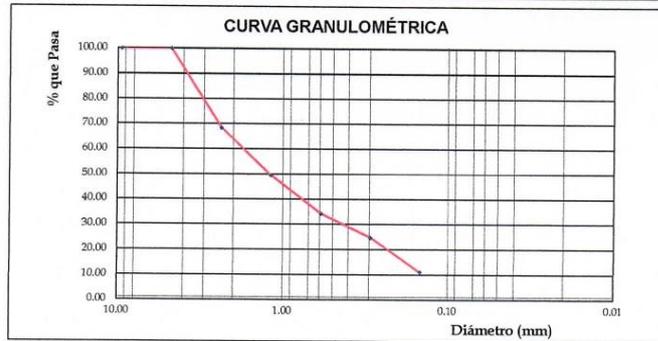


RESISTENCIA A COMPRESION, CONCRETO = 210 KG/CM<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO CEMENTO Y ARENA GRUESA POR CENIZ DE CAÑA DE AZUCAR Y VIDRIO MOLIDO, CHIMBOTE 2023

FECHA : 26 SEPTIEMBRE DEL 2023  
 SOLICITADO : AGREDA CARBAJAL, DIANA - VILLAFANA CCESA, RICHARD  
 MUESTRA : VIDRIO MOLIDO

#### ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D 422

		Peso inicial seco (gr)		1696.7		
Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa	LIMITES PERMISIBLE
3/8"	9.500	0.0	0.00	0.00	100.00	
N° 04	4.750	0.0	0.00	0.00	100.00	
N° 8	2.360	535.47	31.56	31.56	68.44	
N° 16	1.180	320.69	18.90	50.46	49.54	
N° 30	0.590	257.41	15.17	65.63	34.37	
N° 50	0.295	160.54	9.46	75.09	24.91	
N° 100	0.148	232.28	13.69	88.78	11.22	
N° 200	0.074	121.54	7.16	95.95	4.05	
Cazoleta		68.80	4.05	100.00	0.00	
TOTAL		1696.7	100.00			



PESO ESPECIFICO - gr/cm<sup>3</sup>  
 ABSORCION -  
 CONTENIDO DE HUMEDAD -  
 MODULO DE FINEZA -  
 PESO UNITARIO SUELTO - kg/m<sup>3</sup>  
 PESO UNITARIO VARILLADO - kg/m<sup>3</sup>

#### ENSAYO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ( NORMA ASTM C-29 / NTP 400.017)

PROCEDIMIENTO	MUESTRA		
	M-01	M-02	M-03
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (KG)	-	-	-
PESO DEL MOLDE (KG)	-	-	-
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (KG)	-	-	-
VOLUMEN DEL MOLDE	-	-	-
PESO APARENTE SUELTO (KG)	-	-	-
PESO APARENTE SUELTO PROMEDIO (KG/M3)	-	-	-
PESO UNITARIO COMPACTADO	-	-	-

PROCEDIMIENTO	MUESTRA		
	M-01	M-02	M-03
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (KG)	-	-	-
PESO DEL MOLDE (KG)	-	-	-
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (KG)	-	-	-
VOLUMEN DEL MOLDE	-	-	-
PESO APARENTE COMPACTO (KG)	-	-	-
PESO APARENTE SUELTO PROMEDIO (KG)	-	-	-

ICCSA INGENIEROS SAC

*Completa!*

RNASPLATA VASQUEZ VICTOR OCTAVIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 282536



## Anexo 3.6. Resultado de diseño de mezcla método ACI 211.



### DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ Método de Diseño del Comité 211 del ACI

RESISTENCIA A COMPRESION, CONCRETO = 210 KG/CM<sup>2</sup>, SUSITUYENDO CEMENTO Y  
ARENA GRUESA POR CENIZ DE CAÑA DE AZUCAR Y VIDRIO MOLIDO, CHIMBOTE 2023

SOLICITA : AGREDA CARBAJAL, DIANA - VILLAFANA CESA, RICHARD  
FECHA : 26 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

#### I. ESPECIFICACIONES:

1.1. La Resistencia de Diseño a los 28 días es de  $210 \text{ Kg/cm}^2$ , se desconoce el valor de la desviación estándar. Se usará en construcción de pavimento.

#### 1.2. Materiales:

##### 1.2.1. Cemento Portland tipo GU

Peso Especifico 2.95  $\text{gr/cm}^3$

##### 1.2.2. Agregado Fino

###### Arena Gruesa

Peso Especifico 2.96  $\text{gr/cm}^3$

Absorción 0.59 %

Contenido de Humedad 0.60 %

Módulo de Fineza 2.96

Peso Unitario Suelto 1541  $\text{Kg/m}^3$

##### 1.2.3. Agregado Grueso

###### Piedra Chancada

Tamaño Maximo Nominal 1/2"

Peso Seco Varillado 1540  $\text{Kg/m}^3$

Peso Especifico 2.67  $\text{gr/cm}^3$

Absorción 0.38 %

Contenido de Humedad 0.39 %

Peso Unitario Suelto 1389  $\text{Kg/m}^3$

##### 1.2.4. Agua:

Agua Potable de la zona.

#### II. SECUENCIA DE DISEÑO:

##### 2.1. Selección de la Resistencia ( $f'cr$ ):

Dado que no se conoce el valor de la desviación estándar, entonces se tiene que:

$$f'cr = f'c + 84 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Entonces: } f'cr = 210 + 84 = 294 \text{ Kg/cm}^2$$



ICCSA INGENIEROS SAC  
*Rivasplata*  
RIVASPLATA VÁSQUEZ VICTOR OCTAVIO  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 282536



**2.12 Corrección por Humedad de los Agregados:**

Agregado Fino	947.73	x	1.0060	=	953.42	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	816.20	x	1.0039	=	819.38	Kg/m <sup>3</sup>

Humedad Superficial de:

Agregado Fino	0.60	-	0.59	=	0.01	%
Agregado Grueso	0.39	-	0.38	=	0.01	%

Aporte de Humedad de los Agregados:

Agregado Fino	947.73	x	0.0001	=	0.09	Lt/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	816.20	x	0.0001	=	0.08	Lt/m <sup>3</sup>
Total				=	0.18	Lt/m <sup>3</sup>

Agua Efectiva  $216.00 - [0.18] = 215.82 \text{ Lt/m}^3$

Los pesos de los materiales ya corregidos serán:

Cemento	392.73	Kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	215.82	Lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	953.42	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	819.38	Kg/m <sup>3</sup>

**2.13 Proporción en Peso Húmedo:**

$392.73 / 392.73 : 953.42 / 392.73 : 819.38 / 392.73$  1 : 2.43 : 2.09 / 0.55

**2.14 Pesos por Tanda de un Saco:**

Cemento	1.00	x	42.5	=	42.50	Kg/saco
Agua Efectiva	0.67	x	42.5	=	28.48	Lt/saco
Agregado Fino Húmedo	2.43	x	42.5	=	103.18	Kg/saco
Agregado Grueso Húmedo	2.09	x	42.5	=	88.67	Kg/saco

**2.15 Peso por Pie Cúbico del:**

Agregado Fino Húmedo	953.42	x	35.31 / 1541	=	21.85	Kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	819.38	x	35.31 / 1389	=	20.83	Kg/pie <sup>3</sup>

**2.16 Dosificación en Volumen:**

Cemento	9.24	/	9.24	=	1.00	pie <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	21.85	/	9.24	=	2.36	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	20.83	/	9.24	=	2.25	pie <sup>3</sup>
Agua de Mezcla	215.82	/	9.24	=	23.36	Lt/bolsa

SE RECOMIENDA USAR: 1: 2.40: 2.20 / 23 LT/BL



ICCSA INGENIEROS SAC  
*Victor Octavio Vasquez*  
 RIVASPLATA VASQUEZ VICTOR OCTAVIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 282536



# ICCSA INGENIEROS SAC

PROYECTOS DE INGENIERÍA - ESTUDIOS DE  
GEOTECNIA, CONCRETO Y ASFALTO.



## 2.2. Selección del Tamaño Máximo Nominal:

El tamaño máximo nominal es de 1/2"

## 2.3. Selección del Asentamiento:

Por condiciones de colocación se requiere de una mezcla plástica con un asentamiento de 3" a 4".

## 2.4. Volumen Unitario de Agua:

Para una mezcla de concreto de 3" a 4" de asentamiento, sin aire incorporado y cuyo agregado tiene un tamaño máximo nominal de

1/2", el volumen unitario de agua es de 216 Lt/m<sup>3</sup>.

## 2.5. Contenido de Aire:

Se considera 2.50 % de aire atrapado por las características de los componentes de este concreto.

## 2.6. Relación Agua - Cemento:

Para una resistencia de diseño  $f'_{cr} = 294$  Kg/cm<sup>2</sup> sin aire incorporado, la relación agua - cemento es de 0.55 por resistencia.

## 2.7. Factor Cemento:

$216.00 / 0.55 = 392.73$  Kg/m<sup>3</sup> = 9.24 Bls/m<sup>3</sup>.

## 2.8. Contenido de Agregado Grueso:

Para un módulo de fineza de 2.96 y un tamaño máximo nominal de

1/2" le corresponde un volumen unitario de 0.53 m<sup>3</sup> de agregado grueso varillado por unidad de volumen de concreto.

Peso del Agregado Grueso =  $0.53 \times 1540 = 816.20$  Kg/m<sup>3</sup>

## 2.9. Cálculo de Volúmenes Absolutos:

Cemento  $392.73 / \{ 2.95 \times 1000 \} = 0.133$  m<sup>3</sup>

Agua  $216.00 / \{ 1.00 \times 1000 \} = 0.216$  m<sup>3</sup>

Aire Atrapado 2.50 % = 0.025 m<sup>3</sup>

Agregado Grueso  $816.20 / \{ 2.67 \times 1000 \} = 0.306$  m<sup>3</sup>

Total = 0.680 m<sup>3</sup>

## 2.10 Contenido de Agregado Fino:

Volumen absoluto de agregado fino :  $1.00 - 0.680 = 0.320$  m<sup>3</sup>

Peso de agregado fino seco :  $0.320 \times 2.96 \times 1000 = 947.731$  m<sup>3</sup>

## 2.11 Valores de Diseño:

Cemento 392.73 Kg/m<sup>3</sup>

Agua de Diseño 216.00 Lt/m<sup>3</sup>

Agregado Fino Seco 947.73 Kg/m<sup>3</sup>

Agregado Grueso Seco 816.20 Kg/m<sup>3</sup>



ICCSA INGENIEROS SAC

*Ramasplata Vásquez Victor Octavio*  
RAMASPLATA VÁSQUEZ VÍCTOR OCTAVIO  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 282536

**Anexo 3.7. Resultado de ensayo de resistencia a la compresión de las muestras a los 7 días.**

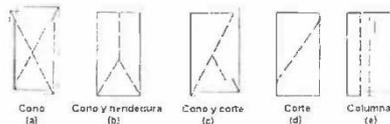


**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39**

RESISTENCIA A COMPRESION, CONCRETO = 210 KG/CM<sup>2</sup> , SUSTITUYENDO CEMENTO Y ARENA GRUESA POR CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR Y VIDRIO MOLIDO, CHIMBOTE 2023

LUGAR : NUEVO CHIMBOTE ,SANTA - ANCAASH.  
 FECHA : 12 DE OCTUBRE DEL 2023  
 SOUCITA : AGREDA CARBAIAL, DIANA - VILAFANA CCESA, RICHARD

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESISTENCIA ESPERADA KG/CM2	RESISTENCIA FINAL	fc/fc' %	FALLA
1	MUESTRA PATRON - T01	27/09/2023	04/10/2023	7	34510	176.72	210	195.29	92.99	b
2	MUESTRA PATRON - T02	27/09/2023	04/10/2023	7	32330	177.19	210	182.46	86.89	e
3	MUESTRA PATRON - T03	27/09/2023	04/10/2023	7	31100	177.66	210	175.05	83.36	e
4	D1 - 15 % VIDRIO POR AGREGADO FINO Y 5% DE CENIZA POR CEMENTO - T01	27/09/2023	04/10/2023	7	20120	179.08	210	112.35	53.50	e
5	D1 - 15 % VIDRIO POR AGREGADO FINO Y 5% DE CENIZA POR CEMENTO - T02	27/09/2023	04/10/2023	7	21850	179.95	210	121.42	57.82	a
6	D1 - 15 % VIDRIO POR AGREGADO FINO Y 5% DE CENIZA POR CEMENTO - T03	27/09/2023	04/10/2023	7	21460	181.55	210	118.20	56.29	c
7	D2 - 15% DE VIDRIO POR ARENA Y 10% DE CENIZA POR CEMENTO - T01	27/09/2023	04/10/2023	7	28660	178.40	210	160.65	76.50	e
8	D2 - 15% DE VIDRIO POR ARENA Y 10% DE CENIZA POR CEMENTO - T02	27/09/2023	04/10/2023	7	28280	181.39	210	155.91	74.24	e
9	D2 - 15% DE VIDRIO POR ARENA Y 10% DE CENIZA POR CEMENTO - T03	27/09/2023	04/10/2023	7	28020	181.39	210	154.48	73.56	b
10	D3 - 20% DE VIDRIO POR ARENA Y 5% DE CENIZA POR CEMENTO - T01	27/09/2023	04/10/2023	7	22330	178.40	210	125.17	59.60	e
11	D3 - 20% DE VIDRIO POR ARENA Y 5% DE CENIZA POR CEMENTO - T02	27/09/2023	04/10/2023	7	22600	181.39	210	124.60	59.33	b
12	D3 - 20% DE VIDRIO POR ARENA Y 5% DE CENIZA POR CEMENTO - T03	27/09/2023	04/10/2023	7	22200	181.39	210	122.39	58.28	b
13	D4 - 20% DE VIDRIO POR ARENA Y 10% DE CENIZA POR CEMENTO - T01	27/09/2023	04/10/2023	7	26330	178.40	210	147.59	70.28	c
14	D4 - 20% DE VIDRIO POR ARENA Y 10% DE CENIZA POR CEMENTO - T02	27/09/2023	04/10/2023	7	26890	179.91	210	149.46	71.17	e
15	D4 - 20% DE VIDRIO POR ARENA Y 10% DE CENIZA POR CEMENTO - T03	27/09/2023	04/10/2023	7	26700	176.72	210	151.09	71.95	e



ICCSA INGENIEROS SAC  
*Ruaspatal*  
 RVASPLATA VASQUEZ VICTOR OCTAVIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 282536

**Anexo 3.8. Resultado de ensayo de resistencia a la compresión de las muestras a los 14 días.**

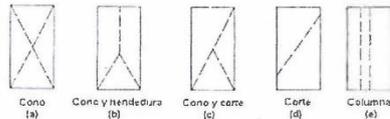


**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39**

RESISTENCIA A COMPRESION, CONCRETO = 210 KG/CM2 , SUSTITUYENDO CEMENTO Y ARENA GRUESA POR CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR Y VIDRIO MOLIDO, CHIMBOTE 2023

LUGAR : NUEVO CHIMBOTE, SANTA - ANCASH.  
 FECHA : 12 DE OCTUBRE DEL 2023  
 SOLICITA : AGREDA CARBAIAL, DIANA - VILAFANA CCESA, RICHARD

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESISTENCIA ESPERADA KG/CM2	RESISTENCIA FINAL	Fc/F'c %	FALLA
1	MUESTRA PATRON - T01	27/09/2023	11/10/2023	14	41000	177.89	210	230.48	109.75	b
2	MUESTRA PATRON - T02	27/09/2023	11/10/2023	14	41620	177.66	210	234.27	111.56	b
3	MUESTRA PATRON - T03	27/09/2023	11/10/2023	14	42050	178.13	210	236.06	112.41	e
4	D1 - 15 % VIDRIO POR AGREGADO FINO Y 5% DE CENIZA POR CEMENTO - T01	27/09/2023	11/10/2023	14	40920	179.20	210	228.35	108.74	e
5	D1 - 15 % VIDRIO POR AGREGADO FINO Y 5% DE CENIZA POR CEMENTO - T02	27/09/2023	11/10/2023	14	40100	180.19	210	222.54	105.97	a
6	D1 - 15 % VIDRIO POR AGREGADO FINO Y 5% DE CENIZA POR CEMENTO - T03	27/09/2023	11/10/2023	14	40760	181.98	210	223.98	106.65	e
7	D2 - 15% DE VIDRIO POR ARENA Y 10% DE CENIZA POR CEMENTO - T01	27/09/2023	11/10/2023	14	35660	178.40	210	199.89	95.18	b
8	D2 - 15% DE VIDRIO POR ARENA Y 10% DE CENIZA POR CEMENTO - T02	27/09/2023	11/10/2023	14	36220	180.74	210	200.39	95.43	b
9	D2 - 15% DE VIDRIO POR ARENA Y 10% DE CENIZA POR CEMENTO - T03	27/09/2023	11/10/2023	14	36820	179.08	210	205.61	97.91	a
10	D3 - 20% DE VIDRIO POR ARENA Y 5% DE CENIZA POR CEMENTO - T01	27/09/2023	11/10/2023	14	43100	177.19	210	243.25	115.83	c
11	D3 - 20% DE VIDRIO POR ARENA Y 5% DE CENIZA POR CEMENTO - T02	27/09/2023	11/10/2023	14	43260	181.39	210	238.50	113.57	c
12	D3 - 20% DE VIDRIO POR ARENA Y 5% DE CENIZA POR CEMENTO - T03	27/09/2023	11/10/2023	14	43600	179.08	210	243.47	115.94	a
13	D4 - 20% DE VIDRIO POR ARENA Y 10% DE CENIZA POR CEMENTO - T01	27/09/2023	11/10/2023	14	47380	178.40	210	265.58	126.47	a
14	D4 - 20% DE VIDRIO POR ARENA Y 10% DE CENIZA POR CEMENTO - T02	27/09/2023	11/10/2023	14	47500	180.03	210	263.85	125.64	b
15	D4 - 20% DE VIDRIO POR ARENA Y 10% DE CENIZA POR CEMENTO - T03	27/09/2023	11/10/2023	14	47230	179.08	210	263.74	125.59	b



ICCSA INGENIEROS SAC  
 RNAS PLATA VASQUEZ VICTOR OCTAVIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 282536

**Anexo 3.9. Resultado de ensayo de resistencia a la compresión de las muestras a los 28 días.**

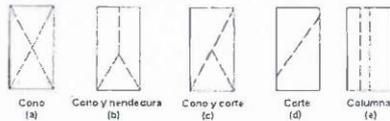


**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C-39**

RESISTENCIA A COMPRESION, CONCRETO = 210 KG/CM2 , SUSTITUYENDO CEMENTO Y ARENA GRUESA POR CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR Y VIDRIO MOLIDO, CHIMBOTE 2023

LUGAR : NUEVO CHIMBOTE, SANTA - ANCASH.  
 FECHA : 25 DE OCTUBRE DEL 2023  
 SOLICITA : AGREDA CARBAJAL, DIANA - VILLAFANA CCESA, RICHARD

Nº PROBETA	TESTIGO - ELEMENTO	FECHA DE MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	CARGA MAXIMA KG	SECCIÓN CM2	RESISTENCIA ESPERADA KG/CM2	RESISTENCIA FINAL	Fc/F'c %	FALLA
1	MUESTRA PATRON - T01	27/09/2023	25/10/2023	28	49300	176.95	210	278.61	132.67	e
2	MUESTRA PATRON - T02	27/09/2023	25/10/2023	28	48660	177.66	210	273.90	130.43	e
3	MUESTRA PATRON - T03	27/09/2023	25/10/2023	28	49200	179.08	210	274.74	130.83	b
4	D1 - 15 % VIDRIO POR AGREGADO FINO Y 5% DE CENIZA POR CEMENTO - T01	27/09/2023	25/10/2023	28	46990	179.32	210	262.05	124.79	a
5	D1 - 15 % VIDRIO POR AGREGADO FINO Y 5% DE CENIZA POR CEMENTO - T02	27/09/2023	25/10/2023	28	46800	178.01	210	262.90	125.19	b
6	D1 - 15 % VIDRIO POR AGREGADO FINO Y 5% DE CENIZA POR CEMENTO - T03	27/09/2023	25/10/2023	28	47050	177.66	210	264.83	126.11	b
7	D2 - 15% DE VIDRIO POR ARENA Y 10% DE CENIZA POR CEMENTO - T01	27/09/2023	25/10/2023	28	41300	178.95	210	230.79	109.90	e
8	D2 - 15% DE VIDRIO POR ARENA Y 10% DE CENIZA POR CEMENTO - T02	27/09/2023	25/10/2023	28	41690	178.37	210	233.73	111.30	c
9	D2 - 15% DE VIDRIO POR ARENA Y 10% DE CENIZA POR CEMENTO - T03	27/09/2023	25/10/2023	28	42020	179.32	210	234.33	111.59	c
10	D3 - 20% DE VIDRIO POR ARENA Y 5% DE CENIZA POR CEMENTO - T01	27/09/2023	25/10/2023	28	50050	177.19	210	282.47	134.51	c
11	D3 - 20% DE VIDRIO POR ARENA Y 5% DE CENIZA POR CEMENTO - T02	27/09/2023	25/10/2023	28	49850	179.08	210	278.37	132.56	e
12	D3 - 20% DE VIDRIO POR ARENA Y 5% DE CENIZA POR CEMENTO - T03	27/09/2023	25/10/2023	28	50100	177.92	210	281.59	134.09	e
13	D4 - 20% DE VIDRIO POR ARENA Y 10% DE CENIZA POR CEMENTO - T01	27/09/2023	25/10/2023	28	52000	178.09	210	291.98	139.04	a
14	D4 - 20% DE VIDRIO POR ARENA Y 10% DE CENIZA POR CEMENTO - T02	27/09/2023	25/10/2023	28	51600	179.67	210	287.19	136.76	a
15	D4 - 20% DE VIDRIO POR ARENA Y 10% DE CENIZA POR CEMENTO - T03	27/09/2023	25/10/2023	28	51250	180.74	210	283.55	135.02	b



ICCSA INGENIEROS SAC  
*Rivasplata*  
 RIVASPLATA VASQUEZ VICTOR OCTAVIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 282536

**Anexo 3.10. Resultado de ensayo Análisis Térmico Diferencia (ATD) del bagazo de caña de azúcar.**

**LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.**

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189



**REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL**

SOLICITANTE	: AGREDA CARBAJAL DIANA ARELY
TESIS	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO F'C=210KG/CM2 SUSTITUYENDO CEMENTO Y ARENA GRUESA POR CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR Y VIDRIO MOLIDO
MUESTRA	: CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR
PROCEDENCIA	: AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S.A.A
FECHA DE INGRESO	: 21 DE SETIEMBRE DEL 2023
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

**1. MUESTRA:** Ceniza de bagazo de caña de azúcar (0.5107 gr.)

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
001	500 mg	

**2. ENSAYOS A APLICAR**

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL ATD
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO TGA

**3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG\_DTA\_DSC CAP. MAX 1600°C SETSYS\_EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
- GAS DE TRABAJO – FLUJO: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25 – 920°C
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG

JEFE DE LABORATORIO      ING. CARLOS VALQUI MENDOZA  
ANALISTA RESPONSABLE    ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



**AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL**

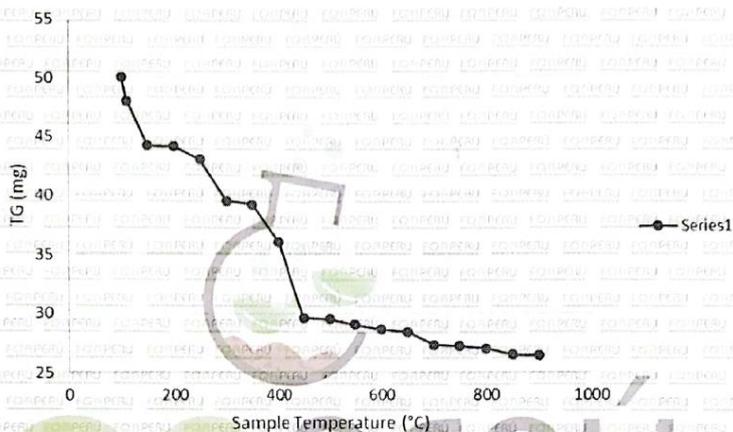
CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632    CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



4. RESULTADOS

c. CURVA TGA Y ATD

CURVA DE PÉRDIDA DE MASA - ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO



4. CONCLUSIONES

- Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la descomposición térmica a través de la pérdida de masa en función a la temperatura indicando una región donde se hace más intensa la pérdida, que se ubica entre 215 y 420 °C, posteriormente la pérdida es gradual. El material llega a perder un aproximado de 19% de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.

  
CARLOS ALBERTO VALQUI MENDOZOLA  
INGENIERO QUIMICO  
CIP 122588



JULIO, 03 DE OCTUBRE DEL 2023

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

## Anexo 3.11. Resultado de ensayo de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X de la ceniza de caña de azúcar.

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189



### REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

SOLICITANTE	: AGREDA CARBAJAL DIANA ARELY
TESIS	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO F'C=210KG/CM2 SUSTITUYENDO CEMENTO Y ARENA GRUESA POR CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR Y VIDRIO MOLIDO
MUESTRA	: CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR
PROCEDENCIA	: AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S.A.A
FECHA DE INGRESO	: 21 DE SETIEMBRE DEL 2023
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

#### 1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

##### CONDICIONES DE LA MEDICION:

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca

BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.

Fuente de rayos x: tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

##### ESTANDAR INTERNACIONAL PARA

CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)

Concentración: lg/l.

#### 2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 0.5166 g de la muestra de ceniza de caña de azúcar, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

#### 3. METODO

- BASADO EN LA NORMA : ASTM C25
- VOLUMETRIA : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

ANALISTA RESPONSABLE

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



4. RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O <sub>2</sub> )	49.39	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	15.42	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	8.18	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2.76	
OXIDO DE POTASIO (K <sub>2</sub> O)	1.63	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	1.08	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2.19	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.15	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>3</sub> )	0.67	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.039	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.014	
PÉRDIDA POR CALCINACIÓN	18.47	

5. DATOS ADICIONALES

TEMPERATURA DE CALCINACIÓN (°C)	850.00 ± 3.5
DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	2.24
TAMAÑO PROMEDIO DE PARTÍCULAS (um)	34.16

MÉTODOS DE ENSAYO:

\*Temperatura de calcinación: Determinación por ensayo al horno.

\*Densidad: Método del picnómetro

\*Tamaño de partícula: Determinación de tamaño de partícula por tamizado

6. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente silíce (Si), Calcio (Ca) y Aluminio (Al) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; fósforo (P), hierro (Fe), potasio (K), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), azufre (S) y zinc (Zn).

  
 CARLOS ROBERTO VALQUI MENDOZA  
 INGENIERO QUÍMICO  
 CIP 122500  
 Trujillo, 03 de Octubre del 2023  


AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

• **Anexo 4. Certificados de calibración - Laboratorio ICCSA ingenieros S.A.C**

**Anexo 4.1. Certificados de calibración Balanza electrónica**



**LABORATORIO DE METROLOGIA**

**CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

RUC: 20606479680

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CA-LM-042-2023**

*Área de Metrología  
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

1. Expediente	0073	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	ICCSA INGENIEROS S.A.C.	
3. Dirección	JR. JOSE MARIA ARGUEDAS MZA. E LOTE. 9 URB. BELLAMAR (FTE. AL COLEGIO ABELARDO QUIÑONES) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE	Los resultados son validos 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 reglamento vigente.
4. Instrumento calibrado	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	
Marca	OHAUS	
Modelo	V11P15	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
N° de serie	90910993	
Identificación	No indica	
Procedencia	China	
Capacidad máxima:	15 kg	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
División de escala (d)	0,002 kg	
Div. de verificación (e)	0,002 kg	
Capacidad mínima	0,04 kg	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Clase de exactitud	III	
5. Fecha de calibración	2023-04-21	

Fecha de Emisión

2023-04-22



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817546 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 22/04/2023 08:40:35-0500

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏠 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-042-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indiciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de materiales de ICCSA INGENIEROS S.A.C. ubicado en Urb. Bellamar Mz J Lt 05 - Nuevo Chimbote.

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	27,0 °C	21,2 °C
Humedad relativa	60 %	61 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 2 kg de clase M1	1492-MPES-C-2022
TOTAL WEIGHT	Pesa de 5 kg de clase M2	CM-4235-2022
TOTAL WEIGHT	Pesa de 10 kg de clase M2	CM-4188-2022

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 15 kg la balanza indicaba 14,994 kg)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud se han determinado de acuerdo a la NMP-003 "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático"
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 10 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a  $0,00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  según el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente cuenta con el último certificado de calibración de la balanza. Donde el máximo error de medición es de -0,0016 kg cercano a la capacidad máxima.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-042-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

### 12. Resultados de la medición

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	27,1 °C	27,1 °C

	Inicial	Final
Humedad	58,0 %	58,0 %

Carga L1		7,5003 kg	
I	ΔL	E	
kg	kg	kg	
7,500	0,0008	-0,0001	
7,500	0,0014	-0,0007	
7,500	0,0010	-0,0003	
7,500	0,0008	-0,0001	
7,500	0,0012	-0,0005	
7,500	0,0012	-0,0005	
7,500	0,0006	0,0001	
7,500	0,0014	-0,0007	
7,500	0,0010	-0,0003	
7,500	0,0014	-0,0007	
Dif Máx. Encontrada		0,0008	
EMP		0,006	

Carga L2		15,0003 kg	
I	ΔL	E	
kg	kg	kg	
15,000	0,0004	0,0003	
15,000	0,0006	0,0001	
15,000	0,0006	0,0001	
15,000	0,0010	-0,0003	
15,000	0,0008	-0,0001	
15,000	0,0006	0,0001	
15,000	0,0004	0,0003	
15,000	0,0006	0,0001	
15,000	0,0006	0,0001	
15,000	0,0008	-0,0001	
Dif Máx. Encontrada		0,0006	
EMP		0,006	

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

3	4
2	5

	Inicial	Final
Temperatura	27,2 °C	27,2 °C

	Inicial	Final
Humedad	59,0 %	59,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>				
	C. mínima kg	I kg	ΔL kg	E <sub>0</sub> kg	Carga L kg	I kg	ΔL kg	E kg	E <sub>c</sub> kg
1		0,020	0,0012	-0,0002	5,000	0,0012	-0,0005	-0,0003	
2		0,020	0,0010	0,0000	5,000	0,0006	0,0001	0,0001	
3	0,0200	0,020	0,0010	0,0000	5,0003	5,000	0,0006	0,0001	0,0001
4		0,020	0,0012	-0,0002	5,000	0,0014	-0,0007	-0,0005	
5		0,020	0,0010	0,0000	5,000	0,0016	-0,0009	-0,0009	
Error máximo permitido ( ± )									0,006

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-042-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	21,3 °C	21,3 °C	Humedad	59,0 %	59,0 %

Carga L kg	Carga creciente				Carga decreciente				EMP kg	
	l kg	ΔL kg	E kg	Ec kg	l kg	ΔL kg	E kg	Ec kg		
E <sub>0</sub>	0,0200	0,020	0,0012	-0,0002	0,0000	0,040	0,0014	-0,0004	-0,0002	0,002
	0,0400	0,040	0,0012	-0,0002	0,0000	0,040	0,0014	-0,0004	-0,0002	0,002
	1,5000	1,500	0,0010	0,0000	0,0002	1,500	0,0012	-0,0002	0,0000	0,004
	3,0000	3,000	0,0010	0,0000	0,0002	3,000	0,0012	-0,0002	0,0000	0,004
	4,0000	4,000	0,0008	0,0002	0,0004	4,000	0,0014	-0,0004	-0,0002	0,004
	5,0003	5,000	0,0001	0,0006	0,0008	5,000	0,0010	-0,0003	-0,0001	0,006
	6,0003	6,000	0,0014	-0,0007	-0,0005	6,000	0,0006	0,0001	0,0003	0,006
	7,5003	7,500	0,0010	-0,0003	-0,0001	7,502	0,0018	0,0009	0,0011	0,006
	9,0003	9,000	0,0008	-0,0001	0,0001	9,000	0,0004	0,0003	0,0005	0,006
	12,0000	12,000	0,0004	0,0006	0,0008	12,000	0,0004	0,0006	0,0008	0,006
	15,0003	15,002	0,0016	0,0011	0,0013	15,002	0,0016	0,0011	0,0013	0,006

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza  
l: Lectura de indicación de la balanza  
E: Error encontrado  
EMP: Error máximo permitido

E<sub>0</sub>: Error en cero  
Ec: Error corregido  
ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,00000087 \text{ kg}^2 + 0,000000015 \cdot R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000038 \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en kg

### 13. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## Anexo 4.2. Certificados de calibración Máquina de ensayo uniaxial (prensa de concreto)



**CALIBRATEC S.A.C.**  
LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-038-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente	0073	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	ICCSA INGENIEROS S.A.C.	
3. Dirección	JR. JOSE MARIA ARGUEDAS MZA. E LOTE. 9 URB. BELLAMAR (FTE. AL COLEGIO ABELARDO QUIÑONES) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE	Los resultados son validos 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 reglamento vigente.
4. Instrumento calibrado	<b>MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA DE CONCRETO)</b>	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PC-1000	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Nº de serie	1114	
Identificación	No indica	
Procedencia	Perú	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Intervalo de indicación	0 kgf a 100000 kgf	
Resolución	10 kgf	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Clase de exactitud	No indica	
Modo de fuerza	Compresión	
5. Fecha de calibración	2023-04-21	

Fecha de Emisión

2023-04-22



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 22/04/2023 09:42:54-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-038-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

### 6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de materiales de ICCSA INGENIEROS S.A.C. ubicado en Urb. Bellamar Mz J Lt 05 - Nuevo Chimbote.

### 8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	27,3 °C	27,3 °C
Humedad relativa	61 %	61 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 150 t con una incertidumbre de 271 kg	INF-LE N° 093-23 B

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### CA-F-038-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

#### 11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón						Error de medición kgf
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios	Promedio kgf	
		Ascenso kgf	Ascenso kgf	Ascenso kgf	Descenso kgf	Ascenso kgf		
10	10000	9951,6	9956,6	9981,6	--	--	9963,3	36,7
20	20000	19978,7	19998,7	20018,7	--	--	19998,7	1,3
30	30000	30005,2	29995,2	29965,3	--	--	29988,6	11,4
40	40000	40006,2	40016,2	40026,1	--	--	40016,2	-16,2
50	50000	49991,5	50001,5	50021,5	--	--	50004,8	-4,8
60	60000	59986,1	60001,1	60011,1	--	--	59999,4	0,6
70	70000	70010,1	70055,2	70045,2	--	--	70036,8	-36,8
80	80000	80063,6	80083,6	80063,6	--	--	80070,2	-70,2
90	90000	90101,4	90126,4	90136,4	--	--	90121,4	-121,4
100	100000	100148,5	100133,5	100148,5	--	--	100143,5	-143,5

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa %
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q %	b %	v %	a %	%	
10	10000	0,37	0,30	--	0,10	--	1,39
20	20000	0,01	0,20	--	0,05	--	0,74
30	30000	0,04	0,13	--	0,03	--	0,54
40	40000	-0,04	0,05	--	0,03	--	0,44
50	50000	-0,01	0,06	--	0,02	--	0,39
60	60000	0,00	0,04	--	0,02	--	0,36
70	70000	-0,05	0,06	--	0,01	--	0,34
80	80000	-0,09	0,02	--	0,01	--	0,33
90	90000	-0,13	0,04	--	0,01	--	0,32
100	100000	-0,14	0,01	--	0,01	--	0,31

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Cero f0
	q %	b %	v %	a %	%
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( f<sub>0</sub> )      0,00 %

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-F-038-2023**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

Página 4 de 4

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventascalibratec@gmail.com](mailto:ventascalibratec@gmail.com)  
🏢 CALIBRATEC SAC

- **Anexo 5.** Solicitud de petición de Bagazo se Caña de Azúcar a la Agroindustria San Jacinto S.A.C

“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

San Jacinto, 12 de setiembre, 2023

**SEÑOR:**

**ROGERS BERMEJO SÁNCHEZ**

**Superintendente de Gestión Humana de Agroindustrias San Jacinto S.A.A  
PRESENTE.-**

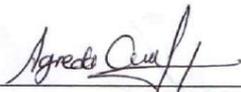
**ASUNTO: Solicito bagazo de caña de caña de azúcar**

Quienes suscriben, DIANA AGREDA CARBAJAL, con DNI N° 70217628, VILLAFANA CCESA RICHARD con DNI N°76049954, siendo de la ciudad de Chimbote, le hacemos llegar nuestros sinceros saludos, y al mismo tiempo para solicitarle lo siguiente:

Que, siendo estudiantes del décimo ciclo de la universidad Cesar Vallejo nos presentamos a Ud. Para solicitarle nos permita brindar el bagazo de la caña de azúcar para realizar nuestros estudios para el proyecto de tesis titulado "Resistencia a compresión, Concreto  $f_c=210\text{Kg/cm}^2$  sustituyendo cemento y arena gruesa por ceniza de caña de azúcar y vidrio molido, Chimbote 2023.

Esperando sea atendido nuestra solicitud y aceptación de la misma nos despedimos de usted, no sin antes reiterarle las muestras de aprecio, y mayor agradecimiento.

Atentamente,



**DIANA AGREDA CARBAJAL**

**DNI N°70217628**



**VILLAFANA CCESA RICHARD**

**DNI N°76049954**

**Adjunto: número de celular : 981138376- 918925954**

**Correo electrónico : [dagredaca10@ucvvirtual.edu.pe](mailto:dagredaca10@ucvvirtual.edu.pe)**

- Anexo 6. Panel Fotográfico



**Imagen 1:** Obtención de bagazo de caña de azúcar de la Agroindustrias San Jacinto S.A.C.

**Imagen 2:** Adquisición de piedra de  $\frac{1}{2}$ " de cantera "La sorpresa".





**Imagen 3:** Adquisición de arena gruesa cantera “La sorpresa”.

**Imagen 4:** Obtención de las botellas de vidrio.



**Imagen 5:** Resultado del vidrio molido, tras la molienda mediante la máquina de los ángeles.



**Imagen 6:** Pesaje de materiales para la preparación del concreto.

**Imagen 7:** Materiales para la preparación del concreto.



**Imagen 8:** Preparación del concreto para una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

**Imagen 9:** Elaboración de del ensayo de asentamiento del concreto o slump.



**Imagen 10:** Elaboración de probetas patrón y con sustitución de vidrio molido por arena gruesa y ceniza de caña de azúcar por cemento.



**Imagen 11:** Elaboración de probetas con sustitución de vidrio molido por arena gruesa y cemento por ceniza de caña de azúcar.

**Imagen 12:** Rotura de probetas patrón mediante ensayo de resistencia a la compresión.





**Imagen 13:** Rotura de probetas con sustitución de 15%VM+5%CCA mediante ensayo de resistencia a la compresión.

**Imagen 14:** Rotura de probetas con sustitución de 15%VM+10%CCA mediante ensayo de resistencia a la compresión.





**Imagen 15:** Rotura de probetas con sustitución de 20%VM+5%CCA mediante ensayo de resistencia a la compresión.

**Imagen 13:** Rotura de probetas con sustitución de 20%VM+10%CCA mediante ensayo de resistencia a la compresión.





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS**

CHIMBOTE, 15 de Diciembre del 2023

Siendo las 10:15 horas del 15/12/2023, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación de Tesis titulada: "Resistencia a compresión, concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , sustituyendo cemento y arena gruesa por ceniza de caña de azúcar y vidrio molido, Chimbote, 2023", presentado por los autores VILLAFANA CCESA RICHARD FERNANDO, AGREDA CARBAJAL DIANA ARELY egresados de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL.

Concluido el acto de exposición y defensa de Tesis, el jurado luego de la deliberación sobre la sustentación, dictaminó:

<b>Autor</b>	<b>Dictamen</b>
DIANA ARELY AGREDA CARBAJAL	(15)Cum Laude
RICHARD FERNANDO VILLAFANA CCESA	

Se firma la presente para dejar constancia de lo mencionado

Firmado electrónicamente por:  
COLCHADOE el 18 Dic 2023 19:58:15

---

EDGAR SERAPIO ESPIRITU  
COLCHADO  
**PRESIDENTE**

Firmado electrónicamente por:  
SLEGENDRE el 19 Dic 2023 00:03:53

---

SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR  
**SECRETARIO**

Firmado electrónicamente por: GHDIAZ el 18  
Dic 2023 19:48:47

---

GONZALO HUGO DÍAZ GARCÍA  
**VOCAL(ASESOR)**

Código documento Trilce: TRI - 0693742

\* Para Pre y posgrado los rangos de dictamen se establecen en el Reglamento de trabajos conducentes a grados y títulos



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Autorización de Publicación en Repositorio Institucional**

Nosotros, AGREDA CARBAJAL DIANA ARELY, VILLAFANA CCESA RICHARD FERNANDO identificados con N° de Docume N° 70217628, 76049954 (respectivamente), estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, autorizamos ( X ), no autorizamos ( ) la divulgación y comunicación pública de nuestra Tesis: "Resistencia a compresión, concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , sustituyendo cemento y arena gruesa por ceniza de caña de azúcar y vidrio molido, Chimbote, 2023".

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo, según esta estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de NO autorización:

--

CHIMBOTE, 21 de Febrero del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Autor</b>	<b>Firma</b>
VILLAFANA CCESA RICHARD FERNANDO <b>DNI:</b> 76049954 <b>ORCID:</b> 0000-0003-3382-4930	Firmado electrónicamente por: RVILLAFANACC el 21- 02-2024 19:24:37
AGREDA CARBAJAL DIANA ARELY <b>DNI:</b> 70217628 <b>ORCID:</b> 0000-0002-7361-7592	Firmado electrónicamente por: DAGREDACA10 el 21- 02-2024 19:20:50

Código documento Trilce: INV - 1448896