



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Título de la Tesis**

“Diseño de un concreto de  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>, con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**AUTORES:**

Ochoa Bustamante, Rubén (<https://orcid.org/0000-0002-2861-3971>)

Vallejos Constantino, Nilson (<https://orcid.org/0000-0001-8412-3638>)

**ASESOR:**

Mtro. Ing. Cornejo Saavedra, Gustavo Ivanovich (0000-0002-7673-5148)

**LINEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño Sísmico y Estructural

**MOYOBAMBA – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

A mis padres y hermanos por ser el motivo de la realización de esta tesis y soporte principal en mi vida, por su comprensión y apoyo, siempre inculcándome valores, principios, fe y confianza.

A mis compañeros y amigos por la ayuda incondicional en buenos y malos momentos, que con sus consejos me dieron aliento y fuerzas necesarias para seguir adelante.

**Nilson Vallejos Constantino**

A mi Familia y a Dios por haberme apoyado en todo momento, por darme esa fuerza para superar mis obstáculos en la realización de esta tesis.

A mis amigos y estudiantes por su apoyo moral y sincero, por estar ahí siempre dándome fuerzas de aliento para seguir Adelante.

**Rubén Ochoa Bustamante**

## **Agradecimiento**

Agradezco en primera instancia a mi formador el Ing. Gustavo Ivanovich Cornejo Saavedra, persona de gran sabiduría, ha estado trabajando duro para ayudarme a llegar a donde estoy.

Agradezco a Dios y a mis padres por la oportunidad que me dieron, no ha sido fácil llegar aquí, pero gracias los conocimientos transmitidos por la Universidad he logrado completar el desarrollo de mi tesis con éxito y obtener una espera titulación profesional.

### **Nilson Vallejos Constantino**

A mis profesores y compañeros de la carrera de ingeniería civil de la universidad cesar vallejo, que compartieron día tras día su tiempo, trabajo y dedicación, para obtener resultados satisfactorios en esta investigación, a todos ellos les doy las gracias profundamente.

A mi Padre que esta el cielo y a mi madre que siempre me apoyaron este largo camino, asimismo agradecer a la universidad cesar vallejo por transmitirme esa formación científica profesionalmente, y obtener una pronta titulación.

### **Rubén Ochoa Bustamante**

## Índice de contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de Tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1. Tipo y diseño de investigación.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2. Variables y operacionalización.....</b>	<b>21</b>
<b>3.3. Población, muestra y muestreo.....</b>	<b>23</b>
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos.....</b>	<b>24</b>
<b>3.5. Procedimientos.....</b>	<b>26</b>
<b>3.6. Método de análisis de datos.....</b>	<b>27</b>
<b>3.7. Aspectos éticos.....</b>	<b>28</b>
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>37</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>49</b>
<b>1. Matriz de Consistencia.....</b>	<b>49</b>
<b>2. Validación de Instrumentos.....</b>	<b>51</b>
<b>3. Informe y ensayos de laboratorio.....</b>	<b>52</b>
<b>4. Actas.....</b>	<b>101</b>
<b>5. Índice de similitud Turnitin.....</b>	<b>102</b>
<b>6. Panel fotográfico.....</b>	<b>103</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla N° 01.</b> Resistencia del cemento tipo I, II, III, IV, V. ....	11
<b>Tabla N° 02.</b> Los requisitos de tamaño de partícula de los agregados finos. ....	12
<b>Tabla N° 03.</b> Requisitos de tamaño de partícula de agregado grueso. ....	13
<b>Tabla N° 04:</b> Gráfica del diseño experimental para la fabricación de las probetas .....	20
<b>Tabla N° 05:</b> Operacionalización de variables.....	22
<b>Tabla N° 06:</b> Detalle del tipo y cantidad de muestras.....	23
<b>Tabla N° 07:</b> Instrumentos .....	25
<b>Tabla N° 08.</b> Caracterización física de los agregados.....	29
<b>Tabla N° 09.</b> Diseño de mezcla en m <sup>3</sup> .....	31
<b>Tabla N° 10.</b> Diseño total de mezcla en kg/m <sup>3</sup> .....	31
<b>Tabla N° 11.</b> Resultados de resistencia a la compresión de concreto estándar y muestras de prueba. ....	34
<b>Tabla N° 12.</b> Costos de los diseños de concreto respecto al convencional .....	35
<b>Tabla N° 13.</b> Diferencia en costos de los diseños de muestras con incorporación de CBCA respecto al convencional.....	36

## Índice de figuras

Figura N° 01: probetas de concreto .....	23
Figura N° 02. Resistencia de probetas. ....	34
Figura N° 03. Costos para diseños de mezcla .....	36
Figura N° 05. Extracción del agregado grueso de la cantera “Rio Naranjillo” .....	103
Figura N° 06. Extracción del material sustituyente (Ceniza de Bagazo de Caña) .....	103
Figura N° 07. Cemento Pacasmayo .....	104
Figura N° 08. Agregado fino ya en laboratorio para realizar sus ensayos correspondientes.....	104
Figura N° 09. Agregados siendo estudiado en pesos previa realización de ensayos.....	105
Figura N° 10. Tamizado de ceniza de bagazo de caña .....	105
Figura N° 11. Elaboración de Diseño de mezclas .....	106
Figura N° 13. Slump del concreto .....	106
Figura N° 14. Probetas del concreto .....	107
Figura N° 15. Curado de probetas.....	107
Figura N° 16. Rotura de probetas .....	108
Figura N° 17. Tipo de rotura de probetas .....	108
Figura N° 18. Peso de probetas previa ruptura. ....	109
Figura N° 19. Informe de laboratorio.....	110

## Resumen

El objetivo principal de este estudio es evaluar la resistencia a la compresión del concreto.  $f'c=250\text{kg/cm}^2$ , incorporando ceniza de bagazo de caña mediante la sustitución porcentual del cemento al 07%, 09% y 11%, para así poder establecer una comparación entre el concreto con diferentes adiciones de ceniza de bagazo de caña y un concreto convencional. Se obtendrá como muestra a 36 probetas de concreto de forma cilíndricas, entre dos grupos experimentales, uno con la mezcla convencional y otro grupo con porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar; los cuales se someterán a un ensayo de compresión realizándose las pruebas a los 7, 14 y 28 días fundamentándose en el Reglamento Nacional de edificaciones. Como metodología de este proyecto de investigación será de tipo aplicada y de diseño experimental. El instrumento que se va a utilizar es la ficha de recolección de datos. Luego de haber realizado los ensayos correspondientes a los componentes de nuestra mezcla y haber adquirido los resultados , llegamos a la conclusión que, al incorporar el 07%, 09% y 11% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en porcentajes por el cemento Portland tipo I, como resultados se obtuvo que los diseños de mezcla al 7% y 9% de ceniza de bagazo de caña supera su resistencia respecto al concreto de control, así mismo ocurre lo contrario con el porcentaje de 11% de ceniza de bagazo de caña de las cuales empieza a disminuir su resistencia a la compresión y acorde a estos resultados entendemos que, a mayor incorporación de ceniza de bagazo de caña, disminuye su resistencia.

Palabras clave: Incorporación, resistencia, compresión, concreto, ceniza.

## **Abstract**

The main objective of this study is to evaluate the compressive strength of concrete.  $f'c = 250\text{kg / cm}^2$ , incorporating cane bagasse ash by means of the percentage substitution of cement at 07%, 09% and 11%, in order to establish a comparison between concrete with different additions of cane bagasse ash and a conventional concrete. 36 cylindrical concrete specimens will be obtained as a sample, between two experimental groups, one with the conventional mixture and another group with percentages of sugarcane bagasse ash; which will be subjected to a compression test, the tests being carried out at 7, 14 and 28 days based on the National Building Regulations. The methodology of this research project will be applied and experimental design. The instrument to be used is the data collection sheet. After having carried out the tests corresponding to the components of our mixture and having acquired the results, we reached the conclusion that, by incorporating 07%, 09% and 11% of sugarcane bagasse ash in percentages by Portland cement type I, as results it was obtained that the mix designs at 7% and 9% of cane bagasse ash exceeds its resistance with respect to the control concrete, likewise the opposite occurs with the percentage of 11% of cane bagasse ash of which its resistance to compression begins to decrease and according to these results we understand that, with greater incorporation of cane bagasse ash, its resistance decreases.

Keywords: Incorporation, resistance, compression, concrete, ash.

## I. INTRODUCCIÓN

En la realidad problemática, para el ámbito internacional se presenta debido a que, durante muchos años, la industria azucarera genera una gran cantidad de desechos cada año, incluida la denominada ceniza de bagazo (CBCA), que se produce por la combustión de subproductos, que pueden contaminar el aire y afectar la salud cuando se dispersan en el medio ambiente. En humanos, una serie de estudios han concluido que la CBCA tiene El alto porcentaje de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) y alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) proporciona excelentes funciones puzolánicas y puede usarse como un sustituto parcial del cemento Portland, estableciendo un sustituto útil que simboliza beneficios duales, por una parte, valoriza un desperdicio y por la otra parte, ayuda a reducir los gases de efecto invernadero emancipados en el periodo mientras la fabricación de cemento. (0.85 kg  $\text{CO}_2$ / kg cemento), teniendo en cuenta la enorme contaminación producida por la industria del cemento, esta es una propuesta interesante. Según los datos de "International Cement Review", la producción total de cemento alcanzó a nivel mundial los 3.300 millones de ton. en 2010 (Inter cement, 2010). El uso del concreto armado en la ingeniería de la construcción y la infraestructura ha jugado un papel muy importante, pero no resulta económico para las personas que pretenden brindarle funciones, precisamente, en los Estados Unidos, se refleja que cada año se gastan aproximadamente 20 millones de dólares en mantenimiento estructural (Vidal, 2014). La utilización en los procesos de elaboración de materiales de construcción prácticos, la energía y otros tipos de recursos suelen ser no renovables, por lo que esto nos obliga a explorar nuevos recursos renovables, como los residuos industriales o agrícolas. (Ponce, Huamani y Sánchez, 201). En distintos países se han avanzado con nuevas formas de construcción y los materiales están desarrollados a la delantera de un avance tecnológico, sin embargo, en el siglo XXI, la industria de la construcción se ha transformado en una fuente importante de ingresos sustanciales para todo el país, especialmente en los países subdesarrollados para esto decidimos evaluar el método para reemplazar el cemento con la composición de cenizas del bagazo de *saccharum officinarum* (a menudo llamado caña de azúcar) por lo que hay un gran porcentaje de residuos que conocemos hoy en día y lo cual logra convertirse en una beneficiosa fuente de

producción de sílice (Chimioque y Villegas, 2019, p.1). Así también la promoción de nuevos materiales de construcción ha alcanzado un pico importante actualmente en varios países del mundo, principalmente debido a materiales bien frecuentes de uso común que producen impactos ambientales dañinos, el aumento sustancial de recursos de energía requerido para obtenerlos son en su gran mayoría irrecuperables, aumentando sus emisiones de fabricación; esto motivó a investigar nuevos principios que puedan alcanzar a reemplazar o la integración de parte de ciertos materiales es un problema de subproductos agrícolas e industriales. Estos subproductos suelen provenir de diferentes lugares y constituyen residuos por la obtención de diferentes productos (Jiménez, 2016, p.12).

En el Perú indican que, es importante señalar que, en todo tipo de proyectos de construcción, el uso de concreto es fundamental porque contiene cemento, agua y agregados, por lo que a medida que se desarrolla este proyecto se busca aquellos concretos con las siguientes características mejoradas tales como: duradero, de alta calidad, más confiable y, lo más importante, este es un proyecto que contribuye al impacto ambiental (Chimioque y Villegas, 2019, p.1). Es importante destacar que, hoy en día la construcción tanto en los sectores rurales y urbanas, continúan utilizando para la ingeniería civil los mismos materiales de concreto tradicionales para la ejecución de trabajos en construcción civil, de modo que nos hace pensar que dejamos de lado el concepto de innovación tecnológica (Mariano, 2019, p.2). Existen 3 zonas productoras de azúcar, Tumán, Pomalca y Pucalá que pertenecen a Lambayeque que son la fuente contaminante en dicho departamento (RPP, 2017 pág. 6). La producción promedio anual de azúcar en el país es de 10 millones de toneladas y 800.000 toneladas, se encuentra en la región La Libertad con un aforo de producción con más de cinco millones de toneladas, mientras que la región Lambayeque supera los tres millones de toneladas, en 2017, la industria azucarera fusionó 13,550 hectáreas en el proyecto Olmos, y planean procesar 10,000 toneladas de este producto por día a través de la nueva planta (Grupo GLORIA).

En la actualidad, en la ciudad de Moyobamba; son escasos los estudios de resistencia del concreto diseñado con agregados normales adicionando un porcentaje de CBCA, puesto a que se hace uso del concreto normal y no es hay interés en estudios de posibles tipos de concreto que brinden más resistencia y por consiguiente soportar mayores cargas en las estructuras, teniendo en consideración que el bagazo de caña es un material orgánico residual, al mismo tiempo también con excelentes propiedades como el sílice y además es un material que aún no se ha definido usos y estar expuesto en grandes cantidades al medio ambiente pone en riesgo el medio ambiente, se pretende con esta investigación el uso del bagazo de caña en ceniza para incrementar el esfuerzo a compresión del concreto, produciendo nuevas maneras para el mejoramiento de concreto con propiedades más resistentes, debido a la composición química de las fibras de *saccharum officinarum*, el cemento se puede reemplazar parcialmente para compostura del concreto o asegurar concreto de buena calidad, contribuirá de gran aporte a la tecnología porque se centra en probar las propiedades mecánicas del hormigón a través de pruebas de estudio o ensayos y en los últimos años, se han desarrollado rápidamente nuevos materiales de construcción en todo el mundo; el impacto ambiental de los materiales tradicionales como la energía utilizada en la producción, es mayoritariamente no renovable excepto por las emisiones generadas durante el proceso de producción, lo que impulsa a las personas a buscar nuevos materiales (Chimioque y Villegas, 2019, p.10).

Asi mismo, en nuestra investigación presentamos la siguiente alternativa, incorporar el 7%, 9% y 11% de Ceniza de bagazo como sustituto parcial del cemento Portland, por lo tanto, puede aumentar la resistencia a la compresión y alcanzar hormigón  $f'c = 250 \text{ kg / cm}^2$ . usando un agregado tirable, además tener menos costo en comparacion con el concreto convencional, ya que se utilizará ceniza de bagazo en como reemplazo porcentual del cemento Portland.

Bajo los argumentos antes mencionados se formuló el siguiente problema general: ¿Es posible mejorar la resistencia del concreto  $f'c=250\text{kg/cm}^2$ , incorporando ceniza de bagazo, Moyobamba, 2021?

En descomposición tenemos los problemas específicos: ¿ Cuáles son las propiedades físicas y químicas de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, para la elaboración del concreto de  $f'c=250\text{ kg/cm}^2$ , Moyobamba, 2021?, ¿Cuál es el diseño de mezclas para un concreto de  $f'c=250\text{ kg/cm}^2$  con incorporación de ceniza de bagazo de caña al 0%, 7%, 9% y 11%, Moyobamba, 2021?, ¿ Cuáles serán los resultados de la resistencia a la compresión incorporando de bagazo de caña de azúcar en un concreto de  $f'c=250\text{ kg/cm}^2$ , para periodos de tiempo de 7,14 y 28 días, Moyobamba, 2021?; y en comparación con el concreto convencional de alta resistencia, ¿ Cuál será el costo unitario para la elaboración de un metro cubico del concreto convencional  $f'c=250\text{ kg/cm}^2$  y con incorporación de la ceniza de bagazo de caña, Moyobamba, 2021?.

Posteriormente esta investigación de estudio se justifica teóricamente: Tiene su importancia para lo teórico el presente proyecto, debido a que servirá en consolidación teorías relacionadas al tema que serán de gran ayuda para poderse hacer comparaciones con nuevas oportunidades en teorías relacionadas al tema que servirán para comparar con otras investigaciones acerca de este tipo de material que sirve para mejorar el esfuerzo a compresión. Mediante la intervención del procedimiento de ensayos en el RNE Concreto Armado E.060, NTP-339.034, los materiales se regirán ACI y ASTM C150-07, definición Normada para Cemento Portland, de tal manera que nos da como muestra las normas técnicas ya constituidas y además la ASTM C – 39 procedimiento de prueba regularizado para el esfuerzo a compresión del concreto. En cuanto a la justificación práctica, para su desarrollo se elaborarán 36 probetas cilíndricas de 6" x 12" de dimensiones. Estarán conformados en un solo grupo: por ende, que 9 probetas se tendrán en su contenido al 100% de cemento y las otras probetas tendrán cemento + ceniza de bagazo de caña (7%, 9% y 11% del cemento), que después de curar en agua durante 7 días, 14 días y 28 días, los resultados se obtendrán mediante la prueba de esfuerzo

a compresión. Por otra parte, en la justificación por convivencia, se pone a disposición al concreto como principal constituyente para uso en las construcciones y proponemos una nueva innovadora alternativa de solución y por consiguiente económica. En cuanto a la justificación social del proyecto; esto beneficiará a la industria de la construcción porque aumentar el contenido de cenizas, aumentará la resistencia del concreto de cemento Portland expuesto a sobrecargas en la zona sísmica de Moyobamba, reduciendo así los costos de mantenimiento y reparación, extendiendo la vida útil de las estructuras. Además, la ceniza es un método alternativo para reducir la proporción de cemento súper resistente en la combinación, de modo que la producción de cemento se reducirá, para reducir la contaminación por (CO<sub>2</sub>) en el medio ambiente. Finalmente, se propone un argumento metodológico porque se utilizarán herramientas de desarrollo como técnicas de observación y formatos de prueba para generar datos sobre el incremento del esfuerzo a compresión del hormigón mediante adición de CBC, que se puede utilizar como guía para futuras investigaciones. Se plantearon los objetivos en la investigación.

Sobre el propósito de la investigación, como objetivo general se propuso lo siguiente: Evaluar la resistencia a la compresión del concreto  $F'c=250 \text{ kg/Cm}^2$ , incorporando ceniza de bagazo de caña, Moyobamba, 2021. A fin de lograr su cumplimiento, se plasman los siguientes objetivos específicos: Determinar las características químicas y físicas de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, para la elaboración del concreto de  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ , Moyobamba, 2021, Determinar el diseño de mezclas para un concreto de  $F'c=250 \text{ kg/Cm}^2$ , incorporando ceniza de bagazo de caña al 0%, 7%, 9% y 11%, Moyobamba, 2021. Conocer los resultados de la resistencia a la compresión incorporando de bagazo de caña de azúcar en un concreto de  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ , para periodos de tiempo de 7, 14 y 28 días, Moyobamba, 2021 y por último Determinar el costo unitario de un metro cubico del concreto convencional  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$  y el concreto incorporando ceniza de bagazo de caña, Moyobamba, 2021.

Finalmente se formuló la hipótesis general: La incorporación de la ceniza de bagazo de caña, mejora la resistencia del concreto  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>, Moyobamba, 2021.

Simultáneamente se presentan las hipótesis específicas, Las características físicas y químicas de la ceniza de bagazo de caña ayudarán en la elaboración del concreto de  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>, cumplirán la granulometría especificada, Moyobamba, 2021. La incorporación al 0%, 7%, 9% y 11% de ceniza de bagazo de caña, mejorará la resistencia del concreto de  $F'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>, Moyobamba, 2021. Los resultados de resistencia a la compresión de 7 días, 14 días y 28 días son los mejores según el estándar, Moyobamba, 2021. El costo unitario de un metro cubico de concreto incorporada ceniza de bagazo de caña es accesible, con respecto al concreto convencional, Moyobamba, 2021.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

Teniendo en cuenta el hecho de que la resistencia del hormigón  $f'c= 175$  kg/cm<sup>2</sup> es muy relevante para las investigaciones nacionales e internacionales. Se mencionan como antecedentes a los siguientes artículos internacionales a IZQUIERDO J, ALVAREZ M y ROJAS M. en su artículo “Uso de la ceniza de bagazo de caña (CBC) como sustituto parcial del cemento portland, Colombia” (2019), concluyeron que: Según las características químicas del CBC, tiene un elevado contenido de sílice, 70% en promedio. Otro parámetro importante es el tamaño de las partículas, por lo que puede ser necesario moler de antemano; dicho esto, hace a que el material contenga una gran cantidad de actividad puzolánica cercana al 100% a los 28 días. lo que hace viable el uso en la construcción como adición mineral para el cemento Portland, ya sea en concretos de mayores prestaciones o de resistencia normal. También Berenguer R, Nogueira F, Marden S, Barreto E, Helene P. y De Melo A. en su revista “La influencia de las cenizas de bagazo de caña de azúcar como reemplazo parcial del cemento en la resistencia a la compresión de los morteros” (2018) en Brasil, concluyeron que: La resistencia a la compresión del mortero de ceniza de

bagazo incrementó en un 8% a los 91 días, en tanto la resistencia a la compresión del mortero sin relevo fragmentario de la calidad del cemento Solo el 5% de la misma edad; Estos productos fomentan el uso de bagazo en polvo como reemplazo parcialmente el cemento en diversas aplicaciones en el mundo de la ingeniería de la construcción, y tiene un atributo complementario de producir varios efectos secundarios fundamentales y valiosos. (A) Aminorar el impacto del medio ambiente. Una vez limpiado, este tipo de residuos agrícolas industriales creará un entorno en el entorno natural y (B) reducir el consumo de cemento, reduciendo así gravitatoriamente las dispersiones de CO<sub>2</sub> por ton. de cemento obtenida.

Por otra parte, Según Ojeda-Farías, J.M. Mendoza-Rangel, M. A. Baltazar-Zamora en la revista, "Influencia de la inclusión de CBCA sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo sub rasante" (2018), concluyeron que la sustitución parcial del 25% de CPC por SBCA se puede establecer como un óptimo porcentaje sobre un suelo de arena granular, debido a un excelente comportamiento en la resistencia a la compresión, compactación, CBR, teniendo un comportamiento semejante al suelo con 100% cemento, este conduce a un uso viable de SCBA como una sustitución parcial de la mejora mecánica del suelo. Además, El uso de SCBA como material único en la mejora del suelo granular muestra un aumento de la resistencia de suelo en condiciones confinadas, como la prueba de CBR, se logra como el caso de 5% y 7% de CBR valores que satisfacen la especificación del material base.

A su misma vez A.F Ruiz, C,J Peñaranda, G. Fuentes y M.D Semprum (2020) en su artículo denominado "Análisis comparativo de resultados en el uso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como material sustituyente del cemento portland en el concreto" concluyeron no se recomienda utilizar la ceniza de bagazo de caña en porcentajes de 20 y 40% adecuado a su reducida resistencia a la compresión, no se puede reemplazar al cemento Portland y usarse para hacer mezclas de concreto estructural. También menciona que las cenizas que se tomó como muestra requirieron un tratamiento térmico a 700° C de temperatura para aumentar sus propiedades puzolánicas y su reactividad ante el cemento.

Finalmente mencionamos a CAMARGO M, Pamela. En su revista “Rendimiento de hormigón producidos con la incorporación de ceniza de bagazo de caña” (2016), Brasil. Concluye que la determinación de difracción de la CBC manifestó máximos de estructura cristalina y asimismo mostró desviaciones del ángulo basal ( $2\theta$ )  $20^\circ$ , sugiriendo la presencia de una pequeña cantidad de material amorfo. Es necesario elaborar otras pruebas, tales como de análisis térmico para comprobar la actividad puzolánica del material. Se puede determinar que conforme se agrega CBCA aumenta el porcentaje de reemplazo, aumentando así su resistencia a compresión.

Por consiguiente, a nivel nacional mencionamos a CORDOVA H. y PASTOR Simón (2018), en la ciudad de Chiclayo - Perú, en su revista de investigación y cultura – Universidad Cesar Vallejo “Ceniza de bagazo de caña en la resistencia a la compresión del concreto”. Concluyeron que las proporciones 20% y el 40% de CBCA alcanzaron resistencia a compresión menos que en resistencia diseñada, que es 43,93% al séptimo día y el 22,62% al día 28 de curado. También mencionan que los resultados solo mostraron diferencias significantes a los 28 días de curado y por otra parte que las proporciones de 20% y 40% de CBC no se puede utilizar como sustituto parcial del cemento.

Cabe recordar que es de gran valor mantener una conexión con los antecedentes al momento de agregar la ceniza de bagazo como agregado cementante al concreto con porcentajes (CBCA) integrando porcentajes de cemento siempre en cuando se haya ejecutado el reemplazo en menos proporciones de porcentajes como el 7%, 9% y 11% incluyendo las proporciones de concreto que emitan resistencias establecidas por el ACI 211, disminuyendo el costo en su elaboración por  $1m^3$  de concreto.

Por su parte Arana Yoplac (2018) Chachapoyas ,Peru; en su investigación “Ceniza de bagazo de caña de azúcar como sustituto parcial de cemento portland en la elaboración de concreto  $f'c=210$  kg /  $cm^2$ ”, el autor resumió

la investigación de resistencia a la compresión del hormigón  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  en su investigación, que se utilizó bagazo añadidas con 6%, 8% y 10% en peso de cemento respectivamente, señala que los efectos del ensayo a compresión a los 28 días de curado, entre los cuales el mayor valor de aumento de resistencia a compresión representan el 12.39%, El 16,61% y el 11,71% se basan en la resistencia de las muestras convencionales, y los porcentajes de reemplazo son 6%, 8% y 10%, cosecutivamente.

Asimismo, Pastor Simón (2017), Trujillo Perú, en su investigación "*Efecto de la ceniza de bagazo de caña en la resistencia a la compresión del concreto*" desarrolló su investigación con la finalidad de determinar si la CBCA de Casa Grande Agroindustrial Company como mezcla de concreto, aumentará la resistencia a la compresión del hormigón, Para lo que se han realizado aplicaciones, experimentos y diseños de investigación proyectado. De esta manera, realizo un diseño de investigación de tipo aplicativa, experimental y proyectiva. De esta manera, cuando se agrega CBCA a la mezcla de concreto en una proporción de porcentaje de masa, la proporción de cemento es 10%, 20% y 25%. Utilizando cemento tipo Pacasmayo I, la resistencia de diseño patrón de  $210 \text{ kg / cm}^2$ . Estos ensayos están comprimidos en 7, 14 y 28 días, al mismo tiempo se realizaron pruebas y dado que el contenido actual de sílice en la ceniza es bajo, se puede verificar que la mezcla estándar es más resistente a la compresión que el cemento con CBCA. En este sentido, se concluye que adicionar CBCA no favorece la mejora en la resistencia del concreto. a nivel regional o local, asimismo Balladares Uriarte e Ramírez Villacorta, Tarapoto 2020 , en su tesis de investigación "Diseño de concreto empleando cenizas de bagazo de caña de azúcar para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto 2020" , estos autores concluyen su tesis planteando distintas proporciones de CBCA, Se utiliza para preparar hormigón para incrementar la resistencia a la compresión y obtener mejor diseño con resistencia  $f'c = 210\text{kg / cm}^2$ , estos autores añadieron la proporción de cenizas del bagazo se compara con el hormigón y el hormigón tradicional fragmentado, incorporado a su uso del 5%, 10% y 15% de ceniza en los testigos, Del

mismo modo la conclusión que obtuvieron en un periodo de días de curado de 7, 14 y 28 días fueron satisfactorios a los 14 días debido que se ha empleado las cenizas como aditivo, también en el periodo del curado de los testigos obtuvieron respuestas tanto en el cemento y en el agua, poniéndose en un estado rígido corto en el agua, de la misma forma, mediante el ensayo de rupturas con la muestra hidráulica se verifica la resistencia a la compresión, y el resultado es superior a 210 kg / cm<sup>2</sup>..

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Concreto**

#### **2.2.1.1. Definición**

El concreto se compone de cemento, áridos gruesos, el agregado fino y el agua deben suministrarse en una cantidad adecuada para lograr una buena resistencia.

Es un material que contiene una mezcla de agregados, cemento, agua y agentes adictivos opcionales, la resistencia a conseguir dependerá de la proporción individual de estos materiales, lo que lo transforma en un elemento ideal para usos requeridos (Art. Aceros Arequipa, 2018, p.1).

#### **2.2.1.2. Materiales**

##### **2.2.1.2.1. Cemento**

Según la NTP 339.047, es una composición de arcilla y piedra caliza, triturada a alta temperatura y adicionada con yeso, al tener contacto con el agua puede combinar grava y fragmentos de arena para formar una sola piedra sólida o artificial. Famoso por el nombre de concreto hidráulico (Araujo, 2019, p. 12).

El cemento Portland se obtiene mediante pulverización de Klínger que contiene sulfato cálcico, y además permite la adición de otras sustancias que no afectan la calidad de la misma (Rivera, 2009, p.18).

**Tabla N° 01. Resistencia del cemento tipo I, II, III, IV, V.**

Tipos de cementos Portland	Resistencia a la compresión [%]			
	3 días	7 días	28 días	3 meses
I. Uso general	100	100	100	100
II. Rectificado	85	89	96	100
III. Alta resistencia preliminar	195	120	110	100
IV. Bajo calor	-	36	62	100
IV. Aguante al sulfato	67	79	86	100

**Fuente:** Extraído de Ingeniería Civil (2018), “Tipos de Cemento Portland”

#### 2.2.1.2.2. Agua

El agua de uso en la mezcla y posterior cuidado del hormigón debe ser potable.

Si el agua no contiene proporciones nocivas de aceite, ácido, sal y materia orgánica que puedan dañar el hormigón y el acero, puede utilizar agua no apta para el consumo humano.

La elección de la proporción de mezcla de hormigón se basa en la prueba de la fuente de agua utilizada. (Pastor, 2017, p. 23).

#### 2.2.1.2.3. Agregados

Se nombra como un agregado de materia compuesta de fuentes naturales o artificiales. También se denominan áridos, y estos componentes se adhieren al agua y a los aglutinantes (cemento, cal, etc.) que componen el hormigón y el mortero. Además, es importante porque ocupa el 75% del volumen de una mezcla convencional (Ochoa, 2028, p.28).

- **Agregado fino**

Según la (NTP 400.011) se sustenta que Son partículas naturales o descompuestas artificialmente que pasan por un tamiz de 3/8 " (9.5 mm).

**Tabla N° 02.** Los requisitos de tamaño de partícula de los agregados finos.

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
9.5 mm (3/8 in.)	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 µm (N° 30)	25 a 60
300 µm (N° 50)	05 a 30
150 µm (N° 100)	0 a 10

**Fuente:** NTP 400.037

- **Agregado grueso**

Los agregados gruesos son materiales que “no pasan el tamiz estándar N°4, es decir, de (4,75 mm), provenientes cuando la roca sufre una desintegración mecánica o natural.

Requisitos de tamaño de partícula: La clasificación del agregado grueso debe estar en el rango de las especificaciones de la norma NTP 400.037.

**Tabla N° 03. Requisitos de tamaño de partícula de agregado grueso.**

Tamaño nominal	Cantidades mas finas que cada tamiz de laboratorio (aberturas cuadradas), % en peso												
	4" 100 mm	3½" 90 mm	3" 75 mm	2½" 63 mm	2" 50 mm	1½" 37.5 mm	1" 25.0 mm	¾" 19.0 mm	½" 12.5 mm	⅜" 9.5 mm	No. 4 4.75 mm	No. 8 2.36 mm	No. 16 1.18 mm
3½" a 1½"	100	90-100	-	25-60	-	0-15	-	0-5					
2½" a 1½"	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5					
2" a No. 4	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5		
1½" a No. 4	-	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5		
1" a ¾"	-	-	-	-	-	100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5		
1" a No. 4	-	-	-	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5	
¾" a No. 4	-	-	-	-	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5	
2" a 1"	-	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5				
1½" a ¾"	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5			
1" a ¾"	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-10	0-5			
¾" a ¾"	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	0-5		
1½" a No. 4	-	-	-	-	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5	
¾" a No. 8	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0-10	0-5

**Fuente:** ASTM C – 33

### 2.2.1.3. Tipos de concreto

#### 2.2.1.3.1. Concreto simple

El concreto simple según la Norma E 060 (2006), solo está conformado por cemento, agregado y agua, mas no tiene en su estructura algún refuerzo compuesto (Norma E. 0.60, 2006, p. 242).

#### 2.2.1.3.2. Concreto armado

Este concreto contiene componentes que pueden fortalecer la estructura cuando se forma, mientras soportan la carga cuando actúan uno y otro, la norma específica la cantidad que puede incluirse en el diseño (Norma E 060, 2006, p. 242).

**2.2.1.4. Características mecánicas del concreto,** puede variar su composición considerablemente. Por lo tanto, para una estructura en particular es económico usar un concreto con propiedades exactas requeridas, incluso si es débil (Frederick, 1992). Art (De arkitektura, 2019), normativa del concreto de alta resistencia emplea la norma E.060.

#### 2.2.1.4.1. Propiedades en fresco

- **Trabajabilidad.** - Es la conveniencia de manipular el hormigón sin perder uniformidad, dependiendo del tamaño y diseño de la estructura a construir. Esta propiedad generalmente se puede determinar mediante una prueba de asentamiento. (Rivera, 2013, p. 30).

Los siguientes agentes que vienen a intervenir son:

- La cohesividad. Esta es la capacidad que debe tener el concreto con fin de mantenerse estable.
- La plasticidad: Es la capacidad del hormigón para variar su forma en un estado fresco sin destruirse a sí mismo.
- Compactibilidad: Es una simple compresión de hormigón en estado fresco.
- Movilidad: El fácil flujo del hormigón puede lograr la forma y llenar los huecos del encofrado que lo contiene (Ochoa, 2018, p. 38, 39).
- Exudación: En este caso, el agua sube a la superficie de la mezcla y puede provocar grietas por contracción. Para solucionar este problema, se pueden utilizar más materiales que contengan inclusiones de aire o cemento. (Gutiérrez, 2003, p. 51).

#### 2.2.1.4.2. Propiedades en seco

- **Elasticidad:** Tiene la capacidad de expandir su tamaño sin ser permanente y tiene un vínculo tensión-deformación. (Riva, 1992, p. 42).
- **Resistencia:** Esta característica es una de las principales características del hormigón, ya que no se rompe bajo presión o fuerza externa. (Riva, 1992, p. 36).
- **Durabilidad:** Es la capacidad de tolerar el aire libre sin cambiar sus características estructurales. (Riva, 1992, p. 38).

#### **2.2.1.4.3. Procedimiento de elaboración**

Para el proceso consiste en mezclar los agregados previamente haberlos realizados estufados de calidad. Este proceso consiste en agregar cemento al agregado seguidamente de agua hasta que se forme una masa uniforme, se debe hacer a máquina o manualmente según el caso requerido. Se necesitará cemento de uso convencional, arena de albañilería como agregado fino, grava, piedra caliza y agua.

#### **2.2.1.5. Esfuerzo a compresión**

Se puede determinar al dividir la carga axial máxima soportada de un elemento por la relación entre el área de acción de la misma fuerza y expresado en terminaciones de esfuerzo, se usa con mayor frecuencia en kg/cm<sup>2</sup>, MPa y algunas ocasiones en lib/pulg<sup>2</sup> (psi). Universalmente este ensayo es notorio para definir la resistencia a compresión, se realiza en probetas de tipo cilindro realizadas en un molde exclusivo con un diámetro de 15 cm y de 30 cm de alto, las normas NTC 550 y 673 controlan los procedimientos de preparación de estas probetas estándar. (Osorio, 2020 p.4), la resistencia máxima de una muestra de hormigón medida bajo carga de compresión axial y expresada como la fuerza por cantidad de superficie del corte transversal. Este resultado se obtendrá en laboratorio cuando apliquemos una fuerza axial que actúe sobre un área específica a la muestra diseñada, por lo que se obtuvo la presión (kg/cm<sup>2</sup>) que la muestra permite mantener el planteamiento de mezcla específico. (Argos, 2013 pág. 2).

#### **2.2.1.6. Ventajas del concreto**

Su variabilidad, que permite obtener la forma deseada, la posibilidad de fabricarlo y utilizarlo para diferentes requerimientos en obra, la ocupación de materiales locales, incluyendo agua y agregados, la conexión de componentes estructurales, aguante al fuego fuerte y clima, resistencia alta a la intemperie. (Rivva, 2000, p. 25).

### **2.2.1.7. Desventajas del Concreto**

No hay un buen control de calidad ni una dosis para ello. Por otro lado, el hormigón es un material con ciertas inconsistencias (Gutiérrez, 2003, p. 33).

### **2.2.2. Ceniza de Bagazo de Caña**

En el campo de construcción, la ceniza siempre ha sido un elemento considerable, porque según los constructores antiguos atribuyéndole cal da como resultado un material cementoso de ceniza volcánica, que puede producir hormigón más fuerte, incluso para sectores hidráulicos. “La ceniza de bagazo es un residuo agrícola inorgánico producido por la industria azucarera y la industria del etanol, cada tonelada de bagazo quemada puede producir 25 kg de ceniza” (Diana V. Vidal, 2014 p. 21).

#### **2.2.2.1. Fabricación de la Ceniza**

Su generación suele ocurrir de manera mecánica o manual, en caso que sea manual la caña de azúcar debe ser cortada por trabajadores y se debe usar protectores para evitar posibles cortes de las hojas de la caña de azúcar que se puede generar, y luego transportada en camión hacia la fábrica respectiva de la región y así proceder a su debida transformación, lo cual se muele, se separa el jugo del bagazo y se envía al horno para proporcionar vapor y electricidad, se convierte en ceniza durante el proceso de combustión y permanece en el fondo del horno.

#### **2.2.2.2. Propiedades físicas de la CBCA**

Esta ceniza suele estar en forma polvo muy suave y muy fino, el color es casi claro, y sus propiedades físicas dependen de muchos elementos, los más destacados son: **humedad**, para el contenido de humedad dependerá de la forma en que se guarde luego de que la CBCA salga del horno y para utilizar estas cenizas, es recomendable recolectarlas lo más seco factible para minimizar la humedad; La **densidad** química y física se alcanza de la masa en cierta cantidad y

volumen de materia; en cuanto a la mediana densidad es la correlación ocupa entre el volumen y la masa del objeto; **peso específico:** llamamos peso específico al vínculo mutuo entre el peso y el volumen de tal materia, así mismo la proporción de ceniza es la relación entre masa y peso, tal es así que se hará uso de cálculos con fin de realizar el registro y mezclas de diseño; **medida de la partícula de CBCA:** es la propiedad más relevante en la muestra y se realiza utilizando un tamiz estándar para el contenido de cenizas, esto nos permite conseguir la medida media de fracción de la ceniza, ya que de los 0.150 mm máximo obtenidos directamente del horno pasan a través de una malla No. 100; **color:** el color de la ceniza suele ser gris o negro debido a la existencia de óxido en su composición, también exhibe una tonalidad marrón. **Módulo de finura;** Indica la fineza referente de la ceniza y determina el porcentaje acumulado del total retenido en 100 mallas en el cribado dividido por 100, mejor dicho, un índice bastante aproximado que nos describe la cantidad de partículas finas o gruesas que tenemos y que lo constituyen de una manera rápida y efectiva; siendo este en un porcentaje de 1.43% según los ensayos realizados en laboratorio. (Idrogo, 2018, p. 19-20).

### **2.2.2.3. Propiedades químicas de la CBCA**

incineración, propiedades amorfas / cristalinas y composición química son algunos de los parámetros que ocurren en la reacción puzolánica de cenizas.” La conclusión es que, debido al elevado volumen de sílice amorfa en el bagazo, tiene actividad puzolánica. (Jorge, 2015 pág. 12);

Así que, por su contextura química, la ceniza de bagazo posee un alto espacio de elementos puzolánicos, como (SiO<sub>2</sub>) dióxido de silicio y demás óxidos que provocan movimiento puzolánico. (Jorge, 2015 pág. 20).

Por otra parte, un estudio realizado en una fábrica de azúcar del Valle del Cauca, Colombia, el estudio se realizó utilizando tres tipos de cenizas de bagazo CBC-1, CBC-2 y CBC-3 obtenidas de horno a temperaturas entre 700 y 900 °C. también utilizaron tamices #140, #170 y #200 para el proceso de lavado y tamizado para que no queden residuos en el material. Del mismo modo los componentes químicos de la CBCA son:

**Dióxido de silicio o sílice, (SiO<sub>2</sub>)** es una composición de oxígeno y silicio, generalmente llamada dióxido de silicio. Según estudios químicos previos, su contenido de cenizas en bagazo supera el 50% (UNC, 2012 pág. 77);

**Óxido de aluminio**, este agregado estructura el cuarzo y sus especies, su expresión molecular es Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Es parte de los ingredientes de la arena; comúnmente su contenido medio en ceniza de bagazo es de 8 %. (UNC, 2012 pág. 77).

**Óxido férrico**, es una mezcla química formada por oxígeno y hierro, la expresión molecular es Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y se llama hematita en su estado natural; tiene un gran poder destructivo y su contenido medio en bagazo es del 7%. (UNC, 2012 pág. 77).

**Óxido de calcio**, La cal conocida como cal viva, se refiere a todas las dimensiones físicas posibles de óxido de calcio (CaO). Está calcinado a partir de roca caliza y el contenido medio en ceniza de bagazo es del 3%. (Otero, 2011, p. 20).

**Óxido de magnesio** en un 3.5% en la ceniza.

**óxido de potasio** en un 5%.

**óxido de sodio** con 2.5% en promedio.

**óxido de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y óxido de azufre (SO<sub>3</sub>)** (ECURed, 2018).

#### 2.2.2.4. Rentabilidad

productos positivos logrado al utilizar Ceniza:

- a) Preservar energía.
- b) Reducir el consumo de materia prima.
- c) Ayudar con el cuidado del medio ambiente.
- d) Disminuir el porcentaje de residuos volantes.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

La observación en la investigación optimiza el desarrollo de métodos, tecnologías, medios o materiales porque sigue los pasos ineludibles en el desarrollo de investigación y es ejemplar porque los resultados indican si la hipótesis propuesta es correcta. El diseño de la investigación visualiza las respuestas a las preguntas de la investigación de una forma práctica y concreta. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 121).

Para nuestra investigación fue de tipo **aplicada**, porque registra los nuevos conocimientos adquiridos en la investigación actual transformando la realidad, utilizado para resolver problemas en la sociedad y en el medio ambiente, por otra parte, el diseño es **experimental**, debido a que en el estudio manipularemos intencionalmente la variable independiente (ceniza de bagazo de caña de azúcar), con fin de estudiar las consecuencias sobre la dependiente (esfuerzo a la compresión del concreto), y a su vez cuasi experimental por lo que se realizará un proceso de preselección en dos muestras de diseño: la muestra control y la muestra experimental.

$$M = O_1 - X - O_2$$

**Donde:**

**M:** Muestra (**esfuerzo a compresión del concreto**).

**X:** Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar

**O<sub>1</sub>:** Concreto de alta resistencia 250 kg/cm<sup>2</sup>

**O<sub>2</sub>:** Concreto mejorado

**Tabla N° 04: Gráfica del diseño experimental para la fabricación de las probetas**

GE(1)	X1 (concreto f`c=250kg/cm2 adicionado el 7% de ceniza de bagazo de caña)	O1(7d)	X1(concreto f`c=250kg/cm2 adicionado el 7% de ceniza de bagazo de caña)	O2(14d)	X1(concreto f`c=250kg/cm2 adicionado el 7% de ceniza de bagazo de caña)	O3(28d)
GE(2)	X2 (concreto f`c=250kg/cm2 adicionado el 9% de ceniza de bagazo de caña)	O1(7d)	X2(concreto f`c=250kg/cm2 adicionado el 9% de ceniza de bagazo de caña)	O2(14d)	X2(concreto f`c=250kg/cm2 adicionado el 9% de ceniza de bagazo de caña)	O3(28d)
GE(3)	X3 (concreto f`c=250kg/cm2 adicionado el 11% ceniza de bagazo de caña)	O1(7d)	X3 (concreto f`c=250kg/cm2 adicionado el 11% ceniza de bagazo de caña)	O2(14d)	X3(concreto f`c=250kg/cm2 adicionado el 11% ceniza de bagazo de caña)	O3(28d)
GC(4)	X0(concreto f`c=250kg/cm2 sin utilizar ceniza de bagazo de caña)	O1(7d)	X0 (concreto f`c=250kg/cm2 sin utilizar ceniza de bagazo de caña)	O2(14d)	X0 (concreto f`c=250kg/cm2 sin utilizar ceniza de bagazo de caña)	O3(28d)

**Fuente:** Elaboración propia 2021

**Donde:**

GE: Grupo empirico

GC: Grupo control (probeta de concreto sin adición)

X1: Probeta de concreto al 7% de adición de ceniza)

X2: Probeta de concreto al 9% de adición de ceniza)

X3: Probeta de concreto al 11% de adición de ceniza)

O1, O2, O3: Periodo de los 7, 14 y 28 días respectivamente

### 3.2. Variables y operacionalización

- **Variable independiente:** Ceniza de bagazo de caña de azúcar.
  - **Descripción:** Es un material derivado a partir del calcinado de la cáscara de caña de azúcar (bagazo) sometidas ante elevadas temperaturas según la norma ASTM C618, se define como tipo F o tipo C según los resultados de componentes principales como sílice, alúmina y hierro.
  - **Indicadores:** El porcentaje en kg de ceniza de bagazo obtenidos de la calcinación, se obtiene tamaños de las partículas de CBCA sometidas a elevadas temperaturas de calcinación.
- **Variable dependiente:** Esfuerzo a compresión.
  - **Descripción:** se describe como el esfuerzo máximo que muestran los tipos de concreto sometidas a una carga de compresión axial y denominada fuerza por unidad de área de sección transversal.
  - **Indicadores:** Se consigue de la resistencia a compresión del concreto en kg/cm<sup>2</sup>, mediante sus propiedades y las propiedades mecánicas, la correlación agua y cemento y el asentamiento de la muestra (SLUMP).

#### 3.2.1. Operacionalización

**Tabla N° 05: Operacionalización de variables**

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Variable Independiente</b>	Estas partículas de CBCA poseen capacidades relevantes por su composición química y tamaño de partículas que dispone, son materias naturales e industriales, silíceas aluminosas, o una mezcla de ambos, que acelera su nivel de rigidez cuando se mezcla con agua, en temperatura medio con el hidróxido de calcio diluido con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ con la composición de cemento construyendo capas de silicato y aluminato de calcio, aptos de extender resistencias al esfuerzo de $\text{SiO}_2$ , no menor del 25% en peso. (NTP 339.047, 2006).	Se analizarán los elementos químicos que contiene la ceniza de bagazo de caña empleando el método la observación y físicos siguiendo los reglamentos de acuerdo a las normas establecidas	Las propiedades fisicoquímicas de la ceniza de bagazo.	Densidad, Masa molar, Solubilidad en el agua, esfuerzo a la compresión.	Intervalo
					<b>Ceniza de bagazo de caña de Azúcar</b>
<b>Variable Dependiente</b>	El esfuerzo a la resistencia máxima de compresión es medida ejemplar de concreto activo para cargas axiales y expresado como fuerza por unidad de área de sección transversal (ACI, 2013).	Se determinará el análisis de las propiedades mecánicas, ya contando con el diseño de mezcla al sustituir CBCA en un porcentaje del cemento, las cuales serán sometidas a pruebas de esfuerzo a la compresión en el laboratorio según la norma ASTM 39.	Características de los componentes del concreto	Contenido de humedad, peso específico, peso unitario, absorción y Granulometría	Intervalo
			<b>Resistencia a Compresión del concreto.</b>	Esfuerzo a la compresión con aplicación de ceniza de bagazo de caña al 0%, 7%, 9% y 11%.	Rotura de los especímenes de concreto a los 7, 14 y 28 y días
			Factibilidad económica	Metrados y análisis de costos unitarios.	Intervalo

**Fuente:** Elaboración propia 2021.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### 3.3.1. La población

En definición global consta del grupo del total de las cantidades analizadas, cuyas características asumidas se van a estudiar en un determinado lugar o período. Dependiendo de su tamaño puede ser infinito o finito, la población puede estar conformada por animales, personas, muestras de laboratorio, entre otros (López 2004, pág. 69). Para obtener resultados se propondrá la población muestral, la cual está compuesto por 36 probetas cilíndricas de hormigón, las cuales tendrán las características siguientes:

*Figura N° 01: probetas de concreto*



**Fuente:** Aceros Arequipa

De acuerdo con el artículo 5.5 de NTP 339.183 (2003). “El número mínimo de muestras producidos por grupo de edad es de tres (03) especímenes”, como se describe abajo:

**Tabla N° 06: Detalle del tipo y cantidad de muestras**

Tipo de Probeta con porcentajes de CBCA	Medición 7 días	Medición 14 días	Medición 28 días	Total
Patrón de diseño	3	3	3	9
Con adición del 7% de CBCA	3	3	3	9
Con adición del 9% de CBCA	3	3	3	9
Con adición del 11% de CBCA	3	3	3	9
<b>Total, de la muestra</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>36</b>

**Fuente:** Elaboración propia 2021.

### **3.3.2. Muestra**

Representado por un grupo de cifras de muestreo principales las cuales deben ser representativas y poseer una medida mínima conveniente a partir del cual se puede inferir la población (FERNANDEZ, 2014).

Para tal sitio se designó como población un grupo de 36 probetas de concreto cilíndricas donde se constituyen de tal manera, 9 muestras para realizar una prueba de control sin nada de adición, después se pasa a elaborar otras 9 muestras de probetas adicionando el 7% de este tipo de ceniza de bagazo como sustituto el cemento las cuales se romperán 3 a los 7 días, 3 a los 14 días y finalmente 3 a los 28 días, consecutivamente 9 muestras de ensayo con la sustitución de CBCA al 9% de las cuales se romperán 3 a los 7 días, 3 a los 14 días y otro 3 a los 28 días y culminando las últimas 9 muestras de ensayo con la sustitución del 11% de CBCA, lo que 3 muestras se romperán a los 7 días desde el momento del diseño, 3 a los 14 días y finalmente 3 a los 28 días los cuales sostendrán una amplitud de diseño con esfuerzo a compresión de 350 kg/cm<sup>2</sup> conforme normativa técnica (N.T.P).

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

### **3.4.1. Técnicas**

En esta presente investigación, tenemos diferentes tipos de herramientas para medir variables de interés, en muchos casos combinando diferentes técnicas de recopilación de datos (HERNÁNDEZ, 2014).

En el estudio la selección de datos utilizamos la observación directa y aplicación de instrumentos, en este caso se realizarán ensayos de compresión para obtener resultados del concreto a los 7, 14 y 28 días añadiendo ceniza de bagazo al 0%, 7%, 9% y 11%.

### **3.4.2. Instrumentos**

El instrumento para medición es una herramienta que utiliza el

investigador, que le permite medir o cuantificar información para refinar, organizar y explicar el objeto de investigación. El instrumento utilizado debe ser seleccionado y mencionado (YUNI & URBANO, 2006, pág. 64)

Para este proyecto de investigación, es el laboratorio el que nos permitirá recoger datos y probar el esfuerzo a la compresión del concreto en probetas, dando un resultado en conjunto de esfuerzos obtenidas fue analizadas y graficadas. Por tanto, se tomó en consideración el formulario de recolección de información, que son redactados por parte de los investigadores para ser procesados en una computadora y conseguir resultados relacionados con los objetivos a demostrar.

El instrumento que se usó es la tabla de recolección de datos, cuya escala de medición es el intervalo, se utilizará a continuación.:

- Análisis Granulométrico
- Ensayo de Contenido de Humedad
- Ensayo de Absorción
- Ensayo de Pesos Unitarios de agregados
- Asentamiento del concreto (SLUMP)
- Ensayo de Resistencia a la compresión

**Tabla N° 07: Instrumentos**

<b>Técnicas de Recopilación</b>	<b>instrumentos</b>	<b>Fuentes</b>
Ensayo de propiedades físico-químico de los materiales	Ficha de registro de datos de las propiedades físicas-químicas de los materiales	Norma N.T.P 339.127 (ASTM D 2216).
Ensayo de propiedades químico y físico de la ceniza	Ficha de registro de datos sobre las propiedades físico-químico de la CBCA	Norma N.T.P 339.128 (ASTM D 422).

Ensayo de esfuerzo a compresión de las muestras de concreto a compresión del concreto.

Ficha de registro de los datos sobre el refuerzo a compresión del concreto.  
Norma N.T.P 339.167 (ASTM D 2166).

---

**Fuente:** *Elaboración propia 2021.*

### 3.5.Procedimientos

Representará una expresión práctica - descriptiva de la operación o proceso que se realizarán para desarrollar cada objetivo específico con un propósito determinado.

**Paso 1:** Reunir el bagazo de caña de azúcar (Jepelacio), para su prospera incineración y adquisición de cenizas. Ceniza utilizada como sustituto parcial del agregado fino después de triturar y cribar en proporciones de (7, 9 y 11%).

**Paso 2:** Se procedió a reunir los materiales, agregado grueso así como el agregado fino, luego se realizaron los estudios de laboratorio pertinentes para determinar las propiedades físicas del agregado fino y del agregado grueso, son:

- ✓ Contenido de humedad
- ✓ Slump
- ✓ Granulometría
- ✓ Peso específico y absorción
- ✓ Peso unitario suelto y compactado

**Paso 3:** Se efectuó una investigación sobre la proporción y el diseño de la composición de hormigón convencional  $f'c=250\text{kg/cm}^2$  y las tres sustituciones porcentuales de ceniza de bagazo de caña de azúcar.

**Paso 4:** Preparación de las muestras de concreto (testigos convencional y testigos por cada sustitución porcentual de ceniza de bagazo de caña) efectuando los parámetros decretados en la norma E.060, curado y almacenado en un lugar seguro alejado del entorno natural.

**Paso 5:** Disponiendo de nuestro diseño se elaboró 9 probetas para cada una, prueba patrón sin adición y se rompió 3 a los 7, 14 y 28

consecutivamente, asimismo se procedió a la elaboración de otras 9 probetas con la adición de agregado fino por la sustitución de 7% de CBCA, y se rompió 3 a los 7, 14 y 28 días consecutivamente; otras 9 probetas con la adición de cemento por la sustitución de 9% de CBCA, se rompió 3 a los 7, 14 y 28 días consecutivamente y quedando las últimas 9 probetas con la adición de agregado fino por la sustitución de 11% de CBCA se rompió 3 a los 7, 14 y 28 días consecutivamente; pruebas pertinentes a la elaboración de la resistencia a la compresión.

**Paso 6:** Procesar los datos obtenidos de la muestra cilíndrica para poder calcular un porcentaje más adecuado para su uso.

Finalmente, las pruebas de concreto se utilizarán para el análisis de costos unitarios para llegar a un costo por metro cúbico de concreto diseñado.

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

Las estadísticas descriptivas están proyectadas para confrontar datos obtenidos de distintos análisis utilizando gráficos, fórmulas y procedimientos.

Cálculos y Excel relacionados con la investigación, etc. (Díaz, 2018, p.37).

Se estudiaron los datos conseguidos y se procedió a emplearse lo siguiente:

**Características físicas y químicas del CBCA,** estarán evaluados y respaldados por la NTP E0.60, teniendo en consideración los ensayos correspondientes de acuerdo a las tablas para definir sus propiedades físicas y químicas.

**Diseño de mezcla,** valuada de la NTP, se utilizará la dosificación correspondiente de combinación para considerar los formatos concernientes.

**La prueba de laboratorio de resistencia al esfuerzo a compresión** se realiza utilizando métodos establecidos por la norma técnica NTP 339.167 del Perú.

### **3.7. Aspectos éticos**

El propósito de la investigación fue realizado en propósito de proporcionar conocimientos sobre los usos de CBCA, con el propósito de disminuir la posibilidad de contaminar el medio ambiente. Por lo tanto, el análisis obtenido en el proceso de evaluación será verificado mediante certificados acreditados por laboratorios de condición buena, y utilizará la norma ISO 0690-2 como acreditaje de comprobación, citas reducidas y parafraseadas, mediante la NORMA OS-090, de tal manera asegurar la veracidad de los resultados y referencias bibliográficas.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Caracterización física de los agregados utilizados.

Para la realización del ensayo de análisis granulométrico, fueron extraídos de la Cantera rio Naranjillo y la ceniza de bagazo de Caña fue extraída en la Fábrica de Panela, localidad de Jepelacio.

Lo cual se toma en consideración los datos obtenidos:

**Tabla N° 08.** Caracterización física de los agregados

AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO	
Diámetro nominal máximo	1"	Diámetro nominal máximo	—
Módulo de fineza	—	Módulo de fineza	2.83
Peso específico seco (gr/cc)	2.29	Peso específico seco (gr/cc)	2.61
Absorción (%)	1.83%	Absorción (%)	2.54%
Humedad natural (%)	0.24%	Humedad natural (%)	0.47%
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1384.0	Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1570.0
Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1542.0	Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1737.0

Fuente: *Elaboración propia 2021.*

**Análisis:** La presente tabla muestra el análisis granulométrico del agregado fino dando como resultado su módulo de fineza 2.83. al mismo tiempo se detalla el resultado del agregado grueso resultando su tamaño máximo de 1" (Primera malla que hace el primer retenido). así mismo

podemos verificar que la tasa de absorción del agregado fino es de 2.54% y la del agregado grueso es de 1.83%.

Así mismo se verifica en la tabla los porcentajes de absorción teniendo el valor del agregado grueso 1.83% y del agregado fino un porcentaje de 2.54%; seguidamente de los porcentajes de contenido de humedad del agregado fino que es 0.74% y del agregado grueso de 0.24%.

También se evidencia en la tabla el peso específico del agregado grueso siendo un valor de 2.29 gr/cc y de la muestra fina 2.61 gr/cc.

Finalmente, se muestra en la tabla el peso unitario suelto del agregado grueso con 1384.0 kg/m<sup>3</sup> y su peso unitario compactado de 1542.0 kg/m<sup>3</sup>. De la misma manera el peso unitario suelto de agregado fino se muestra como 1570,00 kg / m<sup>3</sup>, y su peso unitario compactado es 1737,00 kg / m<sup>3</sup>.

#### **4.2. Dosificación óptima del concreto con adición de ceniza relacionado al concreto convencional.**

##### **Volumen de espécimen de concreto**

$$\text{Volumen de Probeta} = \frac{\pi * \text{diámetro}^2 * \text{altura}}{4} = \frac{\pi * 15.21^2 * 30.25}{4}$$

$$\text{Volumen por diseño (9 probetas)} = 0.00549634125 \text{ m}^3 * 9 = 0.0494671 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen por total de probetas (36 probetas)} = 0.005496341245 \text{ m}^3 * 36 = 0.197868285 \text{ m}^3$$

##### **4.2.1. Diseño en un m<sup>3</sup> de mezcla de concreto**

**Tabla N° 09. Diseño de mezcla en m3**

9.49 bol / m3			
<b>Cemento Pacasmayo P. tipo - I</b>	<b>Agreg. Fino</b>	<b>Agreg. Grueso 1"</b>	<b>Agua</b>
384.16 kg	599.43 kg	1087.44 KG	232.34 lt

Fuente: *Elaboración de los tesisistas 2021.*

Si obtiene la cantidad de material mencionada en la Tabla N° 7. en un m3, la dosificación de todos nuestros diseños de combinación requeridos resultara según los cálculos siguientes:

- Dosificación de mezcla en kilogramos
  - Cemento :  $384.16 \times 0.197868285 = 76.01 \text{ kg/m}^3$
  - Arena :  $599.43 \times 0.197868285 = 118.61 \text{ kg/m}^3$
  - Piedra :  $1087.44 \times 0.197868285 = 215.17 \text{ kg/m}^3$
  - Agua :  $232.34 \times 0.197868285 = 45.97 \text{ kg/m}^3$

Peso unitario:  $455.71 \text{ kg/cm}^3$

**Tabla N° 10. Diseño total de mezcla en kg/m3**

DISEÑO DE MEZCLAS (KG)				
TOTAL DE MATERIAL A USAR				
F'c	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	AGUA	CEMENTO
F'c= 250 KG/CM2	215.17	118.61	45.97	76.01
Con desperdicio de 20%	258.20	142.33	55.17	91.22

Interpretación: se consideró el 20% de desperdicio del total de la mezcla.

#### 4.2.2. Material total del diseño

Se elaboró un total de 36 probetas considerando las 9 probetas por cada muestra tanto del concreto patrón. 0, 7, 9 y 11% de ceniza de bagazo de caña de azúcar.

- Concreto Patrón (9 probetas).

$$- \text{Cemento} : \frac{91.22}{4} = 22.80 \text{ kg}$$

$$- \text{Agua} : \frac{55.17}{4} = 13.79 \text{ kg}$$

$$- \text{Arena} : \frac{142.33}{4} = 35.58 \text{ kg}$$

$$- \text{Piedra} : \frac{258.20}{4} = 64.55 \text{ kg}$$

- Concreto incorporando 7% de ceniza de bagazo de caña (9 probetas).

$$- \text{Cemento} \quad \frac{91.22}{4} - 1.60 = 21.21 \text{ kg}$$

$$- \text{Agua} \quad \frac{55.17}{4} = 13.79 \text{ kg}$$

$$- \text{Ceniza:} \quad 22.80 \times \frac{7}{100} = 1.60 \text{ kg}$$

$$- \text{Arena} : \frac{142.33}{4} = 35.58 \text{ kg}$$

$$- \text{Piedra} \quad \frac{258.20}{4} = 64.55 \text{ kg}$$

- Concreto incorporando 9% de ceniza de bagazo de caña (9 probetas).

$$\begin{aligned}
 - \text{Cemento} & \quad \frac{91.22}{4} - 2.05 & = 20.75 \text{ kg} \\
 - \text{Agua} & \quad \frac{55.17}{4} & = 13.79 \text{ kg} \\
 - \text{Ceniza} & \quad : 22.80 \times \frac{9}{100} & = 2.05 \text{ kg} \\
 - \text{Arena} & \quad : \frac{142.33}{4} & = 35.58 \text{ kg} \\
 - \text{Piedra} & \quad \frac{258.20}{4} & = 64.55 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Concreto incorporando 11% de ceniza de bagazo de caña(9 probetas).

$$\begin{aligned}
 - \text{Cemento:} & \quad \frac{91.22}{4} - 2.51 & = 20.30 \text{ kg} \\
 - \text{Agua:} & \quad \frac{55.17}{4} & = 13.79 \text{ kg} \\
 - \text{Ceniza} & \quad : 2.80 \times \frac{11}{100} & = 20.30 \text{ kg} \\
 - \text{Arena} & \quad : \frac{142.33}{4} & = 35.58 \text{ kg} \\
 - \text{Piedra} & \quad \frac{258.20}{4} : & = 4.55 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

**Interpretación:** según la cantidad detallada, para la dosificación en cantidades generales que se utilizó en los diseños de mezcla considerando el 20% de desperdicio es:

$$\begin{aligned}
 - \text{Cemento} & : 91.22 \text{ kg} \\
 - \text{Agua} & : 55.17 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Ceniza : 6.16 kg
- Arena : 142.33 kg
- Piedra : 258.20 kg

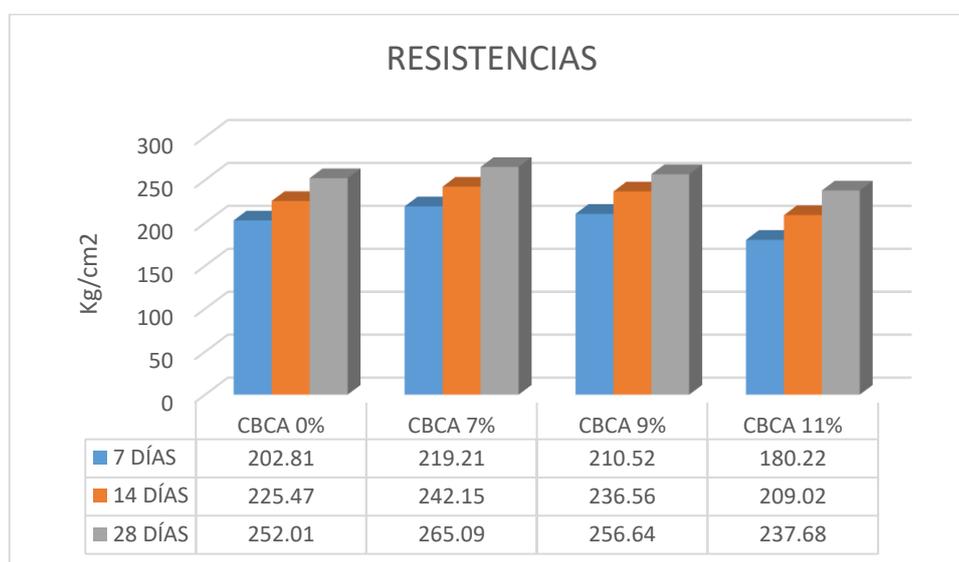
#### 4.3. Influencia de la incorporación de CBCA respecto al concreto convencional.

**Tabla N° 11.** Resultados de resistencia a la compresión de concreto estándar y muestras de prueba.

MUESTRAS	Dia 7 (kg/cm2)	Dia 14 (kg/cm2)	Dia 28 (kg/cm2)
CBCA 0%	202.81	225.47	252.01
CBCA 7%	219.21	242.15	265.64
CBCA 9%	210.52	236.56	256.64
CBCA 11%	180.22	209.02	237.68

Fuente: Elaboración propia 2021.

**Figura N° 02.** Resistencia de probetas.



Fuente: Elaboración propia 2021.

**Análisis:** El gráfico muestra la resistencia obtenida por cada muestra de diseño de hormigón incorporando ceniza de bagazo para edades

determinadas de 7, 14 y 28 días, en cuanto El concreto  $f'c = 250 \text{ kg / cm}^2$  después de 7 días debe estar dentro del rango de daño promedio de 70% - 85%, donde según la Tabla N ° 9, nos muestra que el porcentaje medio de la edad en curado es de 81.12% para la muestra estándar, 87,68% para el diseño híbrido CBCA al 7%, 84,21% para el diseño híbrido CBCA al 9% y 72,09% para el diseño híbrido CBCA al 11%.

Por consecuente después de curar durante 14 días, el concreto debe promediar 85% -95%, de los cuales nuestro concreto estándar es 90.19%, la proporción de mezcla de 7% CBCA es 96.86% y la proporción de mezcla de 9% CBCA es 94.63%, conteniendo 11 % CBCA el diseño mixto es 83,61%. Finalmente, después de curar durante 28 días, el concreto debe ser más del 100% en promedio. Entre ellos, nuestro concreto estándar es 100.80%, el diseño de mezcla de 7% CBCA es 106.36%, el diseño de mezcla de 9% CBCA es 102.66%, y el diseño de la mezcla contiene un 11% de CBCA, que es del 95,07%.

Por ende, en el grafico muestra que solamente las dosificaciones de 7% y 9% de CBCA incorporado en el reemplazo porcentual del Cemento Pórtland tipo -1; siendo que cumplen con los parámetros, sin embargo las dosificaciones de 11% no cumplen con los resultados promedios de resistencia al concreto.

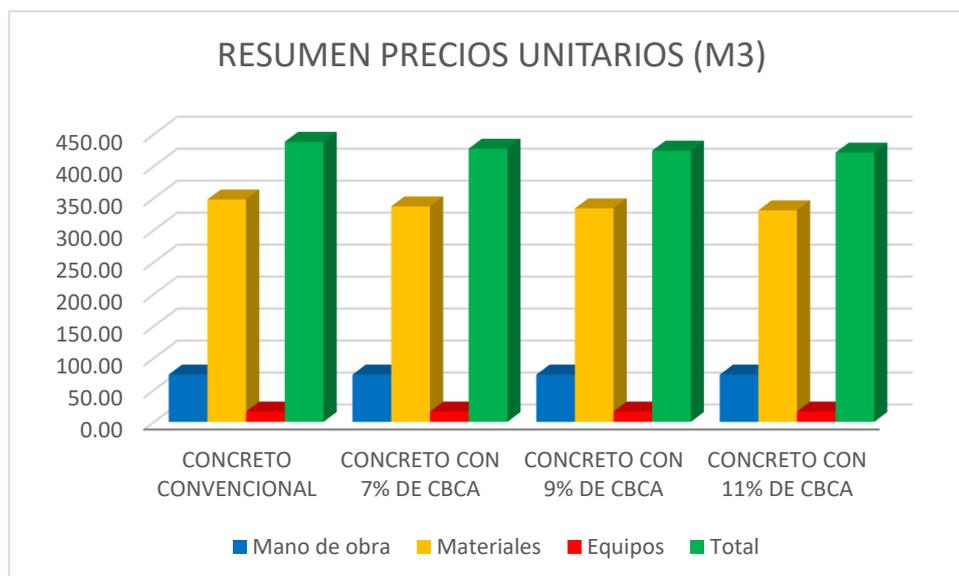
#### 4.4. Costo en 1m3 de la muestra patrón del concreto respecto a las muestras experimentales.

**Tabla N° 12.** Costos de los diseños de concreto respecto al convencional

PARTIDAS	CONCRETO CONVENCIONAL	CON 7% DE CBCA	CON 9% DE CBCA	CON 11% DE CBCA
Mano de obra	73.99	73.99	73.99	73.99
Materiales	347.72	336.97	333.89	330.82
Equipos	16.22	16.22	16.22	16.22
<b>Total</b>	<b>437.94</b>	<b>427.18</b>	<b>424.11</b>	<b>421.03</b>

**Fuente:** Elaboración propia 2021.

**Figura N° 03. Costos para diseños de mezcla**



**Fuente:** *Elaboración propia 2021.*

- ❖ Diferencia de costo en concreto convencional en comparación al concreto con incorporación de ceniza de bagazo de caña.

**Tabla N° 13. Diferencia en costos de los diseños de muestras con incorporación de CBCA respecto al convencional**

DESCRIPCIÓN	DIFERENCIA DEL COSTOS (S/)
Concreto con incorporación en peso del 7% de CBCA por cemento P.	10.76
Concreto con incorporación en peso del 9% de CBCA por el cemento P.	13.83
Concreto con incorporación en peso del 11% de CBCA por el cemento P.	16.90

**Fuente:** *Elaboración propia 2021.*

**INTERPRETACIÓN:** Teniendo en cuenta el costo del m3 de concreto a usar es de S/. 399.83, así mismo el costo de mezcla en 1 m3 con incorporación

de 7% de ceniza de bagazo de caña es S/. 389.07, el diseño de mezcla con 9% de ceniza de bagazo de caña es de S/. 386.00 y por consecuente el costo de 1 m<sup>3</sup> con 11% de ceniza es de S/. 382.93.

## V. DISCUSIÓN

Se analizan los productos obtenidos de las propiedades físicas de los áridos, así como los resultados del ensayo a compresión de probetas cuidadosamente elaboradas.

Resultados físico-químicas alcanzados de los agregados de la cantera de Río Naranjillo:

Para caracterización de los agregados, Farfán y Pastor (2018), en su tesis y revista "Efecto de la CBCA en la resistencia a la compresión del concreto" determinaron según los estudios haga que las propiedades físicas del agregado se conviertan en estas, módulo de finura: agregado fino 3.04. Tamaño máximo del agregado grueso 1". Tasa de absorción: 0.85% para agregado grueso y 2.71% para agregado fino. Peso unitario suelto para agregado grueso 1451.00 kg / m<sup>3</sup> y 1556.00 kg / m<sup>3</sup> para agregado fino. Peso unitario compactado: agregado grueso 1765.00 kg / m<sup>3</sup> y 1791.00 kg / m<sup>3</sup> para agregado fino. Humedad: 0.10% para agregado grueso, 0.96% para agregado fino. Con base en los resultados detallados, argumentamos que las características de los agregados son diferentes a las obtenidas en nuestra investigación, estas son: módulo de finura agregado fino 2.83. Tamaño nominal máximo de partícula: 1" agregado grueso. Peso específico: 2.29 agregado grueso, 2.61 agregado fino, absorción de agua: 1.83% agregado grueso, 2.54% agregado fino. Peso unitario suelto: 1384.00 kg / m<sup>3</sup> agregado grueso, 1570.00 kg / m<sup>3</sup> de agregado fino. El peso de la unidad de compactación final: agregado grueso 1542.00 kg / m<sup>3</sup>, agregado fino 1737.00 kg / m<sup>3</sup>. Humedad: 0.24% para agregado grueso, 0.47% para agregado fino.

Entre tanto Ruiz, Peñaranda, Fuentes y Semprun, (2020), en su Revista "Análisis comparativo de resultados en el uso de la ceniza de bagazo de

caña de azúcar como material sustituyente del cemento portland en el concreto” caso para la dosificación de concreto incorporando ceniza como tasa de reemplazo de cemento, Se obtuvo la cantidad de material requerido para el diseño híbrido, que consideró el uso de 20% y 40% de ceniza de bagazo (CBCA), nos muestra en su dosificación convencional en peso quedó de la manera siguiente: 1.0 kg de cemento, 0.66 L de agua, 2.29 kg de agregado fino y 2.63 kg de agregado grueso. En nuestra investigación, consideramos usar 0%, 7%, 9% y 11% de cenizas como sustitutos porcentuales del cemento, dejando una dosis óptima beneficiosa en nuestro diseño de mezcla de la siguiente manera: cemento 1.0 kg, agua 1.65 lt, agregado fino 1.56 kg y 2,83 kg de agregado grueso, Esto nos llevó a generar la mezcla deseada y determinar el resultado del experimento.

En consecuencia a la resistencia a compresión mencionamos a Idrogo (2018), en su publicación titulada “Estudio de la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza de bagazo de caña de azúcar Pimentel, Chiclayo” La ceniza de bagazo se utilizó como aditivo para reemplazar el cemento en su diseño de mezcla, cuando fue dañado por el espécimen, se encontró que la resistencia del hormigón mezclado con 8% de ceniza era 116,97% diferente a la del hormigón estándar, la resistencia con incorporación del 10% de Ceniza es de 95.24% y en terminacion la resistencia del concreto en incorporación del 15% de Ceniza resulta 83.62%. Estos resultados nos llevan a decir que son diferentes a los obtenidos en este trabajo ya que teniendo como diseño  $f'c = 250$  kg/cm<sup>2</sup> de concreto; con el 7% y el 9% de incorporación de ceniza se tienen resistencia a la compresión superior al diseño estándar, obteniendo una fuerza de 106.36% y 102.66% consecutivamente y finalmente con un 11% de Ceniza se llegó a 95.07% de resistencia.

En cuanto Jiménez (2016), En su investigación titulada “Resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con la adición de diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar” estudió el concreto  $f'c$

= 240 kg/cm<sup>2</sup>, incorporando proporciones de 8%, 10% y 12% de CBC a los 7, 14 y 28 días. Al término de la prueba de resistencia a la compresión, mencionó el uso de ceniza de bagazo al 8% como sustituto del cemento Portland, cumpliendo el día 28 obtuvo en comparación con el hormigón estándar, la resistencia a la compresión es de 245,66 kg / cm<sup>2</sup> y, en nuestra investigación, se considera el hormigón con  $f'c = 250$  kg / cm<sup>2</sup>, incorporando el 7% de CBCA obtuvimos una resistencia de  $f'c = 265.09$  kg/cm<sup>2</sup> al cumplir la cantidad de 28 días, de la misma manera el concreto con 9% de adición de CBCA llegó a una resistencia de  $f'c = 256.64$  kg/cm<sup>2</sup> y añadiendo 11% del hormigón se consigue una resistencia de  $f'c = 237,68$  kg / cm<sup>2</sup>, se puede inferir que cuanto mayor es el porcentaje de bagazo añadido, menor es la resistencia a la compresión.

Respecto al costo de fabricación Arana (2018), en su investigación titulada “Ceniza de bagazo de Caña de Azúcar como sustituto parcial de Cemento Portland en la elaboración de concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>” para un metro cúbico de concreto, el contenido de cenizas del bagazo se reemplaza parcialmente y el peso se calcula en kilogramos de cemento; para el diseño de concreto convencional, el costo total es de S /. 393.52 y CBCA porcentaje de 6% concreto, el costo es de S /. 391.10, utilizando CBCA al 8% para obtener S /. 390.39 y use 10% de CBCA para obtener S /. 389,67, inferimos que el costo se ha reducido en comparación con el costo tradicional. A la vista de estos resultados, mostramos que son similares a los resultados obtenidos en nuestro trabajo, al mismo tiempo recordamos que en nuestra investigación tenemos como concreto convencional  $f'c = 250$  kg/cm<sup>2</sup>, en donde analizamos el costo del diseño de concreto tradicional de S /. 437.94; para concreto con 7% de ceniza BCA, el costo es de S /. 427.18; Para un diseño de concreto con 9% de ceniza de bagazo, el costo es de S /. 424.11 y finalizando para el diseño de concreto adicionando 11% de ceniza de bagazo se logró un costo es de S /. 421.03.

## VI. CONCLUSIONES

- ✓ La incorporación de CBCA mejoró las características mecánicas del concreto  $f'c = 250 \text{ kg / cm}^2$ . Al momento de efectuar los ensayos de resistencia a compresión en 7%, 9% y 11%, se determinó un porcentaje obtenido a la edad de 7 días es de 87.68 %, 84.21 % y 72.09 %, a edad de 14 días es de 96.86 %, 94.63 % y 83.61 %, a edad de 28 días es de 106.36 %, 102.66 % y 35.07%, respectivamente.
- ✓ Se definió las características físicas y mecánicas del agregado de la cantera del Rio Yuracyacu – Naranjillo, son de buena calidad y son eficientes para la preparación de concreto en diseños de mezclas. Se opto por utilizar piedra chancada de tamaño máximo nominal de  $\frac{3}{4}$ " y arena gruesa zarandeado del hormigón, obteniendo resultados satisfactorios en nuestra investigación.
- ✓ La mayor resistencia a la compresión a los 28 días de edad, es:  
252.01 kg/cm<sup>2</sup> convencional.  
265.09 kg/cm<sup>2</sup> con adición del 7% de CBCA.  
256.64 kg/cm<sup>2</sup> con adición del 9% de CBCA.  
237.68 kg/cm<sup>2</sup> con adición de 11% de CBCA.
- ✓ Se ha logrado alcanzar las resistencias requeridas mayores de 250 kg/cm<sup>2</sup>, con el objetivo de mejorar los recursos, obteniendo resultados satisfactorios, cumpliendo con todos los parámetros del método ACI, estipulados.  
Cemento    Arena Piedra Agua  
9.49 bolsas    0.400 m<sup>3</sup>    0.786 m<sup>3</sup>    232.34 L  
Con CBCA  
Cemento    Arena Piedra Agua    CBCA  
9.49 bolsa    0.400 m<sup>3</sup>    0.786 m<sup>3</sup>    232.34 L    1.73 kg
- ✓ Al analizar el precio unitario de cada saco de cemento y el costo total

de la mezcla, se determina que el hormigón  $f'c = 250 \text{ kg / cm}^2$ , incorporándole 7% de CBCA, se obtuvo un mejor comportamiento a compresión, presentando un estado sólido y óptimo, asimismo posee un costo total de S/.427.18.

- ✓ Como conclusión general se logró determinar que al añadir ceniza de bagazo de caña se logró muy buenos resultados, logrando una resistencia mayor al sustituirle el 7% y 9% de CBCA respectivamente.

## VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda utilizar diferentes tipos de cementos (tipo II, tipo IV), con el fin de comprobar si el efecto de la CBCA en la mezcla se ve alterada por los elementos de diferentes cementos.
- ✓ Se recomienda utilizar materiales de otras canteras que garanticen fiabilidad con la venta de sus agregados, para obtener resultados comparativos al momento de determinar los estudios y/o ensayos de rotura.
- ✓ Se recomienda aplicar la ceniza de bagazo de caña en proporciones no mayores de 9% ya que la resistencia a la compresión va disminuyendo a disposición que se va incorporando porcentajes mayores. De tal manera se propone el uso de la CBCA como agregado en proporción al 7% para puentes y otros tipos de construcciones.
- ✓ Se recomienda que el curado de las probetas realizadas tenga un periodo de tiempo mayor, para medir si la resistencia a compresión aumente por encima de los 28 días de curado ya que los materiales agregados son puzolánicos de origen orgánico.

- ✓ Se recomienda evaluar al concreto a edades mayores edades (60 días y 90 días) con fines investigativos, en nuestra investigación solo se consideró los 28 días.
- ✓ Se recomienda realizar ensayos con porcentajes mayores al 1% y menores al 9%, para determinar el límite de influencia favorable al momento de medir la resistencia del concreto con adición de CBCA.

## VIII. REFERENCIAS

- ACUÑA, Carlos y CABALLERO, Hugo. Resistencia a la compresión y flexión de un concreto estructural mediante la sustitución parcial del cemento por ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) – san Jacinto, 2018. Tesis. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional de Santa, 2018. 282pp. disponible en:  
<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3179>
- AGUILA, Idalberto. Cementos Puzolánicos, una alternativa para Venezuela. Revista tecnología y construcción, 2001 [fecha de consulta: 07 de octubre].  
Disponible en:
- Álvarez, Maria & Rojas Manzano, Manuel & Izquierdo, Juan. “Uso de la ceniza de bagazo de caña (CBC) como reemplazo parcial del cemento portland” Colombia (2019). Artículo, [citado 2021-05-13], 17pp. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/341600795\\_USO\\_DE\\_LA\\_CENIZA\\_DE\\_BAGAZO\\_DE\\_CAÑA\\_CBC\\_COMO\\_REEMPLAZO\\_PARCIAL\\_DE\\_L\\_CEMENTO\\_PORTLAND\\_-CASO\\_COLOMBIA](https://www.researchgate.net/publication/341600795_USO_DE_LA_CENIZA_DE_BAGAZO_DE_CAÑA_CBC_COMO_REEMPLAZO_PARCIAL_DE_L_CEMENTO_PORTLAND_-CASO_COLOMBIA)
- ARAUJO, Jonathan y ALVA Anita. Resistencia a la compresión del concreto, adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, en reemplazo del agregado fino. 2019. Tesis. Cajamarca, Peru. Universidad Privada del Norte, 2019. 96pp. disponible en:  
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21768>
- BALLADARES URIARTE, Jerry Jefri Luis; RAMÍREZ VILLACORTA, Yessebel Karolina. Diseño de concreto empleando cenizas de bagazo de caña de azúcar para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto 2020. 2020.

Disponible en:

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47626/Balladares\\_UJL-Ram%c3%adrez\\_VYK-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47626/Balladares_UJL-Ram%c3%adrez_VYK-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

- BELITO, Gilmar y PAUCAR, Fortunato. Influencia de agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto. Tesis. Huánuco: Universidad Nacional de Huánuco, 2016. 114pp. disponible en:

<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1581>

- CHÁVEZ, César H. Empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración del concreto hidráulico, 2017. Tesis. Disponible en:

[http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1048/T016\\_44477012\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1048/T016_44477012_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- CAMARGO MACEDO, Pamela et al. Rendimiento de morteros producidos con la incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar. Rev. ing. constr. [online]. 2017, vol.29, n.2 [citado 2021-05-17], pp.187-199. Disponible en:

[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732014000200005&lng=es&nrm=iso)

50732014000200005&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0718-5073.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732014000200005>.

- CHUMIOQUE, Katherine y VILLEGAS, Linda B. Resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir el cemento por ceniza de concha de abanico y bagazo de caña de azúcar, Chimbote, 2019. Tesis: Chimbote, Perú. Universidad Cesar Vallejo, Escuela profesional de ingeniería Civil, 2019. 155pp.

Disponible en:

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/45920/Chumioque\\_BKE-Villegas\\_CLB-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/45920/Chumioque_BKE-Villegas_CLB-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- CORDOVA, Marlon Farfán; SIMÓN, Hary Hernando Pastor. Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto. UCV-HACER: Revista de Investigación y Cultura, 2018, vol. 7, no 3, p. 25-31.  
Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6793562>
  
- Diana V. Vidal, Janneth Torres, Luis O. González. Ceniza de bagazo de caña para elaboración de materiales de construcción [En línea]: estudio preliminar, 2014. [Citado el: 06 de octubre de 2020].  
Disponible en:  
<http://www.bdigital.unal.edu.co/44960/1/45539-219556-3-PB.pdf>.
  
- ECURed. óxido de hierro. 2018 [En línea] artículo de investigación. [fecha de consulta: 06 de octubre de 2020].  
Disponible en:  
[https://www.ecured.cu/%C3%93xido\\_de\\_hierro](https://www.ecured.cu/%C3%93xido_de_hierro).
  
- HERNANDEZ, Roberto. FERNANDEZ, Carlos. BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. México D.F. 2014 Disponible en:  
<https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files>
  
- IDROGO PÉREZ, Eduardo Edinson. Estudio de la Resistencia a la Compresión del Concreto 210 Kg/Cm<sup>2</sup> con ceniza de Bagazo de Caña de azúcar Pimentel, Chiclayo. 2018.  
Disponible en:  
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/29294>
  
- JIMÉNEZ CHÁVEZ, Geoffrey Andréé. *“Resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la adición de diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar”*, UPNC 2016. 2016.  
Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/9982>

- JORGE, Inciso Pajares. "Elaboración de concreto utilizando la ceniza de bagazo de la caña de azúcar, al emplearse como material sustitutorio del cemento en un determinado porcentaje." 2015 [En línea]. [Citado el: 06 de octubre de 2020.]
  
- MARIANO CORNE, Kewin. Comparación de las resistencias a compresión y flexión del concreto adicionado con las cenizas de bagazo de caña de azúcar con el concreto normal  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ . 2019.
  
- NTP 400. 037.. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. 2014. [En línea]. [Citado el: 06 de octubre de 2020.]  
[https://kupdf.com/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf\\_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232\\_pdf](https://kupdf.com/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232_pdf).
  
- Ojeda-Farías, Omar & Mendoza-Rangel, Jose & Zamora, Miguel. *Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasant*. Mexico (2018). Revista ALCONPAT. 8. 10.21041/ra.v8i2.282. [En línea]. [Citado el: 17 de mayo de 2021]  
<https://www.researchgate.net/publication/324865837> Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante
  
- OTERO, Alberto Villarino. Ciencia y Tecnología de los Materiales. La Cal. [En línea] 2011. [Citado el: 07 de octubre de 2020.]  
<http://ocw.usal.es/enseanzas-tecnicas/ciencia-y-tecnologia-de-los-materiales/contenido/TEMA%202-%20LA%20CAL.pdf>.

- PASTOR SIMÓN, Hary Hernando. *“Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto”*. 2017.  
Disponible:  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/29333/pastor\\_sh.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/29333/pastor_sh.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  
- QUEVEDO CASTILLO, Victor Gabriel. Resistencia a la compresión y tracción del concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ , sustituyendo al cemento con 7%, 9% y 11% de ceniza de bagazo caña de azúcar–2018. 2018.  
  
Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35891>
  
- R. A. Berenguer, F. A. Nogueira Silva, S. Marden Torres, E. C. Barreto Monteiro, P. Helene, A. A. de Melo Neto (2018), “La influencia de las cenizas de bagazo de caña de azúcar como reemplazo parcial del cemento en la resistencia a la compresión de los morteros”, *Revista ALCONPAT*, 8 (1), pp. 30 – 37.  
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v8i1.187>
  
- Ruiz, A. F., Peñaranda, C. J., Fuentes, G., & Semprun, M. D. *“Análisis comparativo de resultados en el uso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como material sustituyente del cemento portland en el concreto”*. *Sostenibilidad, Tecnología Y Humanismo*, (2020).  
Disponible en:  
<https://doi.org/10.25213/2216-1872.51>
  
- RPP, Noticias. 2017. ¿Cuánta azúcar se produce en el norte y se importa al Perú? [En línea] 06 de JUNIO de 2017. [Citado el: 06 de octubre de 2020.]  
<http://rpp.pe/peru/lambayeque/cuanta-azucar-se-produce-en-el-norte-y-se-importa-al-peru-noticia-1055855>.

- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Ceniza de bagazo de caña como aditivo al cemento Portland para la fabricación de elementos de construcción. [En línea] 20 de JUNIO de 2012.  
[https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/41468/43077](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/41468/43077).
  
- OSORCIO Jesus Davila. argos360. [En línea] 2011. [Citado el: 07 de octubre de 2020.]  
<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/tendencias-tecnologia-del-concreto-tipos-de-concretos>
  
- Vidal, D. (2014). Ceniza De Bagazo De Caña Para Elaboración De Materiales De Construcción: Estudio Preliminar.
  
- ZEÑA, José. Resistencia a la compresión de concretos con epóxicos adherentes. Tesis (Ingeniero Civil). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2016. Disponible en  
<http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/632>

## ANEXOS

### 1. Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
"Diseño de un concreto de $f'c=250$ kg/cm <sup>2</sup> , con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba - 2021"				
Formulación del problema	Objetivo	Hipótesis	Variables y dimensiones	Marco metodológico
<b>Problema general</b> ¿Es posible mejorar la resistencia a compresión del concreto $f'c= 250$ kg/cm <sup>2</sup> , incorporando ceniza de bagazo de caña, Moyobamba, 2021?	<b>Objetivo general</b> Evaluar la resistencia a compresión del concreto $f'c=250$ kg/cm <sup>2</sup> , incorporando ceniza de bagazo de caña, Moyobamba, 2021.	<b>Hipótesis general</b> La incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar, mejora la resistencia a compresión del concreto de $f'c=250$ kg/cm <sup>2</sup> , Moyobamba, 2021.	<b>Variable Independiente:</b> Incorporación de Ceniza de Bagazo de Caña	<b>Tipo de investigación</b> Tipo aplicada.
				<b>Diseño de investigación</b> Diseño de investigación Experimental
<b>Problemas específicos</b> ✓ ¿Cuáles son las propiedades físicas y químicas de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, para la elaboración del concreto de $f'c= 250$ kg/cm <sup>2</sup> ?	<b>Objetivos específicos</b> ✓ Determinar las características físicas y químicas de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, para la elaboración del concreto de $f'c= 250$ kg/cm <sup>2</sup> .  ✓ determinar el diseño de mezclas para un concreto	<b>Hipótesis específicas</b> ✓ Las características físicas y químicas de la ceniza de bagazo de caña de azúcar ayudarán a la elaboración del concreto de $f'c=250$ kg/cm <sup>2</sup> , cumplirán con la granulometría especificada.	<b>Variable dependiente:</b> Resistencia a la compresión	<b>Población:</b> La presente investigación tendrá como población a 36 especímenes.
				<b>Muestra:</b> La muestra que se tomará para la investigación será equivalente a la población que son 36 probetas.
				<b>Instrumentos:</b>

<p>✓ ¿Cuál es el diseño de mezclas para un concreto de <math>f'c=250</math> kg/cm<sup>2</sup>, con la incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar al 0%, 7%, 9% y 11%?</p> <p>✓ ¿Cuáles serán los resultados de la resistencia a la compresión incorporando de bagazo de caña de azúcar en un concreto de <math>f'c= 250</math> kg/cm<sup>2</sup>, para periodos de tiempo de 7,14 y 28 días?</p> <p>✓ ¿Cuál será el costo unitario para la elaboración de un metro cubico del concreto convencional <math>f'c= 250</math> kg/cm<sup>2</sup> y con incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar?</p>	<p>de <math>f'c= 250</math> kg/cm<sup>2</sup>, con la incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar al 0%, 7%, 9% y 11%.</p> <p>✓ Conocer los resultados de la resistencia a la compresión incorporando de bagazo de caña de azúcar en un concreto de <math>f'c= 250</math> kg/cm<sup>2</sup>, para periodos de tiempo de 7,14 y 28 días.</p> <p>✓ Determinar el costo unitario de un metro cubico del concreto convencional <math>f'c= 250</math> kg/cm<sup>2</sup> y con incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar.</p>	<p>✓ La incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar 0%, 7%, 9% y 11%, mejorará la resistencia a compresión de un concreto de <math>f'c=250</math> kg/cm<sup>2</sup>.</p> <p>✓ Los resultados de la resistencia a compresión en los periodos de tiempo a los 7, 14 y 28 días, son óptimos de acuerdo a la norma.</p> <p>✓ El costo unitario de un metro cubico de concreto incorporada ceniza de bagazo de caña de azúcar es accesible, con respecto al concreto convencional.</p>		<p>Los instrumentos de recolección de datos que se utilizara serán lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis Granulométrico.</li> <li>- Ensayo de Contenido de Humedad</li> <li>- Peso específico y absorción de los agregados.</li> <li>- Asentamiento del concreto SLUMP.</li> <li>- Ensayo de Resistencia a la compresión.</li> <li>- Diseño de mezcla usando el método del comité 211 del ACI.</li> <li>- Ensayo de Pesos Unitarios de agregados.</li> </ul>
---	---	---	--	--

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

## 2. Validación de Instrumentos

### 3. Informe y ensayos de laboratorio



Centro de Servicios,  
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas  
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba -  
Perú

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f_c=250$ KG/CM<sup>2</sup>, CON INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA, CON EL 7%, 9% Y 11% EN REEMPLAZO DEL CEMENTO.



Diseño de un concreto  $f_c = 250$  kg/cm<sup>2</sup>, con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba – 2021.

UBICACIÓN:

MOYOBAMBA - MOYOBAMBA - SAN MARTÍN".



*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

LM CECONSE

CARRETERA F.B.T. S/N – MOYOBAMBA - SAN MARTIN

## **ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO**

**"Diseño de un concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba – 2021"**

### **1. INTRODUCCIÓN**

Los tesistas Rubén Ochoa Bustamante y Nilson Vallejos Constantino, en la búsqueda de conocer las características de los agregados para el proyecto de tesis: **"DISEÑO DE UN CONCRETO  $F'c = 250 \text{ KG/CM}^2$ , CON INCORPORACIÓN DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN, MOYOBAMBA – 2021"**. Han solicitado al laboratorio LM CECONSE E.I.R.L. la realización de un diseño de mezcla de concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  para el desarrollo de su proyecto de tesis.

El presente estudio tiene por finalidad investigar las condiciones físicas y geotécnicas de los agregados de la cantera RIO NARANJILLO, con incorporación de la Ceniza de Bagazo de Caña, para un concreto de alta resistencia  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ .

### **2. OBJETIVOS**

El presente estudio tiene los siguientes objetivos:

- Determinar las características físicas del agregado fino, grueso y ceniza de bagazo de caña.
- Determinar la resistencia del concreto, en sus diferentes dosificaciones con la incorporación de 7%, 9% y 11% de la ceniza de bagazo de caña.
- Determinar un diseño de mezcla  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  de concreto con la incorporando ceniza de bagazo de caña.

### **3. MATERIALES DE CONSTRUCCION**

#### **3.1. DISEÑO DEL CONCRETO PATRÓN"**

##### **Cemento**

Con uso de la fábrica de cemento dispuesto frente a la localidad de Segunda Jerusalén – Nueva Cajamarca. Esta fábrica produce cemento PORTLAND TIPO 1 y asegura su producción todo el año.

##### **Agua**

Se recomienda utilizar agua potable, que es considerada agua limpia de todo tipo de impurezas.

**LM CECONSE E.I.R.L.**

CARRETERA F.B.T. S/N – MOYOBAMBA - SAN MARTIN



## ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

"Diseño de un concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba – 2021"

### **Agregados**

Los agregados a utilizar son de:

#### **CANtera RIO NARANJILLO**

**El Agregado Grueso.** – 8.70 % en peso del material es retenido en la malla 1"; en cuanto a su forma subangular de alta resistencia.

#### **CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO**

- **Agregado Grueso, Cantera rio Naranjillo**

Peso Específico seco	=	2.29 gr./cc
Peso Unitario Suelto	=	1384.00 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	=	1542.00 Kg/m <sup>3</sup>
% de Absorción	=	1.83 %
Porcentaje de Humedad	=	0.24 %
Diámetro máximo nominal	=	1"

#### **CANtera RIO NARANJILLO**

**El Agregado Fino.** – El Módulo de Fineza del agregado es de 2.83.

#### **CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO**

- **Agregado Fino, Cantera rio naranjillo**

Peso Específico seco	=	2.61 gr./cc
Peso Unitario Suelto	=	1570.00 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	=	1737.00 Kg/m <sup>3</sup>
% de Absorción	=	2.54 %
Porcentaje de Humedad	=	0.47 %
Módulo de finura	=	2.83

### **3.2. DISEÑO CON PORCENTAJES DE 7%, 9%, y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR**

Para el diseño nuestro concreto se utilizó los agregados ya estudiados y se incorporó la ceniza de bagazo de caña que se describe a continuación:



**LM BECONSE E.I.R.L.**

CARRETERA F.B.T. S/N – MOYOBAMBA - SAN MARTIN

## ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

"Diseño de un concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba – 2021"

**Ceniza de Bagazo de caña de Azúcar.** – Para la obtención de la ceniza de bagazo de caña con el fin de obtener un material similar al cemento y cumplir con las características según el ASTM C-150, las cuales se tienen las siguientes características químicas.

- **Ceniza de bagazo de caña**

Silicio (Si)	=	55.86 %
Aluminio (Al)	=	11.73 %
Hierro (Fe)	=	9.93 %
Calcio (Ca)	=	6.19 %
Magnesio (Mg)	=	4.51 %
Potasio (K)	=	9.53 %
Sodio (Na)	=	2.27 %

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio tiene por finalidad la realización del : **"DISEÑO DE UN CONCRETO  $F'c = 250 \text{ KG/CM}^2$ , CON INCORPORACIÓN DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN, MOYOBAMBA – 2021"**. Las recomendaciones que con posterioridad se muestran, son solo para los fines del presente proyecto de investigación; El presente diseño se realizó a solicitud de los tesisistas, con muestreo realizado por los estudiantes, cuyas muestras han sido trabajadas con el profesional técnico contratado por los mismos.

Según los resultados del laboratorio se utilizará la siguiente dosificación:

#### Dosificación de la Cantera RIO NARANJILLO



LM CECONSE E.I.R.L.

CARRETERA F.B.T. S/N – MOYOBAMBA - SAN MARTIN

+

## ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

"Diseño de un concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba – 2021"

### 4.1. DISEÑO DE CONCRETO PATRÓN (KG/M3)

$F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA	CEMENTO (bis. 42.5 kg)	AGREGADO GRUESO DE 3/4" (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGUA (kg)
DISEÑO PARA 36 PROBETAS	64.59 kg	215.17 kg	124.26 kg	45.97 kg

DISEÑO PARA OBRA 9 PROBETAS	CEMENTO (bis. 42.5 kg)	AGREGADO GRUESO DE 3/4" (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGUA (kg)	CENIZA BCA (kg)
0% CBCA	16.15 kg	53.79 kg	31.06 kg	11.49 kg	0.00 kg

### 4.2. DISEÑO CON INCORPORACIÓN DEL 7%, 9%, 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA

$F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO PARA OBRA 9 PROBETAS	CEMENTO (bis. 42.5 kg)	AGREGADO GRUESO DE 3/4" (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGUA (kg)	CENIZA BCA (kg)
7%	15.02 kg	53.79 kg	31.06 kg	11.49 kg	1.13 kg
9%	14.69 kg	53.79 kg	31.06 kg	11.49 kg	1.45 kg
11%	14.37 kg	53.79 kg	31.06 kg	11.49 kg	1.78 kg



LM BECONSE E.I.R.L.

CARRTERA F.B.T. S/N – MOYOBAMBA – SAN MARTIN

5

## ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

"Diseño de un concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba – 2021"

---

### 5. ANEXOS

- Panel Fotográfico
- Ensayos de Laboratorio.
- Diseño de Mezcla



## ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

"Diseño de un concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba - 2021"

---

### • PANEL FOTOGRAFICO



---

LM CECOMBI E.I.R.L.

CARRETERA F.B.T. S/N - MOYOBAMBA - SAN MARTIN

7

**ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO**

**"Diseño de un concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba - 2021"**

**Fotografía N° 01.** Obtención del agregado grueso en la chancadora de la Cantera Rio Naranjillo.



  
*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL CIP N° 75293  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

**LM CECONSE E.I.R.L.**

CARRETERA F.B.T. S/N - MOYOBAMBA - SAN MARTIN

**ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO**

**"Diseño de un concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba – 2021"**

**Fotografía N° 02. Lavado del Agregado fino**



**Fotografía N° 03. Lavado del Agregado grueso**



  
**Luis López Menéndez**  
ING. CIVIL. CIP N° 75  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

**LM BECONSE E.I.R.L.**

CARRETERA F.B.T. S/N – MOYOBAMBA - SAN MARTIN

## ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

"Diseño de un concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con Incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba - 2021"

Fotografía N° 04. Peso de agregado fino previo a su colocación en el horno



Fotografía N° 05. Peso de agregado fino en taras



**Luis López Mendoza**  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

**ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO**

**"Diseño de un concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba - 2021"**

**Fotografía N° 06.** Peso de agregado grueso en taras



**Fotografía N° 07.** Compactado manual del agregado grueso para el ensayo de peso unitario compactado



*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

**LM DECONSE E.I.R.L.**

CARRETERA F.B.T. S/N - MOYOBAMBA - SAN MARTIN

## ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

"Diseño de un concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba - 2021"

Fotografía N° 08. Peso del agregado grueso para el ensayo de PUC.



Fotografía N° 09. Obtención de la Ceniza de bagazo de Caña



*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

LM BECONSE E.I.R.L.

CARRETERA F.B.T. S/N - MOYOBAMBA - SAN MARTIN

**ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO**

"Diseño de un concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con Incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba – 2021"

**Fotografía N° 10.** Tamizado de la Ceniza de bagazo de Caña



**Fotografía N° 11.** Diseño de mezcla



  
**Luis López Mendoza**  
ING. CIVIL. CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

**LM CEGONSE E.I.R.L.**

CARRETERA F.B.T. S/N – MOYOBAMBA - SAN MARTIN

## ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

"Diseño de un concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba – 2021"

Fotografía N° 12. Slump del concreto con 9% de ceniza de bagazo de caña



  
*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

LM CECONSE E.I.R.L.

CARRETERA F.B.T. S/N - MOYOBAMBA - SAN MARTIN

14

## ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

"Diseño de un concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba - 2021"

Fotografías N° 13 y 14. Colocación de diseños de concreto en probetas



Fotografía N° 15. Peso de probetas a los 7 días



LM CEDONSE E.I.R.L.

CARRETERA F.B.T. S/N - MOYOBAMBA - SAN MARTIN

15

**ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO**

"Diseño de un concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba - 2021"

Fotografía N° 16 y 17. Rotura de probetas



  
*Luis López Mendoza*  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

**LM CECONSE E.I.R.L.**

CARRETERA F.B.T. S/N - MOYOBAMBA - SAN MARTIN

## ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

"Diseño de un concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba - 2021"

---

### • ENSAYOS DE LABORATORIO



LM GECONSE E.I.R.L.

CARRETERA F.B.T. S/N - MOYOBAMBA - SAN MARTIN

17

PROYECTO :	"Diseño de un concreto f'c = 250 kg/cm2, con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba – 2021"			
UBICACIÓN :	Moyobamba			
REALIZADO :	Rubén Ochoa Bustamante - Nilson Vallejos Constantino			
CANTERAS :	Cantera Rio Naranjillo			
ING. RESPONSABLE :	Ing. Luis Lopez Mendoza	CIP:75233	LABORATORIO : LM CECONSE E.I.R.L.	FECHA: 10/05/2021

**AGREGADO FINO**      Cantera Rio Naranjillo

Determinación del % de Humedad Natural		ASTM 2216 - N.T.P. 339.127			
LATA		1	2	3	4
PESO DE LATA grs		27.02	25.98	26.78	25.79
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs		147.43	147.91	174.93	147.85
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs		146.89	147.31	174.28	147.25
PESO DEL AGUA grs		0.54	0.60	0.65	0.60
PESO DEL SUELO SECO grs		119.87	121.33	147.50	121.46
% DE HUMEDAD		0.45%	0.49%	0.44%	0.49%
PROMEDIO % DE HUMEDAD		0.47%			

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**N.D.**



*Luis López Mendoza*  
 ING. CIVIL CIP N° 75233  
 ESPECIALISTA DE LABORATORIO



**LM CECONSE**  
CONSULTORES Y EJECUTORES

Centro de Servicios,  
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas  
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba -  
Perú

**LAB. DE MECANICA DE SUELOS**

PROYECTO :	"Diseño de un concreto f'c = 250 kg/cm2, con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba – 2021"			
UBICACIÓN :	Moyobamba			
REALIZADO :	Rubén Ochoa Bustamante - Nilson Vallejos Constantino			
CANTERAS :	Cantera Río Naranjillo			
ING. RESPONSABLE :	Ing. Luis Lopez Mendoza    CIP:75233	LABORATORIO : LM CECONSE E.I.R.L.	FECHA: 10/05/2021	
<b>AGREGADO GRUESO 1" Cantera Río Naranjillo</b>				
<b>Determinación del % de Humedad Natural</b>		<b>ASTM 2216 - N.T.P. 339.127</b>		
LATA	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
PESO DE LATA grs	26.01	25.54	25.62	25.64
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	174.52	174.76	175.20	175.86
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	174.23	174.38	174.79	175.49
PESO DEL AGUA grs	0.29	0.38	0.41	0.37
PESO DEL SUELO SECO grs	148.22	148.84	149.17	149.85
% DE HUMEDAD	0.20%	0.26%	0.27%	0.25%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	0.24%			
OBSERVACIONES:	<b>N.D.</b>			



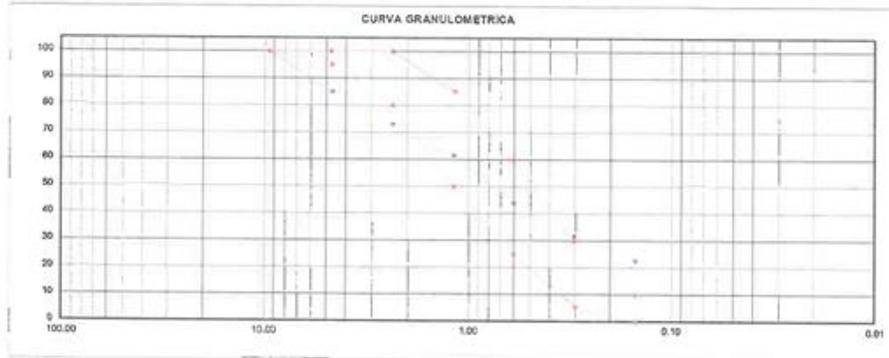
Luis López Mendoza  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

PROYECTO :	"Diseño de un concreto f'c = 250 kg/cm2, con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba – 2021"		
UBICACIÓN :	Moyobamba		
REALIZADO :	Rubén Ochoa Bustamante - Nilson Vallejos Constamino		
CANTERAS :	Cantera Rio Naranjillo		
ING. RESPONSABLE :	Ing. Luis Lopez Mendoza CIP:75233	LABORATORIO LMCECONSE E.I.R.L.	FECHA: 10/05/2021

**1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83) - Agregado Fino**

Peso Inicial Seco, [gr]	1200.00
Peso Lavado y Seco, [gr]	1116.62

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido [grs]	Porcent.Ret. [%]	Porcent.Ret. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASTM C-33		Características físicas	
3/8"	0.500	152.6	0.00		100.00	100	100	% Que pasa la malla 200	6.95%
N° 4	4.750	161.42	15.10	15.10	84.90	95	100	Módulo de finura.	2.83
N° 8	2.360	145.35	12.10	27.20	72.80	80	100	Peso específico seco (gr/cc)	2.81
N° 16	1.180	137.43	11.50	38.70	61.30	50	80	Absorción (%)	2.54%
N° 30	0.600	207.79	17.30	56.00	44.00	25	60	Humedad (%)	0.47%
N° 50	0.300	146.48	12.20	68.20	31.80	5	30	Peso unitario suelto (Kg/m3)	1570.00
N° 100	0.150	111.86	9.30	77.50	22.50	0	10	Peso unitario compact. (Kg/m3)	1737.00
<N° 100	0.000	33.69	2.80	80.30	19.70	0	5		



**2. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO (NORMA ASTM C 128)**

DENSIDADES RELATIVAS			
Prueba N°		1	2
1. Masa de la muestra ensayada secada al horno	(A) [gr]	487.63	487.58
2. Masa del fiola + agua	(B) [gr]	667.25	667.42
3. Masa del fiola + agua + agregado fino	(C) [gr]	980.41	980.52
4. Masa del material saturado superficialmente seco	(S) [gr]	500.00	500.00
5. Densidad relativa Seca	A/(B+S-C) [gr/cc]	2.61	2.61
6. Densidad relativa (SSS)	S/(B+S-C) [gr/cc]	2.68	2.68
7. Densidad relativa Aparente	A/(B+A-C) [gr/cc]	2.79	2.79
8. Volumen del balón	[cc]	500.00	500.00

ABSORCIÓN			
Prueba N°		1	2
10. Masa del material saturado superficialmente seco	(S) [gr/cc]	500.00	500.00
11. Masa de la muestra ensayada secada al horno	(A) [gr/cc]	487.63	487.58
12. Porcentaje de absorción	((S-A)/A)100[%]	2.54%	2.55%

**3. PESO UNITARIO (NORMA ASTM C 29)**

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso del molde + material	[Kg]	6.327	6.383	6.666	6.825
2. Peso del molde	[Kg]	1.740	1.740	1.740	1.740
3. Peso del material	[Kg]	4.587	4.643	5.126	5.085
4. Volumen del molde	[m³]	0.003	0.003	0.003	0.003
5. Peso Unitario	[Kg/m³]	1580.0	1579.0	1744.0	1730.0
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m³]	1570.00		1737.00	



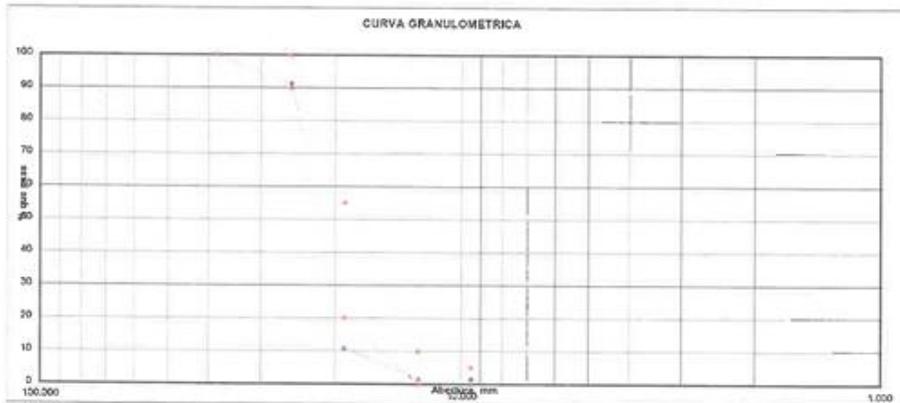
**Luis Lopez Mendoza**  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

PROYECTO :	"Diseño de un concreto f'c = 250 kg/cm2, con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba – 2021"		
UBICACIÓN :	Moyobamba		
REALIZADO :	Rubén Ochoa Bustamante - Nilson Vallejos Constantino		
CANTERAS :	Cantera Rio Naranjillo		
ING. RESPONSABLE :	Ing. Luis Lopez Mendoza CIP:75233	LABORATORIO LM CECONSE E.I.R.	FECHA: 10/05/2021

**1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83) - Agregado Grueso 1"**

Peso Inicial Seco, [gr]	2700.00
Peso Lavado y Seco, [gr]	2424.49

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent.Ret. [%]	Porcent.Ret. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASTM C-33 HUSC 4		Características físicas	
2"	50.800							Diámetro nominal máximo.	1
1 1/2"	38.100				100.0	100	100	Pesante malla N.º 200	10.20%
1"	25.400	233.80	8.66	8.7	91.3	90	100		
3/4"	19.050	2170.00	80.37	89.0	11.0	20	55	Peso específico seco (gr/cc)	2.29
1/2"	12.700	251.74	9.32	98.4	1.7	0	10		
3/8"	9.525	2.75	0.10	98.5	1.6	0	5	Absorción (%)	1.83%
Nº 4	4.760	0.00	0.00	98.5	1.6				
< Nº 4	0.000	0.00	0.00	98.5	1.6			Humedad (%)	0.24%
								Peso unitario suelto (Kg/m³)	1384.0
								Peso unitario compact. (Kg/m³)	1542.0



**2. PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C 128)**

DENSIDADES RELATIVAS				
Prueba N°		1	2	Promedio
1. Masa de la muestra ensayada secada al horno	(A) [gr]	1965.00	1967.00	
2. Masa del material saturado superficialmente seco	(B) [gr]	2001.00	2003.00	
3. Masa aparente en agua de la muestra saturada	(C) [gr]	1143.00	1152.00	
5. Densidad relativa Seca	A/(B-C) [gr/cc]	2.29	2.31	2.301
6. Densidad relativa (SSS)	B/(B-C) [gr/cc]	2.33	2.35	2.34
7. Densidad relativa Aparente	A/(A-C) [gr/cc]	2.39	2.41	2.40

ABSORCIÓN				
10. Masa del material saturado superficialmente seco	(B) [gr/cc]	2001.00	2003.00	
11. Masa de la muestra ensayada secada al horno	(A) [gr/cc]	1965.00	1967.00	
12. Porcentaje de absorción	((S-A)/A)100[%]	1.83%	1.83%	1.83%

**3. PESO UNITARIO (NORMA ASTM C 29)**

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	36.050	36.100	38.450	38.400
2. Peso molde	[Kg]	15.50	15.50	15.50	15.50
3. Peso del material	[Kg]	20.550	20.600	22.950	22.900
4. Volumen del molde	[m³]	0.0149	0.0149	0.0149	0.0149
5. Peso Unitario	[Kg/m³]	1382.00	1386.00	1544.00	1540.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m³]	1384.00		1542.00	


**Luis López Mendoza**  
 ING. CIVIL CIP N° 75233  
 ESTACIONAMENTO DE LABORATORIO

## ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

"Diseño de un concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba – 2021"

---

### • DISEÑO DE MEZCLA



LM CEDONSE E.I.R.L.

CARRETERA F.B.T. S/N – MOYOBAMBA - SAN MARTIN

18

PROYECTO :	"Diseño de un concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba – 2021"	
UBICACIÓN :	Moyobamba	
REALIZADO :	Rubén Ochoa Bustamante - Nilson Vallejos Constantino	
CANTERAS :	Cantera Rio Naranjillo	
ING. RESPONSABLE :	Ing. Luis Lopez Mendoza CIP:75233	FECHA: 10/05/2021

**I Datos del Cemento**

Tipo de cemento: PACASMAYO PORTLAND TIPO I		
$f'c =$	<b>250</b>	$\text{kg/cm}^2$
Slup Requerido	3" a 4"	Pulg
Densidad Cemento	3.12	$\text{gr/cm}^3$
Densidad Agua	1000	$\text{kg/m}^3$

**II Datos de los Agregados (Resultados del Laboratorio)**

Características Físicas de Agregados (Cantera Naranjillo)	Agregado Fino (Arena grueso)	Agregado Grueso (Piedra Chancada de 1")
Perfil		Angular
Peso Unitario Suelto en $\text{kg/m}^3$	1570.00	1384.00
Peso Unitario Compactado en $\text{kg/m}^3$	1737.00	1542.00
Densidad en $\text{kg/m}^3$	2609.33	2290.21
Porcentaje de Absorción	2.54%	1.83%
Porcentaje de Humedad	0.47%	0.24%
Modulo de Fineza	2.83	
Tamaño Maximo Nominal en pulg	1 "	

**III Cálculo de la Resistencia Promedio Requerida ( $f'cr$ )**

Cuando $f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'c+70$
210 - 350	$f'c+84$
>350	$f'c+98$

Entonces  $f'cr = 334.00 \text{ kg/cm}$

**III Cálculo del Contenido de Aire**

Tam Máx Nom Ag Grueso	Aire Atrapado
3/8	3.0%
1	1.5%
1 1/2	1.0%
2	0.5%
3	0.3%
4	0.2%

Entonces  $\%A = 1.50\%$



IV Contenido de Agua

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Agua en Lt/m <sup>3</sup> , Para el Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso (sin aire incorporado)								
Asent	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
5" a 7"	243	228	216	202	190	160	160	

Asentamiento	Tamaño Agregado
3" a 4"	1

De Tabla Cant Agua = 193.00 lt

V Relación Agua Cemento

$f'_{cr} =$ 

300	0.55
334	X=
350	0.48

 $= 0.502 = a/c$

VI Contenido de Cemento

$a/c = 0.502$   
 $a = 193.00 \text{ lt}$

Entonces  $C = 384.16 \text{ kg}$

Peso Cemento  $42.50 \text{ kg}$

Factor  $C = 9.04 \text{ bolsas/m}^3$

VI Peso de Agregado Grueso

Peso a.g. =  $b/b_o$ (Peso u.s.c)

De Tabla  $b/b_o =$  Cruce entre Tam Max Agregado y Modulo de fineza

	1	2.83
De Tabla $b/b_o =$	0.670	
Peso u.s.c. =	1542.00	

Peso a.g. =  $b/b_o$ (Peso u.s.c) = 1033.14 kg

VII Volumen Absoluto

Datos calculados

Aire = 1.50% = 0.015 m<sup>3</sup>  
 Agua = 193.00 lt = 0.193 m<sup>3</sup>  
 Cemento = 384.16 kg = 0.123 m<sup>3</sup>  
 Peso a. grueso = 1033.14 kg = 0.451 m<sup>3</sup>  
 =====

Volumen del fino = 0.218 m<sup>3</sup>  
 Peso a. fino = 568.21 kg


  
**Luis López Mendoza**  
 ING. CIVIL CIP N° 75233  
 ESPECIALISTA DE LABORATORIO

LM CECONSE E.I.R.L.

VII Presentación del Diseño en Estado Seco y Corrección Por Humedad de los Agregados

Corrección =  $\text{Peso seco} \times (\text{w\%/100+1})$

			Corrección	
Aire	= 1.50%	=	1.50%	0.015
Agua	= 193.00 lt	=	193.00 lt	0.193
Cemento	= 384.16 kg	=	384.16 kg	0.123 m3
Peso a. fino	= 568.21 kg	=	570.88 kg	0.219 m3
Peso a. grueso	= 1033.14 kg	=	1035.65 kg	0.452 m3
			2211.97 kg	1.002 m3

VIII Aporte de Agua a la Mezcla

$(\%w - \%abs) \times \text{Agregado seco}$

Agregado fino	=	-11.83 lt
Agregado grueso	=	-16.45 lt
		=====
		-28.28 lt

Aporte efectiva = Agua calculada - Agua de aporte = 221.28 lt

IX Proporciónamiento del Diseño en kg/m3

9.49 bolsas/m3

Cemento Pacasmayo Porlant tipo - I	A. Fino	A. Grueso 1"	Agua
384.16 kg	599.43 kg	1087.44 KG	232.34 lt

X Dosificación en peso

Cemento Pacasmayo Porlant tipo - I	A. Fino	A. Grueso 1"	Agua
1.00 kg	1.56 kg	2.83 kg	1.65 lt

XI Proporción en metros cúbicos (m3)

Cemento Pacasmayo Porlant tipo - I	A. Fino	A. Grueso 1"	Agua
9.49 bolsa	0.382 m3	0.786 m3	232.34 lt

XI Proporción en un pies cúbicos (pie3)

Cemento Pacasmayo Porlant tipo - I	A. Fino	A. Grueso 1"	Agua
1.00 bolsa	1.49 pie3	3.07 pie3	25.70 lt

XI Proporción en un balde de 18 litros

1.00 balde = 18.00 lt

Cemento Pacasmayo Porlant tipo - I	A. Fino	A. Grueso 1"	Agua
1.00 bolsa	2.34 baldes	4.83 baldes	25.70 lt



*Luis López Mendez*  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

LM CECONSE E.I.R.L.



**LMCECONSE**  
CONSULTORES Y EJECUTORES

Centro de Servicios,

consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas

Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba -

Perú

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20

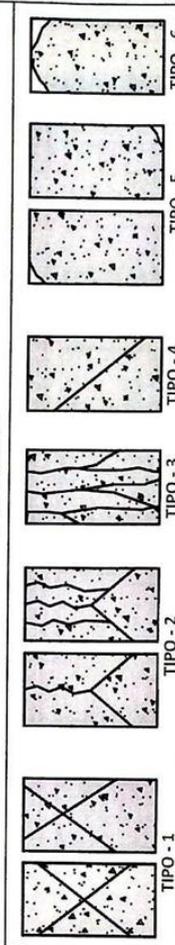
OBRA : "Diseño de un concreto f'c = 250 kg/cm2, con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba - 2021"  
CERTIFICADO : N° 2914  
ING. LABORATORIO : Ing. P.O.M.G  
SUPERVISADO POR : ING L.L.M  
LUGAR DE EJECUCIÓN : LM CECONSE  
FECHA : 03/06/2021  
HORA : 09:30:00 a. m.

REALIZADO : Rubén Ochoa Bustamante - Nilson Vallejos Constantino  
LUGAR : Moyobamba  
ESTRUCTURA : Lo que se describe  
RESISTENCIA : 250 kg/cm2

N°	DESCRIPCION	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Díametro probeta (cm)	Altura probeta (cm)	Densidad (kg/m3)	Carga Kg-f	Área de probeta (cm2)	Resistencia (kg/cm2)	F'c DISEÑO (kg/cm2)	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
1.00	PATRON	27/05/2021	03/06/2021	7.00	15.40	30.00	2.35	37,775.74	186.27	202.81	250	81.12	1

TiPos de Falla: (ASTM C 39)  
1. Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas  
2. Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono bien definido en la otra base  
3. Grietas verticales: columnares en ambas bases, conos no bien formados  
4. Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1  
5. Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado  
6. Fractura en todo el perímetro de una base

INGENIERO RESPONSABLE



Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.



Centro de Servicios,  
 consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas  
 Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba -  
 Perú



**LM CECONSE**  
 CONSULTORES Y EJECUTORES

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
 ASTM C39/C39M-20

OBRA : "Diseño de un concreto f'c = 250 kg/cm2, con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba - 2021"  
 REALIZADO : Rubén Ochoa Bustamante - Nilson Vallejos Constatmintno  
 LUGAR : Moyobamba  
 ESTRUCTURA : Lo que se describe  
 RESISTENCIA : 250 kg/cm2

CERTIFICADO : N° 2915  
 ING. LABORATORIO : Ing. P.O.M.G  
 SUPERVISADO POR : ING L.L.M  
 LUGAR DE EJECUCIÓN : LM CECONSE  
 FECHA : 03/06/2021  
 HORA : 09:30:00 a. m.

N°	DESCRIPCION	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro probeta (cm)	Altura probeta (cm)	Densidad (kg/m3)	Carga Kg-f	Área de probeta (cm2)	Resistencia (kg/cm2)	F'c DISEÑO (kg/cm2)	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
2.00	7% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	03/06/2021	7.00	15.40	30.00	2.35	40,290.52	186.27	216.31	250	86.52	2
3.00	7% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	03/06/2021	7.00	15.30	30.00	2.38	40,214.07	183.85	218.73	250	87.49	3
4.00	7% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	03/06/2021	7.00	15.20	30.00	2.43	40,392.46	181.46	222.80	250	89.04	2

- F (Mpa) Carga máxima aplicada expresada en kilo  
 - R c : Resistencia a la compresión expresada en kg/cm2  
 - Para el refrendado se utilizan almidonillos de incopreno de acuerdo al estándar de referencia.  
 - Testigos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.  
 - El ensayo se efectúa en una Prensa, con célula de carga calibrada.  
 - El muestreo para la ejecución de ensayos de asentamiento y resistencia se cllie a la norma ASTM C 172.

Tipos de Falla:  
 (ASTM C 39)

- 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas
- 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono bien definido en la otra base
- 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados
- 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1
- 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado
- 6: Fractura en todo el perímetro de una base

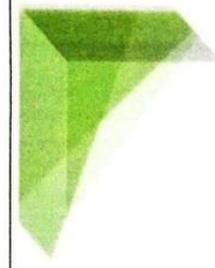
INGENIERO RESPONSABLE

**Luis López Mendoza**  
 ING. CIVIL CIP N° 75233  
 ESPECIALISTA DE LABORATORIO

TIPO DE FRACTURA

TIPO - 1      TIPO - 2      TIPO - 3      TIPO - 4      TIPO - 5      TIPO - 6

Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.



**Centro de Servicios,  
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas  
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba -  
Perú**



**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**  
Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20

OBRA : "Diseño de un concreto f'c = 250 kg/cm2, con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba - 2021"  
CERTIFICADO : N° 2916  
ING. LABORATORIO : Ing. P.O.M.G  
SUPERVISADO POR : ING L.L.M  
LUGAR DE EJECUCION : LM CECONSE  
FECHA : 03/06/2021  
HORA : 09:30:00 a. m.

REALIZADO : Rubén Ochoa Bustamante - Nilson Vallejos Constamitino  
LUGAR : Moyobamba  
ESTRUCTURA : Lo que se describe  
RESISTENCIA : 250 kg/cm2

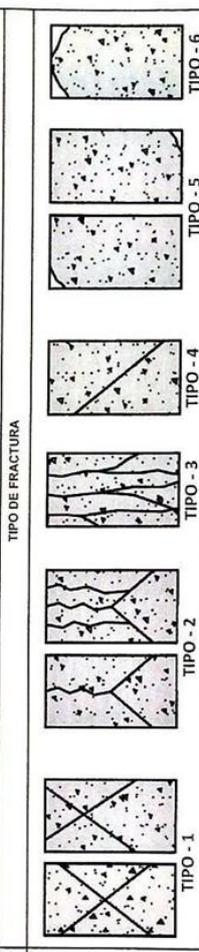
N°	DESCRIPCION	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro probeta (cm)	Altura probeta (cm)	Densidad (kg/m3)	Carga Kgf	Área de probeta (cm2)	Resistencia (kg/cm2)	F'c DISEÑO (kg/cm2)	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
5.00	9% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	03/06/2021	7.00	15.30	30.00	2.37	38,251.78	183.85	208.06	250	83.22	4
6.00	9% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	03/06/2021	7.00	15.20	30.00	2.41	38,352.70	181.46	211.36	250	84.54	3
7.00	9% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	03/06/2021	7.00	15.20	30.00	2.42	38,496.43	181.46	212.15	250	84.86	1

- P (max) : Carga máxima aplicada expresada en kilo  
- R c : Resistencia a la compresión expresada en kg/cm2  
- Para el referendado se utilizan alícuotas de neopreno de acuerdo al estándar de referencia.  
- Testigos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.  
- El ensayo se efectúa en una Prensa, con célula de carga calibrada.  
El muestreo para la ejecución de ensayos de asentamiento y resistencia se cife a la norma ASTM C 172.

INGENIERO RESPONSABLE




**Luis Lopez Mendoza**  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO



Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.



**LA CECONSE**  
CONSULTORES Y EJECUTORES

Centro de Servicios,

consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas

Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba -

Perú



**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20

OBRA : "Diseño de un concreto f'c = 250 kg/cm2, con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba - 2021"  
 REALIZADO : Rubén Ochoa Bustamante - Nilson Vallejos Constamitino  
 LUGAR : Moyobamba  
 ESTRUCTURA : Lo que se describe  
 RESISTENCIA : 250 kg/cm2

CERTIFICADO : N° 2917  
 ING. LABORATORIO : Ing. P.O.M.G  
 SUPERVISADO POR : ING L.L.M  
 LUGAR DE EJECUCIÓN : LM CECONSE  
 FECHA : 03/06/2021  
 HORA : 09:30:00 a. m.

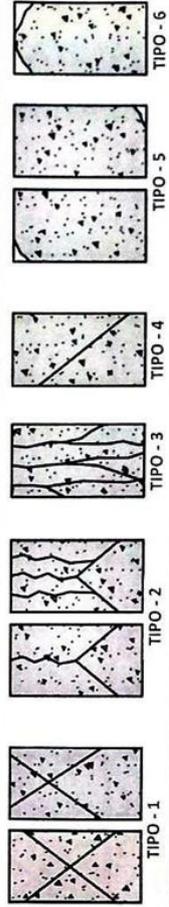
N°	DESCRIPCION	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro probeta (cm)	Altura probeta (cm)	Densidad (kg/m3)	Carga (kgf)	Area de probeta (cm2)	Resistencia (kg/cm2)	F'c DISEÑO (kg/cm2)	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
8.00	11% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	03/06/2021	7.00	15.20	30.00	2.39	32,554.54	181.46	179.40	250	71.76	2
9.00	11% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	03/06/2021	7.00	15.20	30.00	2.40	32,676.86	181.46	180.08	250	72.03	5
10.00	11% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	03/06/2021	7.00	15.20	30.00	2.22	32,878.70	181.46	181.19	250	72.48	3

Tipos de fallas: (ASTM C 39)  
 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas  
 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales o través de las capas, como bien definido en la otra base  
 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados  
 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1  
 5: Fracturas de todo en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con los conos de embanado  
 6: Fractura en todo el perimetro de una base

INGENIERO RESPONSABLE



TIPO DE FRACTURA



Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.



**LMCECONSE**  
CONSULTORES Y EJECUTORES

*Centro de Servicios,  
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas  
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba -  
Perú*

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C 39/C 39M-20

OBRA : "Diseño de un concreto  $f'c = 250$  kg/cm<sup>2</sup>, con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba – 2021"  
CERTIFICADO : N° 2918  
ING. LABORATORIO : Ing. P.O.M.G  
SUPERVISADO POR : ING L.L.M  
LUGAR DE EJECUCIÓN : LM CECONSE  
FECHA : 10/06/2021  
HORA : 05:30:00 p. m.

REALIZADO : Rubén Ochoa Bustamante - Nilson Vallejos Constamitino  
LUGAR : Moyobamba  
ESTRUCTURA : Lo que se describe  
RESISTENCIA : 250 kg/cm<sup>2</sup>

N°	DESCRIPCION	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Díametro probeta (cm)	Altura probeta (cm)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Carga kg-f	Área de probeta (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	F' C DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
1.00	PATRON	27/05/2021	10/06/2021	14.00	15.40	30.00	2.35	41,997.96	186.27	225.47	250	90.19	1

Tipos de Falla: (ASTM C 39)  
1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas  
2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como bien definido en la otra base  
3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados  
4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1  
5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embanado  
6: Fractura en todo el perímetro de una base

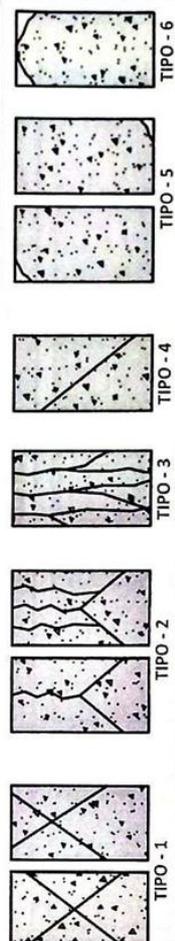
INGENIERO RESPONSABLE



**Luis López Mendoza**  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO



TIPO DE FRACTURA



TIPO - 1      TIPO - 2      TIPO - 3      TIPO - 4      TIPO - 5      TIPO - 6

Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.



**LM CECONSE**  
CONSULTORES Y EJECUTORES

**Centro de Servicios,  
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas  
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba -  
Perú**

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

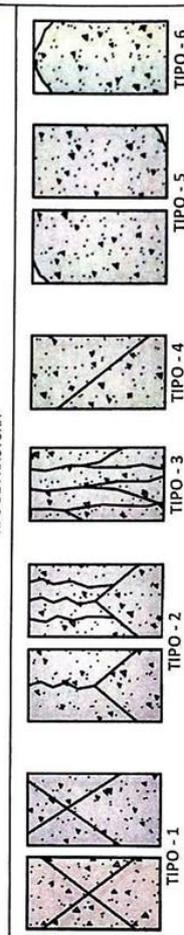
Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20

OBRA : "Diseño de un concreto f'c = 250 kg/cm2, con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión,  
Moyobamba - 2021"  
CERTIFICADO : N° 2919  
ING. LABORATORIO : Ing. P.O.M.G  
REALIZADO : Rubén Ochoa Bustamante - Nilson Vallejos Constamitino  
SUPERVISADO POR : ING L.L.M  
LUGAR : Moyobamba  
LUGAR DE EJECUCIÓN : LM CECONSE  
ESTRUCTURA : Lo que se describe  
FECHA : 10/06/2021  
RESISTENCIA : 250 kg/cm2  
HORA : 05:30:00 p. m.

N°	DESCRIPCIÓN	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Díametro probeta (cm)	Altura probeta (cm)	Densidad (kg/m3)	Carga Kgf	Area de probeta (cm2)	Resistencia (kg/cm2)	F' C DISEÑO (kg/cm2)	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
2.00	7% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	10/06/2021	14.00	15.40	30.00	2.33	44,786.95	186.27	240.45	250	96.18	2
3.00	7% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	10/06/2021	14.00	15.30	30.00	2.37	44,884.81	183.85	244.13	250	97.65	3
4.00	7% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	10/06/2021	14.00	15.20	30.00	2.43	43,889.91	181.46	241.87	250	96.75	2

- P (max) : Carga máxima aplicada expresada en kilo  
- R' C : Resistencia a la compresión expresada en kg/cm2  
- Para el referendado se utilizan alambardillas de neopreno de acuerdo al estándar de referencia.  
- Testigos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.  
- El ensayo se efectúa en una Prensa, con célula de carga calibrada.  
- El muestreo para la ejecución de ensayos de asentamiento y resistencia se cife a la norma ASTM C.172.

TIPOS DE FALLA: (ASTM C 39)  
1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre copas  
2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales o través de las copas, cono bien definido en la otra base  
3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados  
4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1  
5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las copas de embonado  
6: Fractura en todo el perímetro de una base



INGENIERO RESPONSABLE  
**Luis López Mendoza**  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

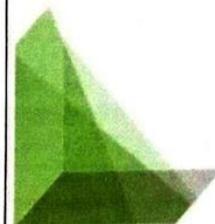
Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.



**Centro de Servicios,**  
**consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas**  
**Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba -**  
**Perú**



**LM CECONSE**  
CONSULTORES Y EJECUTORES



**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20

OBRA : "Diseño de un concreto f'c = 250 kg/cm<sup>2</sup>, con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba - 2021"

CERTIFICADO : N° 2920

ING. LABORATORIO : Ing. P.O.M.G

SUPERVISADO POR : ING L.L.M

LUGAR DE EJECUCIÓN : LM CECONSE

FECHA : 10/06/2021

HORA : 05:30:00 p. m.

REALIZADO : Rubén Ochoa Bustamante - Nilson Vallejos Constamitino

LUGAR : Moyobamba

ESTRUCTURA : Lo que se describe

RESISTENCIA : 250 kg/cm<sup>2</sup>

N°	DESCRIPCION	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro probeta (cm)	Altura probeta (cm)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Carga kg.f	Area de probeta (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
5.00	9% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	10/06/2021	14.00	15.30	30.00	2.37	43,042.81	183.85	234.11	250	93.65	2
6.00	9% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	10/06/2021	14.00	15.20	30.00	2.41	42,837.92	181.46	236.08	250	94.43	3
7.00	9% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	10/06/2021	14.00	15.20	30.00	2.42	43,460.75	181.46	239.51	250	95.80	4

TiPos de Falla: (ASTM C 39)

1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre copas  
 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las copas, como bien definido en la otra base  
 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, como no bien formados  
 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1  
 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con los copos de embonado  
 6: Fractura en todo el perímetro de una base

INGENIERO RESPONSABLE

**Luis Lopez Mendocinos**  
ING. CIVIL CIP N° 75233  
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

TIPO DE FRACHTURA

TIPO - 1      TIPO - 2      TIPO - 3      TIPO - 4      TIPO - 5      TIPO - 6

Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.



**LM CECONSE**  
CONSULTORES Y EJECUTORES

Centro de Servicios,  
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas  
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba -  
Perú

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20

OBRA : "Diseño de un concreto f'c = 250 kg/cm<sup>2</sup>, con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba - 2021"  
CERTIFICADO : N° 2921  
ING. LABORATORIO : Ing. P.O.M.G.  
LUGAR : Moyobamba  
SUPERVISADO POR : ING L.L.M.  
ESTRUCTURA : Lo que se describe  
LUGAR DE EJECUCIÓN : LM CECONSE  
RESISTENCIA : 250 kg/cm<sup>2</sup>  
FECHA : 10/06/2021  
HORA : 05:30:00 p. m.

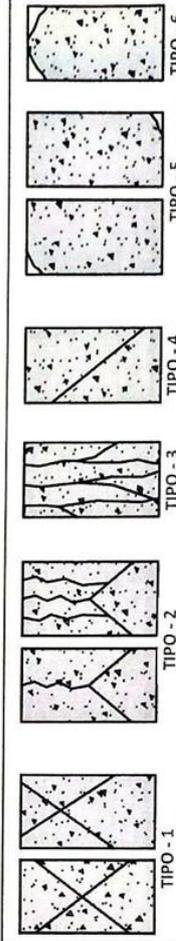
N°	DESCRIPCION	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro probeta (cm)	Altura probeta (cm)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Carga Kgf	Área de probeta (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	F' C DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
8.00	11% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	10/06/2021	14.00	15.20	30.00	2.39	37,742.10	181.46	207.99	250	83.20	2
9.00	11% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	10/06/2021	14.00	15.20	30.00	2.40	37,975.54	181.46	209.28	250	83.71	2
10.00	11% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	10/06/2021	14.00	15.20	30.00	2.22	38,068.30	181.46	209.79	250	83.92	3

P (máx): Carga máxima aplicada expresada en kilo  
R C : Resistencia a la compresión expresada en Kg/cm<sup>2</sup>  
Para el referendado se utilizan almadillas de neopreno de acuerdo al estándar de referencia.  
Testigos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.  
El ensayo se efectúa en una Prensa, con célula de carga calibrada.  
El muestreo para la ejecución de ensayos de asentamiento y resistencia se rige a la norma ASTM C 172.

INGENIERO RESPONSABLE



TIPO DE FRACTURA



Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.



**LMCECONSE**  
CONSULTORES Y EJECUTORES

Centro de Servicios,

consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas

Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba -

Perú

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20

OBRA : "Diseño de un concreto  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba - 2021"

REALIZADO : Rubén Ochoa Bustamante - Nilson Vallejos Constamitino

LUGAR : Moyobamba

ESTRUCTURA : Lo que se describe

RESISTENCIA : 250  $\text{kg/cm}^2$

CERTIFICADO : N° 3425  
ING. LABORATORIO : Ing. P.O.M.G  
SUPERVISADO POR : ING L.L.M  
LUGAR DE EJECUCIÓN : LM CECONSE  
FECHA : 24/06/2021  
HORA : 11:11:00 a. m.

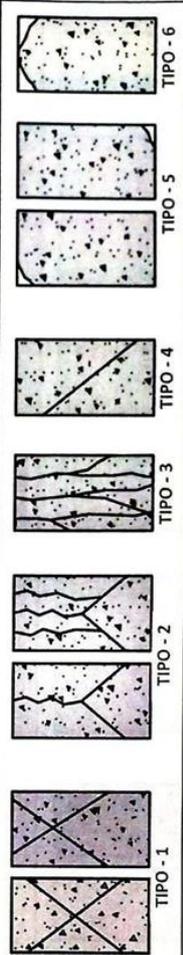
N°	DESCRIPCION	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Dímetro probeta (cm)	Altura probeta (cm)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Carga Kg-f	Área de probeta (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	F' C DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
1.00	PATRON	27/05/2021	24/06/2021	28.00	15.40	30.00	2.37	46,939.86	186.27	252.01	250	100.80	3

Tipos de Falla: (ASTM C 39)  
 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas  
 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como bien definido en la otra base  
 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados  
 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1  
 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con los conos de emboñado  
 6: Fractura en todo el perímetro de una base

INGENIERO RESPONSABLE




TIPO DE FRACTURA



Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.



**LM CECONSE**  
CONSULTORES Y EJECUTORES

Centro de Servicios,  
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas  
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba -  
Perú

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20

OBRA : "Diseño de un concreto f'c = 250 kg/cm<sup>2</sup>, con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba - 2021"  
REALIZADO : Rubén Ochoa Bustamante - Nilson Vallejos Constamitino  
LUGAR : Moyobamba  
ESTRUCTURA : Lo que se describe  
RESISTENCIA : 250 kg/cm<sup>2</sup>

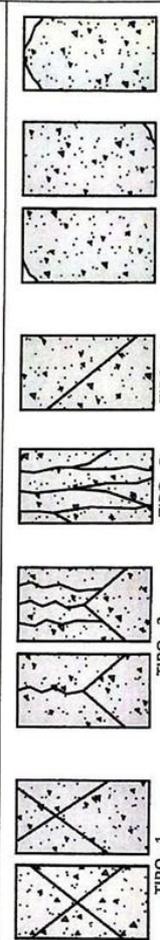
CERTIFICADO : N° 3426  
ING. LABORATORIO : Ing. P.O.M.G  
SUPERVISADO POR : ING L.L.M  
LUGAR DE EJECUCION : LM CECONSE  
FECHA : 24/06/2021  
HORA : 11:11:00 a. m.

N°	DESCRIPCION	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro probeta (cm)	Altura probeta (cm)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Carga Kg-f	Área de probeta (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
2.00	7% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	24/06/2021	28.00	15.30	30.00	2.37	48,918.45	183.85	266.07	250	106.43	1
3.00	7% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	24/06/2021	28.00	15.20	30.00	2.41	48,473.50	181.46	267.13	250	106.85	2
4.00	7% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	24/06/2021	28.00	15.20	30.00	2.44	47,996.94	181.46	264.51	250	105.80	1

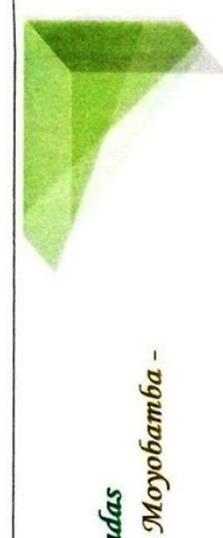
- P (max) : Carga máxima aplicada expresada en kilo  
- R'c : Resistencia a la compresión expresada en kg/cm<sup>2</sup>  
- Para el refrendado se utilizan alfileres de acero de acuerdo al estándar de referencia.  
- Testigos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.  
- El ensayo se efectúa en una Prensa, con celda de carga calibrada.  
- El muestreo para la ejecución de ensayos de asentamiento y resistencia se rige a la norma ASTM C 172.

Tipos de Falla:  
(ASTM C 39)  
1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas  
2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como bien definido en la otra base  
3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados  
4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1  
5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado  
6: Fractura en todo el perímetro de una base

INGENIERO RESPONSABLE



Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.



Centro de Servicios,  
 consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas  
 Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba -  
 Perú

**LMCECONSE**  
 CONSULTORES Y EJECUTORES

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens

ASTM C39/C39M-20

OBRA : "Diseño de un concreto f'c = 250 kg/cm2, con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba - 2021"  
 REALIZADO : Rubén Ochoa Bustamante - Nilson Vallejos Constanantino  
 LUGAR : Moyobamba  
 ESTRUCTURA : Lo que se describe  
 RESISTENCIA : 250 kg/cm2

CERTIFICADO : N° 3427  
 ING. LABORATORIO : Ing. P.O.M.G  
 SUPERVISADO POR : ING L.L.M  
 LUGAR DE EJECUCIÓN : LM CECONSE  
 FECHA : 24/06/2021  
 HORA : 11:11:00 a. m.

N°	DESCRIPCION	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro probeta (cm)	Altura probeta (cm)	Densidad (kg/m3)	Carga Kgf	Área de probeta (cm2)	Resistencia (kg/cm2)	F' C DISEÑO (kg/cm2)	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
5.00	9% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	24/06/2021	28.00	15.00	30.00	2.49	45,930.68	176.71	259.91	250	103.97	2
6.00	9% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	24/06/2021	28.00	15.20	30.00	2.43	45,835.88	181.46	252.60	250	101.04	3
7.00	9% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	24/06/2021	28.00	15.00	30.00	2.49	45,489.30	176.71	257.42	250	102.37	3

- P (max) : Carga máxima aplicada expresada en kilo  
 - R'c : Resistencia a la compresión expresada en kg/cm2  
 - Para el referendado se utilizan almohadillas de neopreno de acuerdo al estándar de referencia.  
 - Testigos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.  
 - El ensayo se efectúa en una Prensa, con célula de carga calibrada.  
 - El muestreo para la ejecución de ensayos de asentamiento y resistencia se cite a la norma ASTM C. 172.

INGENIERO RESPONSABLE

TIPO DE FRACTURA

Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.



**LM CECONSE**  
CONSULTORES Y EJECUTORES

*Centro de Servicios,  
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas  
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba -  
Perú*

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**  
Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-20

OBRA : "Diseño de un concreto f'c = 250 kg/cm<sup>2</sup>, con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba – 2021"  
CERTIFICADO : N° 3428  
ING. LABORATORIO : Ing. P.O.M.G  
SUPERVISADO POR : ING L.L.M  
LUGAR DE EJECUCIÓN : LM CECONSE  
FECHA : 24/06/2021  
HORA : 11:11:00 a. m.

REALIZADO : Rubén Ochoa Bustamante - Nilson Vallejos Constantino  
LUGAR : Moyobamba  
ESTRUCTURA : Lo que se describe  
RESISTENCIA : 250 kg/cm<sup>2</sup>

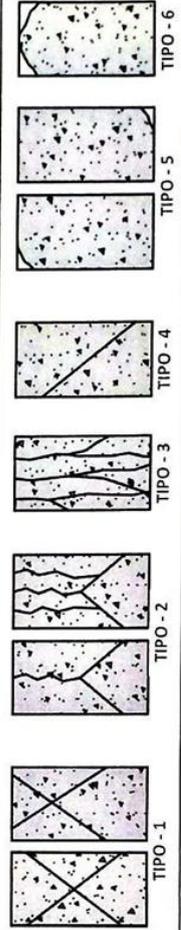
N°	DESCRIPCION	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diametro probeta (cm)	Altura probeta (cm)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Carga Kg-f	Área de probeta (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	F C DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) OBTENIDO	Tipo de Falla
8.00	11% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	24/06/2021	28.00	15.30	30.00	2.36	43.858.31	183.85	238.55	250	95.42	1
9.00	11% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	24/06/2021	28.00	15.30	30.00	2.40	44.072.38	183.85	239.71	250	95.89	1
10.00	11% incorporación de ceniza de bagazo de caña	27/05/2021	24/06/2021	28.00	15.30	30.00	2.40	43.165.14	183.85	234.78	250	93.91	2

- F (max) : Carga máxima aplicada expresada en kilo  
- R'c : Resistencia a la compresión expresada en kg/cm<sup>2</sup>  
- Para el referendado se utilizan simonadillas de neopreno de acuerdo al estándar de referencia.  
- Testigos curados en condiciones de laboratorio hasta la fecha de ensayo.  
El ensayo se efectúa en una Prensa, con célula de carga calibrada.  
- El muestreo para la ejecución de ensayos de asentamiento y resistencia se cite a la norma ASTM C 172.

INGENIERO RESPONSABLE



TIPO DE FRACTURA



Muestra identificada y entregada por el solicitante, ensayo realizado según norma vigente.

## **ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO**

"Diseño de un concreto  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba – 2021"

---

### • **CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**



**LM CECONSE E.I.R.L.**

CARRETERA F.B.T. S/N – MOYOBAMBA - SAN MARTIN

19

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 120 - 2021***Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>210118</b>	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).
<b>2. Solicitante</b>	<b>LM CECONSE E.I.R.L.</b>	
<b>3. Dirección</b>	Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN	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.  METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA DE CONCRETO</b>	
<b>Capacidad</b>	2000 kN	
<b>Marca</b>	A&A INSTRUMENTS	
<b>Modelo</b>	STYE-2000	
<b>Número de Serie</b>	70824	
<b>Procedencia</b>	CHINA	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Indicación</b>	DIGITAL	
<b>Marca</b>	MC	
<b>Modelo</b>	LM-02	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA	
<b>Resolución</b>	0,01 / 0,1 kN (*)	
<b>Ubicación</b>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2021-05-24	

**Fecha de Emisión****Jefe del Laboratorio de Metrología****Sello**

2021-06-04



 Firmado digitalmente por  
 Eleazar Cesar Chavez Raraz  
 Fecha: 2021.06.04 16:00:12  
 -05'00'


**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LF - 120 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza*

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

**7. Lugar de calibración****LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	26,5 °C	26,7 °C
Humedad Relativa	65 % HR	64 % HR

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-187747 / 2020-195857	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-024-21A

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.
- (\*) La resolución del indicador es 0,01 kN para lecturas menores a 1000 kN y 0,1 kN para lecturas fuera de este rango.

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Telf: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 120 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kN)	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_{promedio}$ (kN)
10	100,0	100,4	100,8	100,5	100,6
20	200,0	201,1	201,5	200,9	201,2
30	300,0	301,9	301,6	301,7	301,7
40	400,0	401,9	402,0	401,6	401,9
50	500,0	504,6	504,7	504,3	504,6
60	600,0	605,6	605,8	605,8	605,7
70	700,0	706,3	706,4	706,5	706,4
80	800,0	807,5	807,9	807,3	807,6
90	900,0	901,5	901,7	901,5	901,5
100	1000,0	996,6	996,9	996,8	996,8
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100,0	-0,59	0,34	---	0,01	0,55
200,0	-0,59	0,27	---	0,01	0,55
300,0	-0,57	0,10	---	0,00	0,55
400,0	-0,46	0,12	---	0,00	0,55
500,0	-0,90	0,07	---	0,00	0,55
600,0	-0,94	0,04	---	0,00	0,55
700,0	-0,91	0,03	---	0,00	0,55
800,0	-0,94	0,08	---	0,00	0,55
900,0	-0,17	0,02	---	0,00	0,55
1000,0	0,32	0,03	---	0,00	0,55

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0,00 %
---	--------

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura 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.

**INFORME DE VERIFICACIÓN  
MT - IV - 116 - 2021***Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud*

Página 1 de 2

<b>1. Expediente</b>	<b>210118</b>
<b>2. Solicitante</b>	<b>LM CECONSE E.I.R.L.</b>
<b>3. Dirección</b>	Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN
<b>4. Instrumento de medición</b>	<b>MOLDE CÓNICO / VARILLA PARA APISONADO</b>
<b>Marca</b>	<b>PALIO</b>
<b>Modelo</b>	<b>NO INDICA</b>
<b>Número de Serie</b>	<b>1010</b>
<b>Procedencia</b>	<b>NO INDICA</b>
<b>Código de Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>
<b>5. Lugar de verificación</b>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>
<b>6. Fecha de Verificación</b>	<b>2021-05-24</b>

Este informe de verificación 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).

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

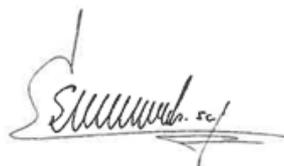
METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

**Fecha de Emisión****Jefe del Laboratorio de Metrología****Sello**

2021-06-04



Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.06.05 13:11:58  
-05'00'

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Telf: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN  
MT - IV - 116 - 2021***Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud*

Página 2 de 2

**7. Método de Verificación**

La verificación se realizó por el método de comparación con patrones trazables a DM / INACAL tomando como referencia las especificaciones citadas en la norma internacional ASTM C 128 "Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate".

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Anillo Patrón INACAL DM / LLA-005-2020	PIE DE REY 300 mm con incertidumbre de medición de 11 $\mu$ m	F-1039-2020
Cilindro Patrón INACAL DM / LLA-037-2020		
Bloques Patrón (grado 0) INACAL DM / LLA-275-2018		
Bloques Patrón (grado 1) INACAL DM / LLA-C-035-2019		
PESAS (Clase de exactitud F1) IP-214-2020	Pesas (exactitud M1)	SGM-A-2145-2020

**9. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	26,5 °C	26,5 °C
Humedad Relativa	73 %HR	73 %HR

**10. Resultados**

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

Molde Cónico	
Diámetro mayor promedio	89,64 mm
Diámetro menor promedio	40,94 mm
Espesor	1,19 mm
Altura promedio	75,04 mm

Varilla Apisonada	
Diámetro de la base	24,82 mm
Peso	346,07 g

**11. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICADO**.
- El rango admisible para el espesor del molde cónico es de 0,80 como mínimo.
- El rango admisible para el diámetro interior de la base menor del molde cónico es de  $40 \pm 3$  mm.
- El rango admisible para el diámetro interior de la base mayor del molde cónico es de  $90 \pm 3$  mm.
- El rango admisible para la altura del molde cónico es de  $75 \pm 3$  mm.
- El rango admisible para el diámetro de la cara plana del apisonador es de  $25 \pm 3$  mm.
- El rango admisible para la masa del apisonador es de  $340 \pm 15$  g.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LM - 240 - 2021***Área de Metrología  
Laboratorio de Masa*

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	<b>210118</b>
<b>2. Solicitante</b>	<b>LM CECONSE E.I.R.L.</b>
<b>3. Dirección</b>	Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>
<b>Capacidad Máxima</b>	<b>500 g</b>
<b>División de escala (d)</b>	<b>0,1 g</b>
<b>Div. de verificación (e)</b>	<b>1 g</b>
<b>Clase de exactitud</b>	<b>III</b>
<b>Marca</b>	<b>OHAUS</b>
<b>Modelo</b>	<b>YA501</b>
<b>Número de Serie</b>	<b>NO INDICA</b>
<b>Capacidad mínima</b>	<b>2 g</b>
<b>Procedencia</b>	<b>USA</b>
<b>Identificación</b>	<b>2289 (*)</b>
<b>Ubicación</b>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2021-05-22</b>

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).

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

METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-06-04

Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.06.04 15:57:42  
-05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA  
Telf: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com  
metrologia@metrologiatecnicas.com  
www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 240 - 2021**

Página 2 de 4

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

**7. Lugar de calibración****LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	28,0	28,1
Humedad Relativa (%)	59	62

**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL LM-075-2020	Pesa (exactitud E2)	LM-C-257-2020

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 242 - 2021**

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	<b>210118</b>
<b>2. Solicitante</b>	<b>LM CECONSE E.I.R.L.</b>
<b>3. Dirección</b>	Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>
<b>Capacidad Máxima</b>	<b>30 000 g</b>
<b>División de escala (d)</b>	<b>1 g</b>
<b>Div. de verificación (e)</b>	<b>10 g</b>
<b>Clase de exactitud</b>	<b>III</b>
<b>Marca</b>	<b>OHAUS</b>
<b>Modelo</b>	<b>R31P30</b>
<b>Número de Serie</b>	<b>8336030008</b>
<b>Capacidad mínima</b>	<b>20 g</b>
<b>Procedencia</b>	<b>USA</b>
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>
<b>Ubicación</b>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2021-05-22</b>

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).

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

METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

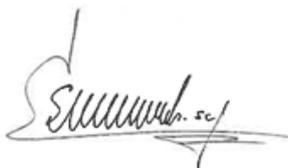
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-06-04



Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.06.04 15:58:37  
-05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA  
Telf: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com  
metrologia@metrologiatecnicas.com  
www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 242 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Masa*

Página 2 de 4

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

**7. Lugar de calibración****LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	27,7	28,0
Humedad Relativa (%)	58	62

**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL LM-075-2020	Pesa (exactitud E2)	LM-C-257-2020
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL IP-214-2020	Pesas (exactitud M1)	SGM-A-2194-2020
PESA (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-C-152-2020	Pesa (exactitud M1)	SGM-A-2145-2020
PESAS (Clase de exactitud M1) METROIL : M-1568-2019	Pesas (exactitud M2)	SGM-A-1533-2020
PESA (Clase de exactitud E1) HAFNER: 101876-D-K-15192-01-00	Pesa (exactitud F1)	M-0759-2020

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 242 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	27,7 °C	27,9 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15 000,0 g			Carga L2 = 30 000,0 g			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0	
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0	
3	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0	
4	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1	
5	15 000	0,5	0,0	29 999	0,5	-1,0	
6	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1	
7	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1	
8	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0	
9	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0	
10	15 001	0,5	1,0	29 999	0,4	-0,9	
Diferencia Máxima			1,1	Diferencia Máxima			1,0
Error Máximo Permissible			± 20,0	Error Máximo Permissible			± 30,0

#### ENSAYO DE EXCENRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de  
las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	27,9 °C	27,9 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (L)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1		10	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0
2		10	0,6	-0,1		9 999	0,6	-1,1	-1,0
3	10,0 g	10	0,6	-0,1	10 000,0 g	10 000	0,5	0,0	0,1
4		10	0,5	0,0		10 001	0,6	0,9	0,9
5		10	0,5	0,0		10 001	0,6	0,9	0,9
Error máximo permisible								± 20,0	

\* Valor entre 0 y 10e

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 242 - 2021

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	27,9 °C	28 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,0	10	0,5	0,0						
20,0	20	0,6	-0,1	-0,1	20	0,5	0,0	0,0	10,0
100,0	100	0,6	-0,1	-0,1	100	0,6	-0,1	-0,1	10,0
500,0	500	0,5	0,0	0,0	500	0,5	0,0	0,0	10,0
1 000,0	1 000	0,5	0,0	0,0	1 000	0,6	-0,1	-0,1	10,0
5 000,0	4 999	0,4	-0,9	-0,9	5 000	0,5	0,0	0,0	10,0
10 000,0	10 000	0,5	0,0	0,0	10 000	0,6	-0,1	-0,1	20,0
15 000,0	15 000	0,6	-0,1	-0,1	15 000	0,6	-0,1	-0,1	20,0
20 000,4	19 999	0,5	-1,4	-1,4	19 999	0,5	-1,4	-1,4	20,0
25 000,4	25 000	0,4	-0,3	-0,3	24 999	0,5	-1,4	-1,4	30,0
30 000,4	30 000	0,4	-0,3	-0,3	30 000	0,4	-0,3	-0,3	30,0

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E<sub>0</sub>: Error en cero.

E: Error encontrado

E<sub>c</sub>: Error corregido.

#### LECTURA CORREGIDA

$$: R_{\text{CORREGIDA}} = R + 1,91 \times 10^{-5} \times R$$

#### INCERTIDUMBRE

$$: U = 2 \times \sqrt{4,18 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 1,22 \times 10^{-9} \times R^2}$$

#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre U 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.

#### **4. Actas**

## 5. Índice de similitud Turnitin

feedback studio NILSON VALLEJOS CONSTANTINO PI. OCHOA Y NILSON 22-06...

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Título de la Tesis**  
"Diseño de un concreto de  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>, con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba, 2021"

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**AUTORES:**  
Ochoa Bustamante, Rubén (<https://orcid.org/0000-0002-2861-3971>)  
Vallejos Constantino, Nilson (<https://orcid.org/0000-0001-8412-3638>)

**ASESOR:**  
Mtro. Ing. Comejo Saavedra, Gustavo Ivanovich (0000-0002-7673-5148)

**Resumen de coincidencias**

**24 %**

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	6 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	4 %
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	3 %
4	1library.co Fuente de Internet	2 %
5	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.usanpedro... Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.unheval.edu... Fuente de Internet	1 %

Página: 1 de 46 Número de palabras: 11296 Versión solo texto del infor... Alta resoluci... Activa...

## 6. Panel fotográfico

*Figura N° 05. Extracción del agregado grueso de la cantera “Rio Naranjillo”*



*Figura N° 06. Extracción del material sustituyente (Ceniza de Bagazo de Caña)*



**Fuente:** *Elaboración propia 2021*

**Figura N° 07. Cemento Pacasmayo**



**Fuente: Elaboración propia 2021**

**Figura N° 08. Agregado fino ya en laboratorio para realizar sus ensayos correspondientes**



**Fuente: Elaboración propia 2021**

**Figura N° 09.** Agregados siendo estudiado en pesos previa realización de ensayos.



**Fuente:** *Elaboración propia 2021*

**Figura N° 10.** Tamizado de ceniza de bagazo de caña



**Fuente:** *Elaboración propia 2021*

**Figura N° 11. Elaboración de Diseño de mezclas**



**Fuente:** *Elaboración propia 2021*

**Figura N° 13. Slump del concreto**



**Fuente:** *Elaboración propia 2021*

**Figura N° 14. Probetas del concreto**



Fuente: *Elaboración propia 2021*

**Figura N° 15. Curado de probetas**



Fuente: *Elaboración propia 2021*

**Figura N° 16. Rotura de probetas**



Fuente: *Elaboración propia 2021*

**Figura N° 17. Tipo de rotura de probetas**



Fuente: *Elaboración propia 2021*

**Figura N° 18.** Peso de probetas previa ruptura.



Fuente: *Elaboración propia 2021*

Figura N° 19. Informe de laboratorio.



Fuente: Elaboración propia 2021