



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Análisis de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$   
Añadiendo Ceniza de Caña de Azúcar, Piura 2021

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Cienfuegos Córdova, Miguel Ignacio (ORCID:0000-0001-9222-3014)

Garces Romero, Henry Steve (ORCID: 0000-0003-1003-7176)

**ASESOR:**

Dr. Fernández Díaz, Carlos Mario (ORCID: 0000-0001-6774-8839)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

Piura-Perú

2021

## **Dedicatoria**

A Dios por ser quien nos brinda las cosas más maravillosas del universo para ser felices.

A mis padres, porque son ellos quienes con su ejemplo de vida me motivan a continuar hacia delante en busca un mejor mañana.

A mis familiares y amigos, por su incondicional apoyo en este nuevo desafío académico.

Miguel Ignacio

A mis padres, por poner mi crecimiento profesional e individual como una prioridad en sus vidas.

A mi familia y amigos por haberme guiado, aconsejado constantemente, apoyándome y dándome ánimos, lo cuales han complementado que mi formación como persona sea correcta con la finalidad de llegar a ser un profesional de éxito.

Henry Steve

## **Agradecimiento**

En primer lugar, a Dios, porque en los momentos más difíciles por la emergencia sanitaria nos mantuvo sanos y salvos a todos los miembros de nuestra familia.

A nuestros padres, porque gracias a su apoyo incondicional y a sus sabios consejos, nos permitieron continuar en busca de un nuevo objetivo profesional.

Al Dr. Carlos Mario Díaz Fernández, asesor del proyecto de tesis, ya que, gracias a su sapiencia académica, y a su decidido apoyo, sumado a su paciencia profesional, es que nos hizo creer que somos capaces de desarrollarnos dentro de la investigación académica experimental.

A la Universidad César Vallejo - Filial Piura, por brindarnos las oportunidades y facilidades a los jóvenes con responsabilidades laborales de la región, para tener la posibilidad de la realización profesional a nivel académico universitario.

Miguel Ignacio y Henry Steve

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos .....	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>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>11</b>
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización .....	12
3.3. Población y muestra.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimiento.....	14
3.6. Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos.....	15
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>17</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>43</b>
<b>VI. CONCLUSIONES. ....</b>	<b>47</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>55</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Análisis granulométrico del agregado fino.....	18
Tabla 2. Determinación de la cantidad de muestra de agregado grueso .....	20
Tabla 3. Análisis granulométrico del agregado grueso .....	20
Tabla 4. Contenido de humedad del agregado fino.....	22
Tabla 5. Contenido de humedad del agregado grueso.....	22
Tabla 6. Peso específico y absorción del agregado fino.....	23
Tabla 7. Peso específico y absorción del agregado grueso .....	23
Tabla 8. Cálculo del volumen de agregados.....	25
Tabla 9. Diseño de muestra patrón.....	26
Tabla 10. Mezcla de concreto con 4% de ceniza de caña. ....	27
Tabla 11. Mezcla de concreto con 8% de ceniza de caña. ....	27
Tabla 12. Mezcla de concreto con 12% de ceniza de caña. ....	28
Tabla 13. Mezcla de concreto con 16% de ceniza de caña. ....	28
Tabla 14. Resistencia a la compresión a los 07 días de curado.....	30
Tabla 15. Resistencia a la compresión a los 14 días de curado.....	32
Tabla 16. Resistencia a la compresión a los 28 días de curado.....	34
Tabla 17. Resistencia a la flexión a los 14 días de curado.....	36
Tabla 18. Resistencia a la flexión a los 28 días de curado.....	38
Tabla 19. Ensayo de densidad, absorción y porcentaje de vacíos en concreto endurecido.....	41

## Índice de figuras

Figura 1: Curva de la clasificación del agregado fino .....	19
Figura 2. Curva granulometrica del agregado grueso .....	21
Figura 3. Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .....	31
Figura 4. Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .....	35
Figura 5.. Resistencia a la flexión del concreto $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .....	37
Figura 6. Resistencia a la flexión del concreto $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .....	39
Figura 7. Ensayo de densidad, absorción y vacíos en concreto endurecido $f'c =$ 245 $\text{kg/cm}^2$ .....	42

## Resumen

En la actualidad la contaminación ambiental generada por el desarrollo de la industria en cada uno de sus campos, representa un gran problema para la sociedad, esta situación que también involucra al sector construcción, y que gracias a su crecimiento la demanda por la producción de cemento ha incrementado considerablemente, lo que está originando impactos negativos al ambiente por la gran generación de gases de efecto invernadero, en tal sentido en el presente estudio se busca reutilizar un sub producto de desecho agroindustrial que se obtiene de la incineración del bagazo de la caña de azúcar, y que producto de su deposición en grandes pilas y sumado a su falta de uso es que se está generando problemas de contaminación al suelo, al agua y aire, con serios problemas sociales en la población.

La investigación “Análisis de las propiedades mecánicas del Concreto  $f'c = 245$  kg/cm<sup>2</sup> Añadiendo Ceniza de Caña de Azúcar, Piura 2021”, tiene por objetivo, Analizar el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 245$  kg/cm<sup>2</sup> añadiendo ceniza de caña de azúcar, el tipo de investigación es aplicada, el nivel de investigación es explicativo, la población o muestra es de 90 especímenes, distribuidos en 45 probetas.

**Palabras claves:** Ceniza de caña de azúcar, cemento, concreto, resistencia a la compresión, flexión.

## **Abstract**

At present, the environmental pollution generated by the development of the industry in each of its fields, represents a great problem for society, this situation that also involves the construction sector, and that thanks to its growth the demand for the production of cement has increased considerably, which is causing negative impacts to the environment due to the great generation of greenhouse gases, in this sense in the present study it is sought to reuse an agro-industrial waste sub-product that is obtained from the incineration of sugar cane bagasse. sugar, and that as a result of its deposition in large piles and added to its lack of use, it is generating problems of contamination to the soil, water and air, with serious social problems in the population.

The research "Analysis of the mechanical properties of Concrete  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  Adding Ash from Sugar Cane, Piura 2021", aims to analyze the behavior of the mechanical properties of concrete  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  adding sugar cane ash, the type of research is applied, the level of research is explanatory, the population or sample is 90 specimens, distributed in 45 test tubes.

**Keywords:** Sugar cane ash, cement, concrete, compressive strength, bending.

## I. INTRODUCCIÓN

La construcción a lo largo de la historia siempre ha estado vinculada al desarrollo económico y tecnológico de las grandes civilizaciones, las que en función al crecimiento de esta actividad buscaban brindar un mejor nivel de vida a su población, en la actualidad la construcción es una de las actividades de mayor demanda laboral y con gran impacto en la economía de un país, en el mundo entero la búsqueda por descubrir nuevas tecnologías que nos permitan mejorar los procesos constructivos para hacer edificaciones con un alto grado de seguridad, a costos reducidos y con menos impactos al ambiente es uno de los grandes desafíos de los profesionales vinculados a este sector. La industria de la construcción en las 02 últimas décadas ha experimentado un gran desarrollo a nivel de país y la región Piura no es ajena a este fenómeno de crecimiento que se ha generado, de ahí que la demanda por el uso de los materiales para su crecimiento ha incrementado considerablemente, es decir las industrias tanto del acero y la cementera especialmente ha experimentado un gran desarrollo.

La demanda de materiales como el cemento portland, que es el único elemento químicamente activo de todos los componentes de la mezcla en la formulación de los diferentes tipos de concretos, ha elevado su producción industrial, actividad que para su desarrollo produce gran cantidad de gases de contaminación con gran impacto en el ambiente, según Karim, et al. (2013); Aprianti, et al. (2015), se ha determinado que para producir una tonelada de cemento se libera aproximadamente una tonelada de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, un gas de efecto invernadero. En la región Piura en los últimos años se viene desarrollando el cultivo de la caña de azúcar, la misma que es industrializada principalmente para la producción de etanol, que es empleado para la elaboración de biocombustibles a nivel nacional, esta actividad va incrementando en la actualidad debido a la política ambiental en el mundo, que está orientada a desarrollar investigación de nuevas tecnologías que buscan la utilización de energías renovables, las que permitan disminuir los impactos generados al ambiente. Según Feijoo, et al. (2015), el uso de biocombustibles puede traer importantes ventajas ambientales y económicas en relación con los

combustibles de origen fósiles, en su investigación muestra que estos beneficios dependen de la eficiencia del proceso productivo.

El desarrollo de la presente investigación tiene por propósito buscar una alternativa de solución a través del conocimiento de nuevas tecnologías, que permitan el uso de la ceniza del bagazo de la caña de azúcar (CBCA), como futuro sustituyente parcial en porcentajes de masa del cemento y/o de los agregados en la formulación de los diferentes tipos de concretos utilizados en el perfeccionamiento de la industria de la construcción, alternativa que ayudará a la utilización de este subproducto que se genera de la combustión del bagazo para la generación de energía propia y que se aprovecha en las agro industrias en un 30% aproximadamente para la conformación de fertilizante para el suelo de cultivo, el mismo que por su alto contenido en las concentraciones de carbono genera impactos negativos en la fertilización de los suelos, por tal razón su uso para ser aprovechado en la agricultura es relativamente bajo y las cantidades aglomeradas depuestas a futuro van a generar un impacto en el ambiente. Bajo este enfoque y producto del estudio y previa adecuación de sus características físicas y químicas es que se podría utilizar para el desarrollo de nuevas tecnologías en la formulación de los diferentes tipos de concretos. Según Madurwar et al. (2013) se viene desarrollando una extensa investigación en búsqueda de la inclusión de estos residuos dentro de la fabricación de varios tipos de materiales de construcción, como paneles de aglomerados, aislantes térmicos, ladrillos y bloques, aglomerantes cementosos, materiales puzolánicos, reforzamiento de fibras entre otros. En tal sentido en el presente trabajo de investigación nos hemos planteado como interrogante ¿Cómo influye en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  el añadir ceniza de caña de azúcar?, para dar respuesta a la pregunta formulada hemos establecido como objetivo general, Analizar el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  añadiendo ceniza de caña de azúcar. así mismo para el desarrollo de la investigación se estableció como objetivos específicos a) Determinar el porcentaje de ceniza de caña de azúcar que se requiere en el diseño de mezcla de un concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , b) Evaluar la influencia de la ceniza de caña de azúcar en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , c) Evaluar la influencia de la ceniza de caña de azúcar en las

propiedades físicas del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , con los objetivos establecidos se pretende dilucidar la siguiente hipótesis, Influirá favorablemente en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , el añadir ceniza de caña de azúcar.

## II. MARCO TEÓRICO

Según Rajasekar et al. (2018), en su artículo de investigación, Características de durabilidad del hormigón de ultra alta resistencia con ceniza de bagazo de caña de azúcar tratada, se plantearon como objetivo, investigar las propiedades mecánicas y físicas de un hormigón de alta resistencia con sustitución parcial de ceniza de caña de azúcar tratada por cemento ordinario, la muestra fue de 30 probetas, 6 especímenes por cada porcentaje de sustitución, la investigación es del tipo experimental, obteniéndose los siguientes resultados, la trabajabilidad tuvo resultados favorables en los porcentajes de sustitución del 10%, 15% y 20%, este efecto puede deberse a la mayor presencia de partículas finas, para el 5% su trabajabilidad estuvo a la par con la muestra patrón, la resistencia a la compresión a los 28 y 56 días para la muestra patrón fue de 180 MPa y de 191 MPa para la sustitución de mejor rendimiento que fue la del 15% su resistencia fue de 189 MPa y de 221 MPa, este mejor rendimiento para la resistencia con un mayor tiempo de curado se debe a la retardada reacción puzolánica entre el hidróxido de calcio y las cenizas, en lo que se refiere a la permeabilidad se observó una disminución de la succión capilar con el aumento en el reemplazo del cemento por CBCA, concluyéndose que la incorporación de CBCA tratada mejora la trabajabilidad, la resistencia a la compresión y disminuye la tasa de absorción de agua, los ensayos indicaron que el concreto con el 15% de sustitución de cemento tuvo el mejor desempeño en las pruebas realizadas.

Gupta ,Wirquin, Chandradeo, (2021) en su artículo de investigación Hormigón sostenible: potencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como material cementoso en la industria de la construcción, se plantearon el objetivo de, evaluar las propiedades mecánicas y de durabilidad de la ceniza de la caña de azúcar (SCBA), como sustituto parcial del cemento portland ordinario (OPC), en el concreto, el reemplazo parcialmente de la ceniza por cemento es en porcentajes en peso del 5%, 10%, 15% y 20%, para una resistencia objetivo promedio de 27 MPa, y un rango de asentamiento de 130 – 150 mm, las propiedades evaluadas fueron resistencia a la compresión, a la flexión, absorción de agua, carbonatación y velocidad de pulso ultrasónico, la investigación es del tipo cuantitativa, la población fue de 120 cubos y 30 vigas rectangulares,

determinándose que un tiempo de curado de 120 días la resistencia a la fuerza de compresión aumentó en 2.6% y 1.7%, para sustituciones del 5% y 10%, en las pruebas de resistencia a la flexión y a la velocidad de pulso ultrasónico se evidenció una disminución, la absorción de agua incrementó en 255%, 390%, 438% y 488%, para sustituciones del 5%, 10%, 15% y 20%. Concluyéndose que para sustituciones en porcentajes del 10% de ceniza de caña por cemento, se obtuvieron los resultados más favorables y puede considerársele a la CBCA como material cementoso en la industria de la construcción.

Según Najim et al. (2020), en su investigación, El efecto del uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar como reemplazo del cemento sobre las características mecánicas del hormigón, se plantearon el objetivo de, determinar el efecto que ocasionan en las propiedades mecánicas del concreto las cenizas de caña de azúcar, la investigación es del tipo experimental, los ensayos se realizaron a los 7, 14, 28 y 60 días, y los porcentajes de reemplazo de ceniza por cemento fue del 3%, 5%, 7% y 10%, la muestra fue de 120 especímenes para ensayos a compresión y flexión, 60 probetas y 60 vigas o prismas, obteniéndose como resultado que en los ensayos a la compresión la resistencia de las mezclas con ceniza en cada uno de los periodos de curado aumento respecto de la muestra patrón, teniendo los mejores resultados con el porcentaje de sustitución de ceniza del 7%, cuya resistencia fue de 39.5 N/mm<sup>2</sup> y 41.3 N/mm<sup>2</sup>, respecto de la muestra patrón que fue de 35.4 N/mm<sup>2</sup> y 37.3 N/mm<sup>2</sup>, ensayados a los 28 y 60 días respectivamente, en los ensayos a la flexión evaluados a los 60 días todos los porcentajes de sustitución de ceniza, 3% (3.61 N/mm<sup>2</sup>), 5% (4.01 N/mm<sup>2</sup>), 7% ( 4.72 N/mm<sup>2</sup>) y 10% (4.96 N/mm<sup>2</sup>), superaron a la muestra patrón (3.22 N/mm<sup>2</sup>), que en porcentaje de incremento fue del 12.11%, 24.53%, 46.58% y 54.04% respectivamente, concluyendo que el 7% de sustitución de ceniza por cemento es el porcentaje con los mejores resultados en los ensayos realizados.

Batool, Masood, Ali (2019), en su investigación, Caracterización de la ceniza de caña de azúcar como material puzolánico y su influencia en las propiedades del hormigón, se plantearon como objetivo, examinar las propiedades de la ceniza de bagazo producida localmente como material puzolánico y fomentar su uso en

la industria de la construcción, el tipo de investigación es experimental, la muestra fue de 21 cubos para ensayos a compresión, 21 probetas para ensayos a tracción y 21 vigas o prismas para ensayos a flexión, los ensayos se realizaron a los 28 días y los porcentajes de sustitución de ceniza de caña por cemento fueron del 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%, obteniéndose que los porcentajes con resultados favorables a la compresión fueron las mezclas con cenizas del 5% (24.8 MPa) y 10% (27.2 MPa), respecto de la muestra patrón de resistencia (23.6 MPa), el incremento en porcentaje fue del 5.1% y 15.3% respectivamente, en el ensayo a la tracción el mejor resultado fue con el 10% (1.94 MPa) de ceniza, respecto de la muestra patrón (1.69 MPa), que en porcentaje de incremento es del 14%, en el ensayo a la flexión el resultado más favorable fue del 10% (3.70 MPa) de ceniza, respecto de la muestra patrón (3.60 MPa), en los que respecta a la trabajabilidad de las muestras con ceniza, estas incrementaron conforme aumentó el porcentaje de reemplazo de ceniza por cemento, la conductividad térmica disminuyó con para todos los porcentajes de sustitución, concluyéndose que el porcentaje de sustitución óptimo de ceniza de caña de azúcar es el 10%, ya que mostró los mejores resultados en los ensayos realizados. Más recomendable para sustituir parcialmente al cemento por ceniza es con el 9%.

Idrogo (2018), en su tesis, estudio de la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con ceniza de bagazo de caña de azúcar Pimentel, Chiclayo, estableció como objetivo, mejorar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , utilizando ceniza de caña de azúcar en el diseño de la mezcla, el tipo de investigación es cuasi experimental de carácter descriptivo, la población es de 36 probetas, 9 testigos para la muestra patrón y por cada porcentaje de sustitución, obteniéndose como resultados que el revenimiento de la mezcla disminuye respecto del concreto convencional conforme se incrementa el porcentaje de sustitución de ceniza, y que solo para el caso de adición del 8% de cenizas resulta beneficioso para mejorar la resistencia a la compresión del concreto. Por lo que concluyó que el porcentaje de sustitución de cenizas más apropiado es el del 8%, ya que mejoró la resistencia a la compresión en 10.97% con respecto a la de la muestra patrón, cuya resistencia es  $f'_c = 221.69 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que para los porcentajes de sustitución parcial del 10% y 15%, la

resistencia a la compresión disminuyó en un 10.76% y 22.38% respectivamente, cumpliendo en parte la hipótesis formulada.

En la región Piura en la última década el cultivo de este producto a nivel agroindustrial ha tenido un gran impacto social y económico en el desarrollo de la provincia de Sullana y de la región, ya que la empresa Caña Brava propiedad del grupo Romero, que es un conjunto de tres empresas que se dedican únicamente a la producción de etanol, están cultivando 9500 hectáreas sobre terrenos eriazos que son irrigados mediante un sistema de ahorro de agua por goteo, que se encarga de llevar el recurso hídrico desde los canales de derivación del Chira hasta los campos de cultivo, sistema que permite un ahorro del 60% del agua si se utilizaran los métodos tradicionales de riego por gravedad.(caña brava 2020)

El proceso para cosechar la caña de azúcar es completamente mecanizado, utilizan una máquina cosechadora cuya finalidad es cortar los tallos de la caña, deshojarlas y vaciarlos en la tolva del tractor recolector, el tractor se encarga de llevar la caña cortada a los camiones para transportarla luego al ingenio o planta de procesos, los tallos son depositados en la tolva de almacenamiento de la planta y son transportados mediante fajas transportadoras a la unidad de corte con cuchillos giratorio, se cortan en un tamaño máximo de 10 cm para aprovechar la extracción del jugo de la caña, la extracción del jugo se realiza mediante el difusor, que ofrece mayor rendimiento y requiere menor mantenimiento que los molinos tradicionales, como se describe en Caña Brava no se realiza la molienda de la caña para la obtención del jugo de la manera tradicional que es con el uso de los molinos o rodillos, muy por el contrario utiliza un proceso totalmente distinto, que les es más rentable y productivo. (Guerrero 2020).

El desecho que sale del difusor es la fibra o bagazo, que está conformado por 50% de celulosa y el resto por lignina y hemicelulosa (Modani y yawahare, 2013), el bagazo a la salida del difusor no debe contener azúcar porque esta formaría cristales que afectarían la correcta operación de la caldera, su humedad al final del proceso alcanza un 80%, el bagazo producido es llevado a los molinos para

mediante un estrujado posterior eliminar un 30% de la humedad, que es jugo de caña que se reinserta al proceso, el bagazo llega a la zona de caldera para su incineración con un 50% de humedad y se quema en suspensión a 400°C (Guerrero 2020), la energía generada debe ser transferida al agua para generar vapor y finalmente transformarla en electricidad, para lo cual se utiliza un sistema acetabular, la caldera deber de estar rodeada de agua fría que sirve para refrigerar y a la vez para generar energía mediante el vapor, el bagazo en síntesis es empleado como fuente calorífica para la generación de su propia energía de la planta procesadora, así como para operar los equipos que se utilizan para el sistema de riego.

Las cenizas volantes son el resultado de la incineración del material orgánico que los produce, sus características principales dependen de muchos factores que van desde los controles de las variables operacionales para su producción como por ejemplo la temperatura, hasta las condiciones de cómo se realiza la disposición final para su almacenamiento. Dentro de las cuales se puede mencionar (Idrogo 2018).

Teorías relacionadas:

A.- Humedad. La humedad de la ceniza está representada por la cantidad de agua adherida que presenta en su composición, frecuentemente evaluada en masa, para la ceniza influyen el clima y el tiempo de exposición una vez extraídas del horno, tener presente que en la ceniza que la cantidad de agua debe ser mínima (Idrogo 2018).

B.- Densidad. Se define como la relación existente entre la masa un cuerpo determinado y su volumen, para el caso de la ceniza se tendría que realizar el análisis con una evaluación de su masa seca en su volumen determinado y compararlo con otros estudios donde esta ha sido determinada (Idrogo 2018).

C.- Peso específico. Se define como la relación existente entre el peso establecido de una sustancia y su volumen, para la ceniza se utiliza para el diseño y control de mezclas (Idrogo 2018).

D.- Tamaño de las partículas. Es una de las propiedades más importantes, ya que determina el tamaño o finura apropiada que deben tener las partículas para que formen parte de los componentes del concreto, para las cenizas se realiza su clasificación utilizando los tamices malla N° 100. (Idrogo 2018).

Giraldo (2006), Nos dice que las cenizas volantes se definen como los residuos sólidos y finos, producidos por la incineración del carbón. Sostiene que en año 1931 se realizó el primer estudio científico sobre su uso como material en el concreto, determinándose que existen grandes posibilidades para ser utilizado en su elaboración, generando el interés por continuar con los estudios.

Las cenizas volantes se están considerando como material inerte de adición y como remplazante parcial del cemento portland y del agregado fino. Sí una ceniza presenta características apropiadas puede desempeñar de manera simultánea las tres funciones a la vez.

Los efectos que ocasionan en el concreto son muchos y están en función a la cantidad que se adiciona, los efectos en las propiedades del concreto fresco tenemos:

- 1.- El concreto presenta mayor demora para el fraguado.
- 2.- Presenta mejores condiciones de trabajabilidad, menor consumo de agua.
- 3.- Acelera el proceso de exudación.
- 4.- Presenta mayor facilidad para el bombeo.

Dentro de los efectos que ocasionan en las propiedades del concreto endurecido tenemos:

A.- Cemento portland. Es un conglomerante que se produce por la pulverización del Clinker, su composición química está dada principalmente por silicatos de calcio hidráulico, que tiene como finalidad ligar a los demás componentes de la mezcla de concreto. (NTP 339.047, 2006).

B.- Agregado para concreto. Se refiere a los componentes del agregado como la piedra y arena gruesa, que forman el mortero y le dan propiedades de resistencia al concreto, para su uso se deben tener en cuenta las consideraciones establecidas por la NTP 339.037 (NTP 339.037, 2002).

C.- Agregado fino. También conocido como arena gruesa, para su utilización se deberán tener en cuenta las consideraciones establecidas en la NTP 339.037 (NTP 339.037, 2002).

D.- Agregado grueso. También conocido como piedra chancada, que se obtiene de la trituración de la roca en una chancadora o de canto rodado, es la piedra natural que se clasifica de acuerdo a su diámetro en una zaranda, para su utilización se deberán tener en cuenta las consideraciones establecidas en la NTP 339.037 (NTP 339.037, 2002).

E.- Agua. La más apropiada para la elaboración del concreto es el agua potable, su función es hidratar al cemento y facilitar el trabajo de la mezcla, debe de estar libres de aceites, ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. (Harmsen 2002).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

La investigación es del tipo aplicada, puesto que vamos a desarrollar nuestro estudio basado en las investigaciones antecesoras sobre lo que pretendemos demostrar. Según Ñaupas, Valdivia, Palacios, Romero (2018); este tipo de investigación está orientada a solucionar problemas de producción y sociales, puesto que están dirigidas a mejorar, perfeccionar u optimizar el funcionamiento de sistemas, procedimientos, normas, y es aplicada por que se sustentan en los resultados de la investigación básica.

El nivel de Investigación es explicativo, ya que se busca explicar los efectos que tendrá la ceniza en las propiedades mecánicas de un concreto  $f_c$  245 kg/cm<sup>2</sup>, y la relación que existe entre sus variables. Según Hernández, Fernández, Baptista (1991); manifiestan que esta clase de estudio tiene como finalidad responder a las causas que originan los eventos físicos o sociales, y su propósito principal es explicar por qué se suscitan estos fenómenos y las condiciones en las que se dan, y el por qué dos o más variables están relacionadas.

La investigación que desarrollamos tiene un enfoque cuantitativo, ya que los planteamientos establecidos son específicos, los procedimientos para su desarrollo son secuenciales, no se pueden saltar los pasos, y con los resultados obtenidos de las pruebas de campo desarrolladas podremos confirmar o desmentir la hipótesis que nos hemos planteado. Según Hernández, Fernández, Baptista (2014); sostienen que el enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para demostrar hipótesis, basado en el desarrollo de mediciones numéricas y en el análisis estadístico, con el propósito de instaurar modelos de comportamiento y probar teorías, así mismo comparten que el propósito de establecer un problema de investigación cuantitativa se realiza para precisar y constituir más adecuadamente la idea de investigación, para lo cual utilizan cinco elementos: objetivos, preguntas, justificación, viabilidad y evaluación de las deficiencias, los objetivos para determinar qué es lo que se quiere investigar, las preguntas son las respuestas a resolver, la justificación el por qué o para que se realiza la investigación, la viabilidad indica si es posible ejecutarla y la evaluación de las deficiencias brinda valor al desarrollo de la investigación.

Nuestra investigación es de tipo experimental, pues realizaremos evaluaciones o pruebas en el laboratorio para estudiar deliberadamente la variable independiente, en nuestro caso el contenido de cenizas del bagazo, para ver qué efecto tiene sobre nuestra variable dependiente, que es la resistencia del concreto  $f_c$  245kg/cm<sup>2</sup>. Según Hernández, Fernández, Baptista (2014); ese diseño es una estrategia o habilidad que utilizan los investigadores para recolectar la información necesaria para responder a los métodos establecidos, y en la investigación experimental, señalan que se trata de una manipulación intencional de una o más variables independientes para comprobar el resultado de una o más variables dependientes.

### **3.2. Variables y operacionalización**

- Variable Independiente: Cenizas de la caña de azúcar.
- Variable Dependiente: Resistencia del concreto  $F_c$  245 kg/cm<sup>2</sup>

### **3.3. Población y muestra**

1.- Nueve probetas y seis prismas o vigas de mezcla patrón, diseñadas bajo la norma internacional ACI 211-1, los ensayos a la rotura de los testigos se realizarán a los 7, 14 y 28 días para la compresión y a los 14 y 28 días para la flexión, conforme lo establece la norma.

2.- Nueve probetas y seis vigas o prismas con sustitución parcial del 4% en peso del cemento por CBCA, los ensayos a la rotura de los testigos se realizarán a los 7, 14 y 28 días para la compresión, y a los 14 y 28 días para la flexión, conforme lo establece la norma.

3.- Nueve probetas y seis vigas o prismas con sustitución parcial del 8% en peso del cemento por CBCA, los ensayos a la rotura de los testigos se realizarán a los 7, 14 y 28 días para la compresión, y a los 14 y 28 días para la flexión, conforme lo establece la norma.

4.- Nueve probetas y seis vigas o prismas con sustitución parcial del 12% en peso del cemento por CBCA, los ensayos a la rotura de los testigos se realizarán

a los 7, 14 y 28 días para la compresión, y a los 14 y 28 días para la flexión, conforme lo establece la norma.

5.- Nueve probetas y seis vigas o prismas con sustitución parcial del 16% en peso del cemento por CBCA, los ensayos a la rotura de los testigos se realizarán a los 7, 14 y 28 días para la compresión, y a los 14 y 28 días para la flexión, conforme lo establece la norma.

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

- Técnicas

Hernández Sampierí (1998), sostienen, que una vez que se haya seleccionado el diseño de investigación adecuado y la muestra apropiada en relación al problema de estudio, se procede con la recolección de la información sobre las variables a investigar, para lo cual se desarrollan tres actividades, seleccionar un instrumento de medición, aplicar o medir dicho instrumento y finalmente preparar las mediciones para que puedan ser analizadas correctamente.

La recolección de la información para el presente estudio de investigación, nos permitirá hacer las comparaciones respectivas de los ensayos de resistencias tanto a la compresión, como a la flexión, de la muestra patrón con el elaborado utilizando porcentajes de sustitución de CBCA del 4%, 8%, 12% y 16%, se comenzará por determinar las propiedades físico-mecánicas de los agregados finos y gruesos, que nos brindarán el tipo de mezcla que se debe diseñar bajo los procedimientos establecidos por la norma internacional ACI 211.1.

Una vez que se haya definido el diseño de la muestra procederemos a la elaboración de las probetas o especímenes, las que serán sometidas a ensayos de rotura, que se realizarán a los 7, 14 y 28 días de acuerdo a las directivas vigentes establecidas, para verificar si el remplazo parcial de las CBCA por cemento en porcentajes del 4%, 8%, 12% y 16%, tiene resultados favorables en la resistencia a la compresión y flexión en el referido concreto.

- Instrumentos: Nos permitirá recopilar la información en nuestra investigación serán las fichas de recolección de datos de las pruebas de resistencia a la

compresión del concreto realizadas en un laboratorio, en las que se obtendrán los datos necesarios que serán graficados y analizados para procesar en las hojas de cálculo y obtener los resultados de acuerdo a los objetivos establecidos.

### 3.5. Procedimiento

Se realizará la descripción de las actividades, las mismas que fueron desarrolladas en función a los protocolos establecidos en las normas, las que se detallan a continuación:

**a) Primer paso:** las muestras de los agregados grueso y fino se recolectarán de las canteras ubicadas en las provincias de Sullana, Sechura y Morropón, con el propósito de conocer sus propiedades físico – mecánicas.

**b) Segundo paso:** las muestras de las cenizas del bagazo de la caña de azúcar se recolectarán en la agroindustria caña brava, ubicada en la provincia de Sullana.

**c) Tercer paso:** Se realizarán los siguientes ensayos:

1. Se determinará en los agregados fino y grueso su granulometría, conforme lo establece la NTP 400.012 / ASTM C-136.
2. Se determinará el contenido de humedad en los agregados fino y grueso, conforme lo establece la NTP 339.185 / ASTM C-566.
3. Se determinará en los agregados fino y grueso su peso unitario, conforme lo establece la NTP 400.017 / ASTM C-29.
4. Se determinará en el agregado grueso su peso específico, conforme lo establece la NTP 400.021 / ASTM C-127.
5. Se determinará en el agregado fino su peso específico, conforme lo establece la NTP 400.022 / ASTM C-128.
6. Se verificará que los agregados cumplan con las especificaciones requeridas para ser utilizados en el hormigón conforme a la norma NTP 400.037 / ASTM C-33.

**d) Cuarto paso:** Se determinará en los agregados sus propiedades físico – mecánicas.

**e) Quinto paso:** se procederá con el colado o tamizado de las cenizas, utilizando la malla número 100, los finos recogidos serán los empleados en la elaboración del concreto.

**f) Sexto paso:** Se procederá a elaborar las probetas conforme lo establece la NTP 339.183/ASTM C – 192M (nueve probetas para la muestra patrón, y para cada porcentaje de sustitución).

**g) Séptimo paso:** se retirarán las probetas de la poza de curado, para realizar los ensayos de rotura en la máquina de compresión axial conforme lo establece la norma NTP 339.034/ASTM C – 39, los ensayos se realizan a los 7, 14 y 28 días.

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

**Diseño de mezcla,** con el conocimiento de las características físico mecánicas de los agregados, se realizará el diseño de la mezcla del hormigón siguiendo los procedimientos requeridos por la norma internacional ACI 211.1.

**Propiedades físicas y químicas de las CBCA,** se realizarán evaluaciones de espectrofotometría de las cenizas para evaluar su composición química, y determinar la similitud que las haga compatibles con el cemento y los agregados, igualmente se realizará el tamizado de sus finos para clasificarlos utilizando la malla 100, los que serán utilizados en la preparación de las mezclas de concreto.

**Ensayos de Laboratorio,** se realizarán ensayos de resistencia a la compresión y flexión de los testigos, para un concreto  $f_c$  245Kg/cm<sup>2</sup>, siguiendo los procedimientos que establece la norma.

### **3.7. Aspectos éticos.**

El presente estudio de investigación se ha desarrollado con la finalidad de brindar mejores y mayores alcances sobre la utilización y aprovechamiento que se les puede dar a los desechos orgánicos generados por las actividades

agrícolas y agroindustriales en el desarrollo de la industria de la construcción, a través de la generación de una nueva propuesta técnica y eco sostenible que ayude a mitigar los impactos negativos que se generan en el ambiente por la elevada producción industrial del cemento y el desarrollo de la actividad constructiva en sí, para lo cual se pretende realizar las investigaciones de fuentes digitales solo de aquellas medios con cierto grado de acreditación científica, y que las evaluaciones, pruebas y ensayos de laboratorios se realizaran en lugares certificados y acreditados que garanticen la calidad y confiabilidad por los resultados obtenidos.

## IV. RESULTADOS

El desarrollo de la investigación tiene por finalidad evaluar la influencia de la ceniza de caña de azúcar en el diseño del concreto  $f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$ , para lo cual se han realizado ensayos utilizándola como sustituyente parcial del cemento portland tradicional en porcentajes del 4%, 8%, 12% y 16%, los porcentajes de sustitución se determinaron en función a los antecedentes revisados, que fueron artículos científicos y proyectos de tesis.

Los ensayos consistieron en la preparación de 05 tipos diferentes de mezclas de concreto  $f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$ , la muestra patrón se diseñó conforme lo determina la norma ACI 211-1, la misma que sirvió para determinar las cantidades de todos los materiales que se incluyen en la preparación del concreto, como son cemento, agregado grueso, agregado fino y agua, así como también para determinar la cantidad de ceniza a incluir en la mezcla en sustitución del cemento.

Los ensayos de resistencia a la compresión serán evaluados a los 7, 14 y 28 días, para cada uno de los distintos tipos de mezclas, los ensayos a la flexión se evaluarán a los 14 y 28 días, y los ensayos de absorción, densidad y vacíos se evaluarán a los 28 días, previamente en el concreto fresco se realizarán ciertas evaluaciones para determinar sus propiedades físicas como el slump, que es la prueba inicial para medir el asentamiento del concreto o su trabajabilidad, así mismo se determinará la temperatura y el peso unitario del concreto por cada tipo de mezcla preparada.

- Características físicas de los agregados.

Las características físicas de los agregados se determinaron según las normas técnicas peruanas y las normas técnicas internacionales ASTM.

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422, NTP 400.012)

El análisis granulométrico se realiza para conocer el tamaño de las partículas constitutivas de los agregados, de tal manera que se permita conocer el peso de los diferentes tipos de tamaño del material que aportan al peso total.

- Agregado fino.

La arena con la que se desarrollaron los ensayos ha sido extraída de la cantera Chulucanas, se tomó una muestra representativa mayor a 1 Kg, se secó durante

24 horas en el horno termostático a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , a temperatura ambiente se enfrió y se procedió a realizar el lavado para desprender la mayor cantidad de finos, el agua turbia con presencia de partículas en suspensión fue colada por la malla N° 200, para calcular el porcentaje de finos en el agregado, la muestra de arena lavada se volvió a secar a la misma temperatura y tiempo, para posteriormente iniciar con el proceso de tamizado durante 2 min aproximadamente, la cantidad de material retenida en cada malla se pesa, para que con esos datos calcular la curva granulométrica de la arena gruesa, con el porcentaje de acumulados retenidos se determina el módulo de fineza del agregado, los materiales utilizados son los tamices 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200, balanza, horno termostático, cucharón y bandejas para depósitos de los materiales retenidos. En la tabla N°13 se describe el proceso de tamizado del agregado fino.

Tabla 1. Análisis granulométrico del agregado fino

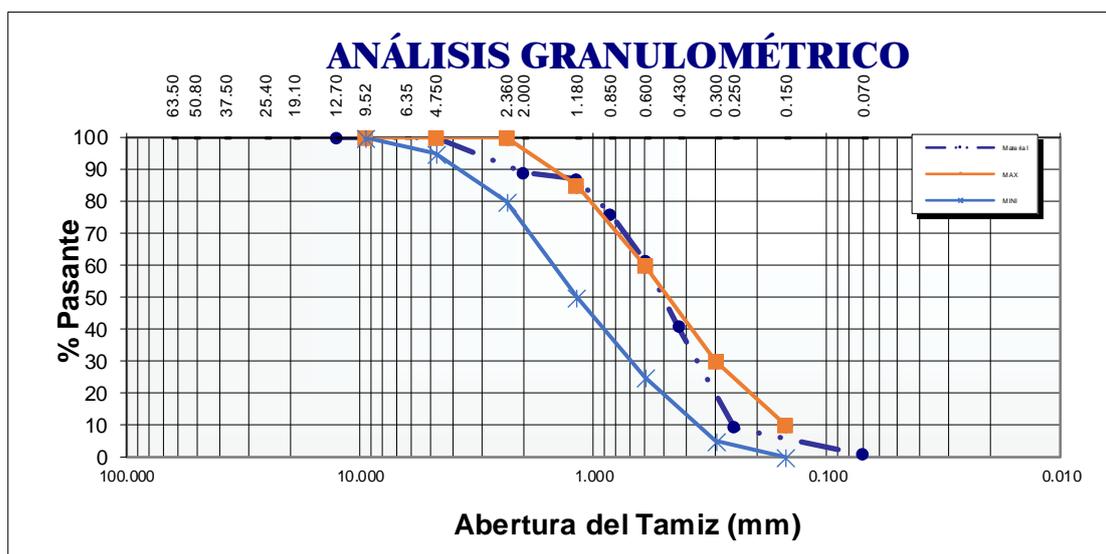
Abertura (pulg)	Abertura (mm)	Retenido (gr)	Pasante (gr)	Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)
4"	101.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.36	144.70	1156.10	11.12	11.12	88.88
N° 10	2.00	25.28	1130.82	1.94	13.06	86.93
N° 16	1.18	142.17	988.65	10.93	23.99	76.00
N° 20	0.85	187.88	800.77	14.44	38.43	61.56
N° 30	0.60	270.57	530.20	20.80	59.23	40.76
N° 40	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N° 50	0.30	411.39	118.81	31.63	90.86	9.13
N° 60	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N° 80	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N° 100	0.15	109.04	9.77	8.38	99.24	0.75
N° 200	0.07	9.75	0.02	0.75	99.99	0.00
Fondo	0.01	0.00	0.00	0.01	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°1, se aprecia la cantidad de material tamizado y el retenido por las mallas N° 4 hasta la malla N° 100, datos que nos permiten calcular el porcentaje de retenidos acumulados, para con la suma de estos porcentajes calcular el módulo de fineza, que para el agregado utilizado es de 2.8, que está dentro del rango establecido para ser utilizado en la preparación del concreto. Así tenemos que:

El módulo de fineza está en el rango de:  $2.3 \leq MF \leq 3.1$

Figura 1. Curva de la clasificación del agregado fino



Fuente: Elaboración propia

En la figura N°1, La curva simboliza el comportamiento de la clasificación del agregado fino de acuerdo a los tamices de retención, el desplazamiento de la curva nos confirma que el agregado fino que se está utilizando está dentro de los límites permisibles, lo que demuestra que nuestra arena gruesa cumple con las exigencias técnicas para ser empleado como agregado fino en la preparación de concreto.

- Agregado grueso.

La finalidad del ensayo es determinar la gradación del agregado grueso o piedra chancada, a través de la clasificación de su diámetro que se realiza en tamaño máximo y tamaño máximo nominal.

La piedra chancada utilizada para los ensayos es de la cantera Sojo, el peso de la muestra se determinó conforme lo establece la NTP 400.012 y que se detalla en la tabla N°2.

Tabla 2. Determinación de la cantidad de muestra de agregado grueso

Tamaño máximo nominal (mm - pulg)	Cantidad de la muestra de ensayo mínima (Kg - Lb)
9.5 - 3/8"	1.0 - 2.20
12.5 - 1/2"	2.0 - 4.40
19.0 - 3/4"	5.0 - 11.0
25.0 - 1"	10.0 - 22.0
37.5 - 1 1/2"	15.0 - 33.0
50 - 2"	20.0 - 44.0

Fuente: NTP 400.012

Se tomó una muestra representativa de piedra chancada mayor a 15 Kg, se realizó el tamizado durante 5 minutos aproximadamente, con la cantidad de material retenido en las mallas se obtiene la curva granulométrica del agregado grueso, los materiales utilizados son los tamices de 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, balanza, bandejas, cucharón. En la tabla N° 14 se describe el proceso de tamizado del agregado grueso.

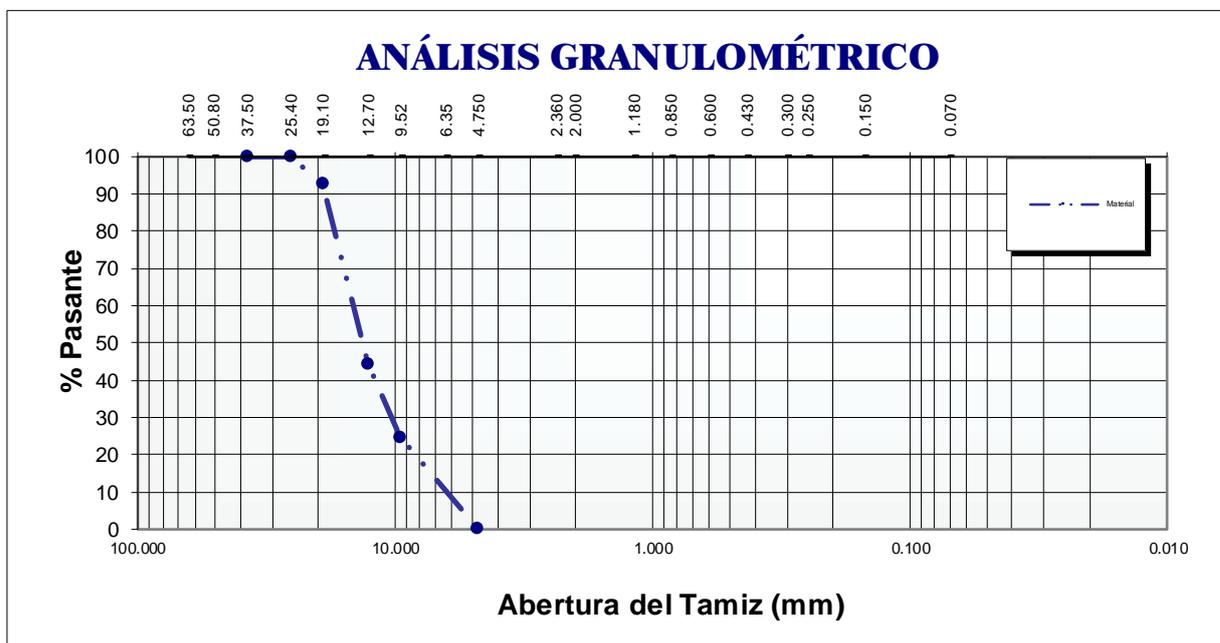
Tabla 3. Análisis granulométrico del agregado grueso

Abertura (pulg)	Abertura (mm)	Retenido (gr)	Pasante (gr)	Retenido (%)	Pasante (%)
4"	101.60	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	1110.00	14183.00	7.26	92.74
1/2"	12.70	7375.00	6808.00	48.22	44.52
3/8"	9.52	3033.00	3775.00	19.83	24.68
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00
N° 4	4.75	3770.00	5.00	24.65	0.03
N° 8	2.36	0.00	0.00	0.00	0.00
N° 10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N° 16	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00
N° 20	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00
N° 30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00
N° 40	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00
N° 50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
N° 60	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
N° 80	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00
N° 100	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
N° 200	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
Fondo	0.01	5.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°15, se puede apreciar que el agregado grueso en su clasificación gradual tiene un tamaño máximo de 1 pulg, puesto que es el último tamiz por el cual pasa la totalidad de la muestra, y su tamaño máximo nominal es de  $\frac{3}{4}$  de pulg, ya que es el primer tamiz que retiene una pequeña cantidad de la muestra.

Figura 2. Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

En la figura N°3, la curva describe el comportamiento de la retención en los tamices del agregado grueso, el mismo que arrojó un tamaño máximo nominal de  $\frac{3}{4}$  de pulg, que de acuerdo a la clasificación de la NTP 400.021 está dentro de los límites permisibles para ser utilizado como agregado grueso en la preparación de concreto.

Contenido de humedad (ASTM 2216 – 94, NTP 339.185).

- Agregado fino

La finalidad de determinar la humedad del agregado fino, es que nos permite conocer la cantidad de agua (humedad) que contiene la arena gruesa, para establecer si es que aporta agua a la mezcla. El procedimiento consiste en pesar una muestra no menor a 500 gr (peso de la muestra húmeda), para luego secarla en un horno a temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , durante 24 horas, esto con la finalidad de alcanzar un peso constante de la muestra por la pérdida de agua por evaporación, posterior a su enfriamiento se realiza el pesado de la muestra seca,

los materiales que se utilizan son balanza, horno termostático, bandejas y cucharón.

Tabla 4. Contenido de humedad del agregado fino

DATOS	
1.- Peso del recipiente (gr)	111.85
2.- Peso arena húmeda + recipiente (gr)	1437.74
3.- Peso arena seca + recipiente (gr)	1423.49
Contenido de humedad (%)	1.09

Fuente: Elaboración propia

- Agregado grueso.

La finalidad de determinar la humedad del agregado grueso es conocer el nivel de absorción y de porosidad que contienen sus partículas, para establecer si aportan agua a la mezcla. El procedimiento para determinar la humedad es el mismo que se le realiza para el agregado fino, la diferencia del proceso es la forma para determinar la cantidad de muestra del agregado grueso que está en función a su diámetro máximo de partículas, para nuestro ensayo la muestra fue mayor a 1000 gr.

Tabla 5. Contenido de humedad del agregado grueso

DATOS	
1.- Peso del recipiente (gr)	112.85
2.- Peso agregado grueso húmedo + recipiente (gr)	1606.77
3.- Peso agregado grueso seco + recipiente (gr)	1600.66
Contenido de humedad (%)	0.41

Fuente: Elaboración propia

Peso unitario del agregado (ASTM C-127-01 / MTC E206 – 2000)

- Peso unitario y absorción del agregado fino.

El procedimiento consiste en pesar una muestra de 1000 gr de agregado fino, luego secarla en el horno a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , durante 24 horas, enfriar, pesar y saturar la muestra con agua y dejar durante 24 horas, luego retirar el agua evitando eliminar los finos, secar la muestra y comenzar con el llenado del cono hasta una cantidad considerable y apisonar con una varillas 25 veces, cuando se retire el cono y el material se desintegre la muestra se considera seca, luego pesar 100 gr de muestra de agregado fino seco, aforar la fiola de 250 ml con agua y pesar para sumar el

peso conjunto de la fiola más el agua, retirar la mitad de la cantidad de agua de la fiola y vaciar los 100 gr del agregado fino, agitar la fiola por un tiempo prudente para una saturación uniforme, luego aforar la fiola con agua hasta los 250 ml y pesar para tener el peso conjunto de la fiola con el agua más el agregado fino, los materiales que se usan son cono, pisón o varilla, bandejas, cucharón, picnómetro o fiola, horno termostático, balanza.

Tabla 6. Peso específico y absorción del agregado fino

DATOS	
1.- Peso del recipiente - fiola (gr)	95.43
2.- Peso de la muestra seca - agregado fino	100
3.- Peso de la fiola + peso del agua	344.51
4.- Peso de la muestra seca + peso de la fiola + peso del agua (gr)	407.23
5.- Volumen del recipiente - fiola (ml)	250
peso específico	2.68
porcentaje de absorción	1.37

Fuente: Elaboración propia

- Peso unitario del agregado grueso.

El procedimiento consiste en pesar una muestra de agregado saturado superficialmente seco, que está en función al tamaño máximo nominal del agregado, para el ensayo fue mayor a 3 kg, luego la muestra se satura en agua sumergiéndola en una probeta plástica para pesar conjunto con el agua y calcular la fuerza de empuje del agua o el volumen de desplazamiento, los materiales que se usan son balanza, bandejas, cucharón, probeta de plástico.

Tabla 7. Peso específico y absorción del agregado grueso

DATOS	
A. Peso de la muestra seca en el horno (gr)	6144
B. Peso de la muestra superficialmente seca al aire (gr)	6165
C. Peso de la muestra saturada, sumergida en agua (gr)	3903
P.E. Bulk (base seca) (OD) = $A / (B - C)$	2.716
P.E. Bulk (base saturada) (SSD) = $B / (B - C)$	2.725
P.E. Aparente (base seca) = $A / (A - C)$	2.742
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN = $((B - A) / A) * 100$	0.342

Fuente: Elaboración propia

- Diseño de mezcla del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .

Determinadas las características de los agregados, se procede a realizar el diseño de mezcla de la muestra patrón del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , siguiendo los procedimientos establecidos por el comité ACI 211-1.

Las especificaciones para el diseño de mezcla son:

- ✓ Resistencia a los 28 días  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .
- ✓ Cemento: Pacasmayo Tipo I
- ✓ Revenimiento o Slump.
- ✓ Sin aire incorporado

1.- Cálculo de la resistencia promedio de diseño. - Se determinó la resistencia promedio de diseño conforme lo determina el comité ACI 211, cuando no hay información de data para establecer una desviación estándar.

Resistencia de diseño =  $330 \text{ kg/cm}^2$

2.- Relación agua cemento. - Se determinó en función a la resistencia promedio de diseño, el cálculo se hizo por interpolación porque el valor de la resistencia no tenía la relación numérica establecida.

Relación agua/cemento = 0.50

3.- Determinación de la cantidad de agua. - Se determinó en función al tamaño máximo nominal del agregado grueso y al asentamiento, considerando un concreto sin aire incluido.

Agua = 233 Kg o 233 Lts.

4.- Determinación de la cantidad de aire atrapado. - En función al tamaño máximo nominal del agregado grueso, se determinó el porcentaje de aire atrapado.

Aire = 2.0%

5.- Cálculo de la cantidad de cemento. - En función al cociente entre la cantidad de agua y la relación agua cemento, se determina la cantidad de cemento.

Cemento = 454 Kg.

6.- Factor de cemento. - Se determinó en función a la cantidad de bolsas de cemento que se requieren por metro cúbico de concreto.

Bolsas x m<sup>3</sup> = 10.68 bolsas

Tabla 8. Cálculo del volumen de agregados.

INSUMO	PESO ESPECÍFICO (kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO
Pacasmayo tipo HS	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.1371
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.2270
Aire	0	0.0250
Agregado grueso	2735 kg/m <sup>3</sup>	0.3648
Agregado fino	2680 kg/m <sup>3</sup>	0.2389
	Volumen de pasta	0.3891
	Volumen de agregados	0.6037
<b>TOTAL</b>		<b>0.9928</b>

Fuente: Elaboración propia

8.- Proporción de agregados secos

Agregado grueso	60% = 0.3648	997.7 kg
Agregado fino	40% = 0.2420	640.3 kg

9.- Peso húmedo de los agregados - corrección por humedad

Agregado grueso	1002
Agregado fino	643

10.- Agua efectiva corregida por absorción y humedad

Agua	233 Lts o kg
------	--------------

11.- Volumen por tanda de prueba 36 lts - 0.036 m<sup>3</sup>

Pacasmayo tipo HS	15,552 gr
Agua	8,172 gr
Agregado fino	23,040 gr
Agregado grueso	35,892 gr

La muestra patrón de prueba se realizó con las cantidades calculadas de los materiales que se registran, el ensayo de trabajabilidad o asentamiento que se hizo con el cono de Abrams, dio como resultado un slump de 3 pulg ó 7.62 cm, lo cual según los antecedentes revisados manifiestan que la ceniza en su estado inicial reduce la trabajabilidad de las mezclas de concreto conforme va incrementando los porcentajes de sustitución, lo que iba a originar que las muestras con el 12% y 16% de ceniza no muestren propiedades de trabajabilidad apropiadas para un concreto, por lo que se realizó un nuevo cálculo para las nuevas cantidades de los materiales sin alterar la resistencia, solo buscando obtener que la muestra patrón tenga una clasificación de consistencia como fluida, para los cual se diseñó para obtener un slump de 5.8 pulg ó 14.50 cm, esta modificación se realizó bajo el criterio técnico de que la ceniza de caña de azúcar solo se utilizaría como sustituyente parcial del cemento, los demás componentes del concreto como el agua y los agregados deberían mantener sus cantidades inalterables, la corrección en las cantidades de los materiales en el diseño de la muestra patrón se aprecia en la tabla N°9.

Tabla 4. Diseño de muestra patrón

Material	Porcentaje de material	Cantidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Preparación para 36 lts ó 0.036 m <sup>3</sup>	Cantidad (Gr)
Cemento	100%	454	36	16344
Agregado fino	100%	643	36	23148
Agregado grueso	100%	1002	36	36072
Agua	100%	233	36	8424

Fuente: Elaboración propia.

Con las modificaciones respectivas que se realizaron en las cantidades de los materiales se realizó la preparación de la nueva muestra patrón, arrojando los ensayos realizados al concreto fresco los siguientes resultados.

- ✓ Slump o asentamiento. 5.7 Pulg - 14.5 cm
- ✓ Peso unitario. 2208 kg/cm<sup>3</sup>
- ✓ Temperatura del concreto 23.8°C

Con estos resultados en los ensayos realizados al concreto fresco, es que se determinó que era el diseño apropiado de la muestra patrón para iniciar con el

desarrollo de las pruebas posteriores de la sustitución parcial de ceniza de caña de azúcar por cemento en la elaboración del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .

A) Diseño de mezcla con 4% de sustitución de ceniza de caña por cemento.

Tabla 5. Mezcla de concreto con 4% de ceniza de caña.

Material	Porcentaje de material	Cantidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Preparación para 36 lts ó 0.036 m <sup>3</sup>	Cantidad (Gr)
Cemento	96%	436	36	15696
Ceniza	4%	18	36	648
Agregado fino	100%	643	36	23148
Agregado grueso	100%	1002	36	36072
Agua	100%	233	36	8424

Fuente: Elaboración propia

En el diseño de mezcla de concreto con sustitución parcial de ceniza del 4% por cemento, los ensayos realizados al concreto fresco arrojaron los siguientes resultados.

- ✓ Slump o asentamiento. 4.75 Pulg - 12 cm
- ✓ Peso unitario. 2187 kg/cm<sup>3</sup>
- ✓ Temperatura del concreto 24.8°C

B) Diseño de mezcla con 8% de sustitución de ceniza de caña por cemento.

Tabla 11. Mezcla de concreto con 8% de ceniza de caña.

Material	Porcentaje de material	Cantidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Preparación para 36 lts ó 0.036 m <sup>3</sup>	Cantidad (Gr)
Cemento	92%	418	36	15048
Ceniza	8%	36	36	1296
Agregado fino	100%	643	36	23148
Agregado grueso	100%	1002	36	36072
Agua	100%	233	36	8424

Fuente: Elaboración propia.

En el diseño de mezcla de concreto con sustitución parcial de ceniza del 8% por cemento, los ensayos realizados al concreto fresco arrojaron los siguientes resultados.

- ✓ Slump o asentamiento. 4.5 Pulg - 11.4 cm
- ✓ Peso unitario. 2180 kg/cm<sup>3</sup>
- ✓ Temperatura del concreto 24.8°C

C) Diseño de mezcla con 12% de sustitución de ceniza de caña por cemento.

Tabla 12. Mezcla de concreto con 12% de ceniza de caña.

Material	Porcentaje de material	Cantidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Preparación para 36 lts ó 0.036 m <sup>3</sup>	Cantidad (Gr)
Cemento	88%	400	36	14400
Ceniza	12%	54	36	1944
Agregado fino	100%	643	36	23148
Agregado grueso	100%	1002	36	36072
Agua	100%	233	36	8424

Fuente: Elaboración propia

En el diseño de mezcla de concreto con sustitución parcial de ceniza del 12% por cemento, los ensayos realizados al concreto fresco arrojaron los siguientes resultados.

- ✓ Slump o asentamiento. 3 Pulg – 7.6 cm
- ✓ Peso unitario. 2178 kg/cm<sup>3</sup>
- ✓ Temperatura del concreto 25.2°C

D) Diseño de mezcla con 16% de sustitución de ceniza de caña por cemento

Tabla 13. Mezcla de concreto con 16% de ceniza de caña.

Material	Porcentaje de material	Cantidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Preparación para 36 lts - 0.036 m <sup>3</sup>	Cantidad (Gr)
Cemento	84%	381	36	13716
Ceniza	16%	73	36	2628
Agregado fino	100%	643	36	23148
Agregado grueso	100%	1002	36	36072
Agua	100%	233	36	8424

Fuente: Elaboración propia.

En el diseño de mezcla de concreto con sustitución parcial de ceniza del 4% por cemento, los ensayos realizados al concreto fresco arrojaron los siguientes resultados.

- ✓ Slump o asentamiento. 2.5 Pulg – 6.4 cm
- ✓ Peso unitario. 2163 kg/cm<sup>3</sup>
- ✓ Temperatura del concreto 25.5°C

Evaluación del ensayo de resistencia a la compresión.

- Elaboración de probetas de concreto, muestra patrón y con sustitución de ceniza de caña de azúcar en porcentajes de 4%, 8%, 12% y 16%.

Procedimiento.

Las probetas se elaboraron según la NTP 339.183, se utilizaron moldes de 4 pulg de diámetro y 8 pulg de altura, esto de acuerdo a la NTP 339.047, que establece que el diámetro mínimo de la probeta debe ser tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso, que para nuestros ensayos es de  $\frac{3}{4}$  de pulg, la superficie interna de los moldes fueron revestidos con aceite para facilitar el desencofrado, el llenado de las probetas con concreto por las dimensiones del molde se realizó en dos capas, la primera se llenó hasta la mitad y la segunda hasta la superficie de enrasado, se apisonó con 25 golpes ambas capas con una varilla de  $\frac{3}{8}$ ", y para uniformizar el llenado, liberar el aire retenido y evitar la formación de vacíos, con un martillo de goma se golpeó 10 veces en las paredes externas del molde, luego se con una regla metálica y el badilejo se procedió a nivelar la superficie superior externa de la probeta, una vez terminado el proceso de elaboración de las probetas, estas se almacenaron por un periodo de 24 horas para luego desamoldarlas e iniciar con el proceso de curado con agua a temperatura ambiente.

Ensayo de resistencia a la compresión.

El desarrollo del ensayo se hizo teniendo como referencia el procedimiento establecido en la NTP 339.034 y la ASTM C-39.

**Procedimiento.**

- ✓ Se requiere tener una máquina de ensayo que permita controlar y mantener una velocidad de carga constante y uniforme.

- ✓ Determinar la longitud del diámetro y de la altura de la probeta, para calcular su área con la fórmula del cilindro.
  - ✓ Posicionar la probeta sobre el bloque de apoyo de la parte inferior, para luego centrarlo sobre su eje.
  - ✓ Aplicar la carga de manera gradual, constante y continúa.
  - ✓ Tomar apuntes de las lecturas de las cargas aplicadas, los tipos y la forma de rotura de la probeta y algún dato importante relacionado a la reacción y aspectos del concreto
- Ensayo de resistencia a la compresión a los siete días de curado.

Transcurridos los 07 días contados a partir de la fecha de preparación de las probetas, se retiran 03 ejemplares de la piscina de curado para realizar los ensayos de resistencia a la compresión, este ensayo consiste en ubicar la probeta en forma vertical sobre la superficie fija de la prensa hidráulica, para mediante la aplicación de fuerza mecánica graduada evaluar el grado de resistencia de la probeta para ser quebrada, rota o fisurada, para nuestro estudio ensayaremos 15 especímenes, de los cuales 03 son de la muestra patrón y 12 de los porcentajes de sustitución del 4%, 8%, 12% y 16% de la ceniza de caña de azúcar por cemento portland tradicional

Tabla 14. Resistencia a la compresión a los 07 días de curado.

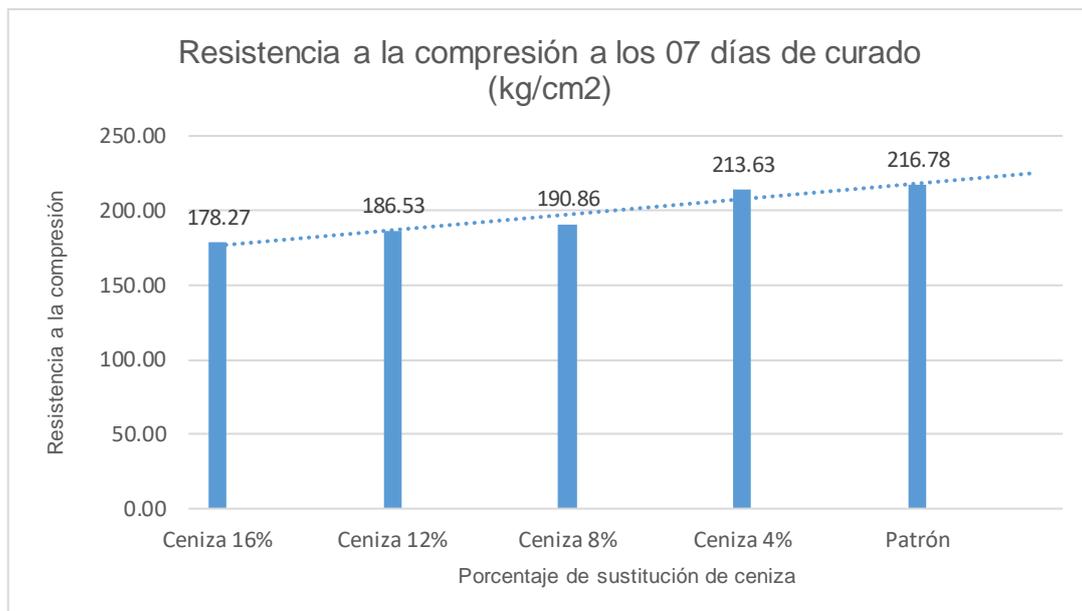
Probeta	Edad del testigo - 07 días	Resistencia requerida (kg/cm <sup>2</sup> )	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (KN)	carga (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	7	245	81.71	180.20	18,375.35	224.88	216.78
Patrón	7	245	81.71	170.17	17,352.58	212.36	
Patrón	7	245	81.71	170.76	17,412.74	213.10	
Ceniza 4%	7	245	81.71	173.22	17,663.59	216.17	213.63
Ceniza 4%	7	245	81.71	174.48	17,792.07	217.74	
Ceniza 4%	7	245	81.71	165.86	16,913.08	206.98	
Ceniza 8%	7	245	81.71	150.89	15,386.56	188.30	190.86
Ceniza 8%	7	245	81.71	157.98	16,109.54	197.15	
Ceniza 8%	7	245	81.71	149.95	15,290.70	187.13	
Ceniza 12%	7	245	81.71	154.42	15,746.52	192.71	186.53
Ceniza 12%	7	245	81.71	144.91	14,776.76	180.84	
Ceniza 12%	7	245	81.71	149.08	15,201.99	186.04	
Ceniza 16%	7	245	81.71	136.80	13,949.77	170.72	178.27

<b>Ceniza 16%</b>	7	245	81.71	143.67	14,650.32	179.29
<b>Ceniza 16%</b>	7	245	81.71	148.09	15,101.03	184.81

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15 se detalla la descripción de los ensayos de resistencia a la compresión realizados a los 07 días de curado de las probetas, el cuadro nos detalla que la resistencia de la muestra patrón es mayor que la resistencia de las muestras con sustitución parcial de cemento por ceniza; con respecto a la resistencia establecida  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , tenemos que ninguna de las muestras ha superado la referida resistencia.

Figura 3. Resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .



Fuente: Elaboración propia

En la figura 2, se puede apreciar que la resistencia de la muestra patrón a los 07 días de curado del concreto está por encima de las resistencias del resto de muestras, del mismo modo se puede visualizar que conforme se aumenta el porcentaje de sustitución de ceniza la resistencia de las muestras disminuye, así tenemos que para la muestra con el mayor porcentaje de sustitución del 16%, esta presenta la resistencia más baja.

- Ensayo de resistencia a la compresión a los catorce días de curado.

Cumplidos los 14 días del curado de las probetas, se realizó el segundo ensayo de resistencia a la compresión del concreto, los mismos que se detallan en la tabla N°16.

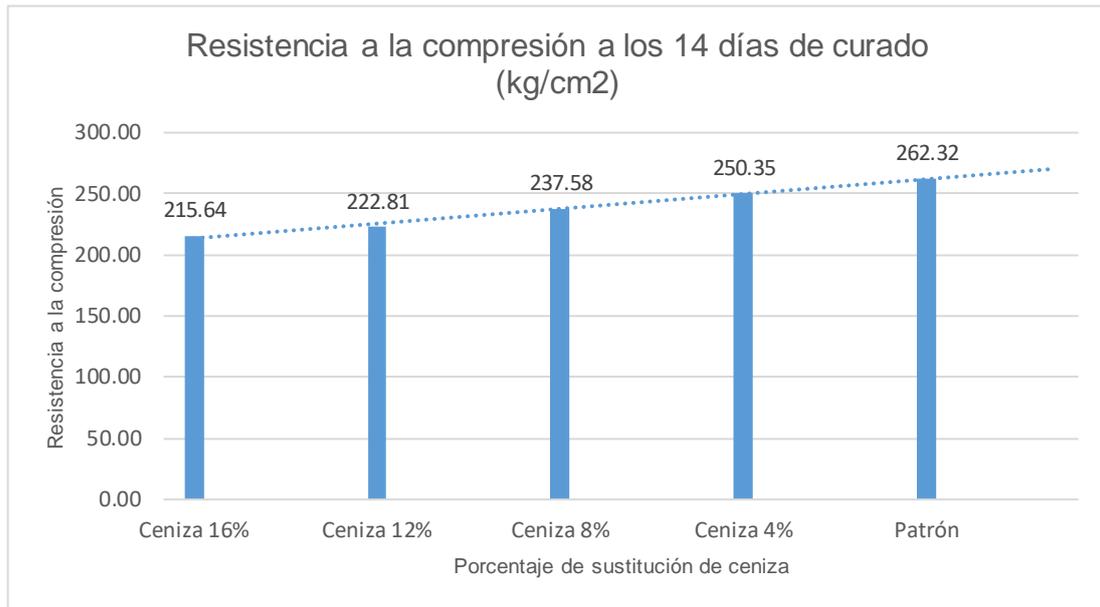
Tabla 15. Resistencia a la compresión a los 14 días de curado

Probeta	Edad del testigo - días	Resistencia requerida (kg/cm <sup>2</sup> )	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (KN)	carga (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	14	245	81.71	205.99	21,005.21	257.06	262.32
Patrón	14	245	81.71	213.03	21,723.10	265.85	
Patrón	14	245	81.71	211.59	21,576.26	264.05	
Ceniza 4%	14	245	81.71	191.44	19,521.52	238.90	250.35
Ceniza 4%	14	245	81.71	205.79	20,984.82	256.81	
Ceniza 4%	14	245	81.71	204.61	20,864.49	255.34	
Ceniza 8%	14	245	81.71	192.95	19,675.50	240.79	237.58
Ceniza 8%	14	245	81.71	190.54	19,429.74	237.78	
Ceniza 8%	14	245	81.71	187.64	19,134.03	234.16	
Ceniza 12%	14	245	81.71	179.16	18,269.30	223.58	222.81
Ceniza 12%	14	245	81.71	177.12	18,061.28	221.03	
Ceniza 12%	14	245	81.71	179.36	18,289.70	223.83	
Ceniza 16%	14	245	81.71	175.10	17,855.30	218.51	215.64
Ceniza 16%	14	245	81.71	172.85	17,625.86	215.70	
Ceniza 16%	14	245	81.71	170.44	17,380.11	212.70	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 se describe los valores del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto realizado a los 14 días de curado, tanto de la muestra patrón, así como de las mezclas con porcentajes diferentes de sustitución con ceniza de caña de azúcar, como se puede apreciar la muestra patrón registra una mayor resistencia en comparación a la de las muestras con sustitución porcentual de ceniza, con relación a la resistencia establecida  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , solo la muestra patrón y la muestra con sustitución del 4% superan la referida resistencia en 7.07% y 2.18% respectivamente, el resto de muestras con sustitución de ceniza no han logrado superar la referida resistencia.

Figura 2. Resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: Elaboración propia

Se aprecia el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto ensayado a los 14 días de curado, la misma que nos muestra que la resistencia de la muestra patrón está por encima de las resistencias del resto de muestras, con relación a la resistencia establecida  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , solo la muestra patrón y la muestra con el 4% de ceniza han logrado superarla.

- Ensayo de resistencia a la compresión a los veintiocho días de curado. Cumplidos los 28 días del curado de las probetas, se realizó el tercer ensayo de resistencia a la compresión del concreto, los mismos que se detallan en la tabla N°17.

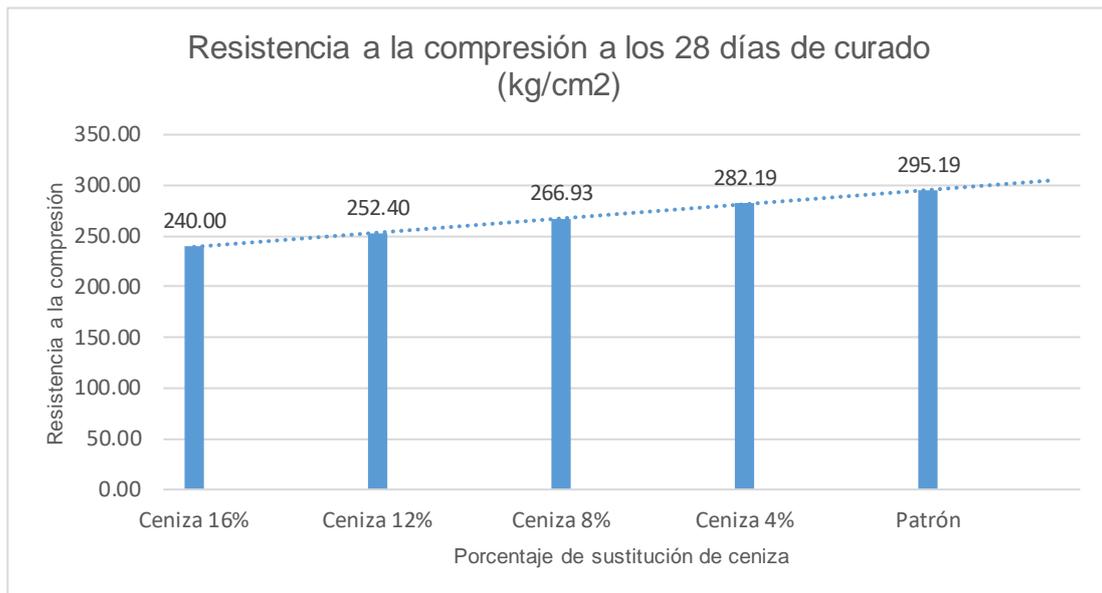
Tabla 16. Resistencia a la compresión a los 28 días de curado.

Probeta	Edad del testigo - días	Resistencia requerida (kg/cm <sup>2</sup> )	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (KN)	carga (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	28	245	81.71	218.09	22,239.07	272.16	295.19
Patrón	28	245	81.71	248.16	25,305.37	309.69	
Patrón	28	245	81.71	243.39	24,818.97	303.73	
Ceniza 4%	28	245	81.71	221.94	22,631.67	276.97	282.19
Ceniza 4%	28	245	81.71	237.21	24,188.78	296.02	
Ceniza 4%	28	245	81.71	219.22	22,354.30	273.57	
Ceniza 8%	28	245	81.71	209.45	21,358.04	261.38	266.93
Ceniza 8%	28	245	81.71	215.58	21,983.12	269.03	
Ceniza 8%	28	245	81.71	216.67	22,094.27	270.39	
Ceniza 12%	28	245	81.71	197.96	20,186.38	247.04	252.40
Ceniza 12%	28	245	81.71	200.49	20,444.37	250.20	
Ceniza 12%	28	245	81.71	208.32	21,242.81	259.97	
Ceniza 16%	28	245	81.71	193.34	19,715.27	241.27	240.00
Ceniza 16%	28	245	81.71	191.33	19,510.30	238.77	
Ceniza 16%	28	245	81.71	192.29	19,608.20	239.96	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°17, se describe el ensayo de resistencia a la compresión evaluado a los 28 días de curado del concreto, como se puede apreciar ninguna de las muestras con sustitución parcial de ceniza supera la resistencia de la muestra patrón, siendo la muestra con el 4% de ceniza la que presenta el mejor comportamiento, con respecto a la resistencia establecida  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , solo la muestra con el 16% de ceniza no ha logrado superar la referida resistencia, el resto de muestras la han superado en 20.49% para la muestra patrón, y para el 4%, 8% y 12% de ceniza la han superado en 15.18%, 8.95% y 3.02% respectivamente.

Figura 3. Resistencia a la compresión del concreto  $f'_c = 245 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4, se aprecia el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto ensayado a los 28 días de curado, en ella se observa que la resistencia de la muestra patrón no ha sido superada por ninguna de las muestras con sustitución parcial de ceniza, con respecto a la resistencia establecida  $f'_c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , solo la muestra con el 16% no ha logrado superarla, el resto de muestras superó la referida resistencia siendo el 4% la que presentó los mejores resultados.

Evaluación del ensayo de resistencia a la flexión.

- Elaboración de prismas de concreto, muestra patrón y con sustitución de ceniza de caña de azúcar en porcentajes de 4%, 8%, 12% y 16%.

Para la preparación de las vigas de concreto o prismas se utilizaron moldes de 7.5 cm de ancho, 7.5 cm de altura y 25 cm de largo, antes de iniciarse con el llenado de concreto la superficie interna de los moldes fue revestida con aceite lubricante para facilitar el desencofrado y evitar posibles daños en la superficie de los prismas, el llenado se realizó en 02 capas, la primera se realizó con un llenado aproximado de la mitad, y la segunda hasta la superficie superior del molde, el apisonado se realizó con 27 golpes para ambas capas utilizando una varilla de 3/8 de pulg, para el llenado uniforme, liberación de aire atrapado y evitar la formación de vacíos, con un martillo de goma se golpeó su superficie externa con 12 golpes repartidos a ambos lados, la superficie superior del molde fue nivelada y lisada con una regla

metálica y badilejo, una vez terminado la preparación de los prismas se dejaron en un lugar apropiado para desencofrarlos pasadas las 24 horas e iniciar con el proceso de curado con agua a temperatura ambiente.

- Ensayo de resistencia a la flexión con carga en el centro del tramo.

Para la realización del ensayo se debe de aplicar una carga en el centro de la distancia de la luz entre los apoyos, esto de acuerdo a los procedimientos establecidos por las normas ASTM C78 y NTP 339.079.

### Procedimiento

- ✓ El prisma o viga tiene que ser ensayado en el menor tiempo posible una vez retirado de la cámara de curado, ya que los resultados del módulo de rotura arrojan valores menores cuando la superficie de las vigas está seca.
- ✓ Realizar mediciones en las secciones longitudinales y transversales de la viga para determinar la longitud promedio, y ubicar los puntos de apoyo de las resistencias y de las cargas.
- ✓ La carga debe aplicarse de manera lenta y controlada, a manera constante, hasta que se produzca la rotura de la viga.

El procedimiento para la realización del ensayo a los 14 días de curado, es similar al realizado a la misma edad de curado en los ensayos de compresión, la diferencia es que en lugar de probetas se usan vigas o prismas, el procedimiento de ensayo se realizó como una viga simplemente apoyada con una carga puntual en el centro de luz de la distancia entre los apoyos.

Tabla 6. Resistencia a la flexión a los 14 días de curado.

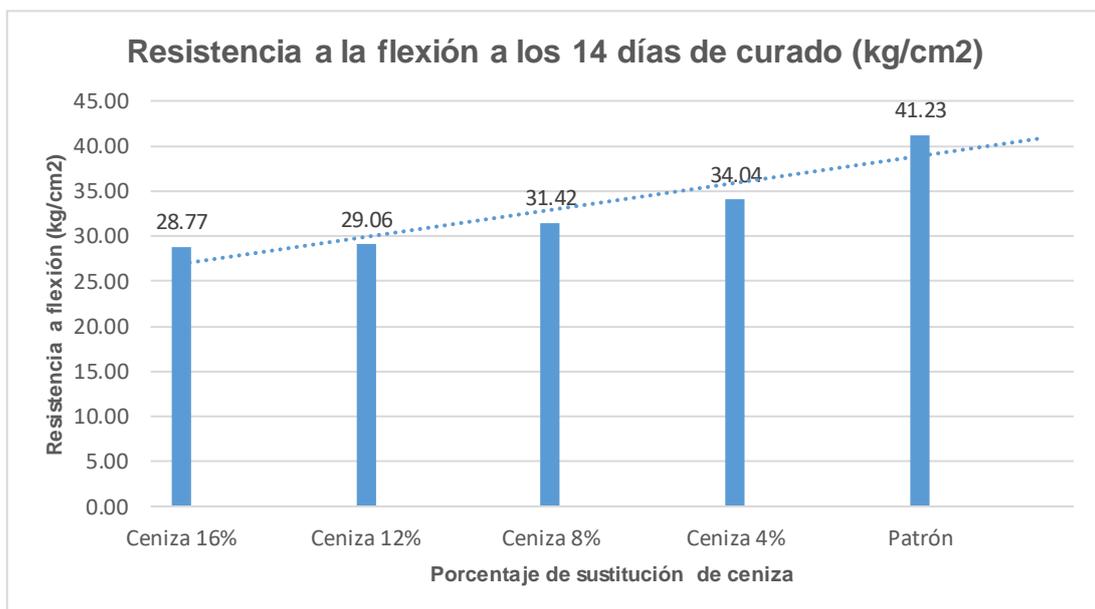
Probeta	Edad del testigo - días	Base de la viga b (cm)	Altura de la viga h (cm)	Distancia entre los apoyos L (cm)	Carga aplicada (kg)	Módulo de rotura MR= $3 \cdot P \cdot L / 2 \cdot b \cdot h^2$	Módulo de rotura promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	14	7.51	7.50	20.15	572	40.93	41.23
Patrón	14	7.52	7.51	20.10	613	43.57	
Patrón	14	7.54	7.53	20.10	556	39.19	
Ceniza 4%	14	7.52	7.52	20.10	504	35.71	34.04
Ceniza 4%	14	7.52	7.52	20.15	442	31.38	
Ceniza 4%	14	7.53	7.52	20.10	495	35.02	
Ceniza 8%	14	7.51	7.52	20.11	415	29.48	31.42
Ceniza 8%	14	7.52	7.52	20.11	463	32.84	

<b>Ceniza 8%</b>	14	7.53	7.52	20.11	451	31.93	
<b>Ceniza 12%</b>	14	7.52	7.50	20.13	379	27.08	29.06
<b>Ceniza 12%</b>	14	7.52	7.53	20.12	418	29.59	
<b>Ceniza 12%</b>	14	7.51	7.51	20.12	428	30.52	
<b>Ceniza 16%</b>	14	7.53	7.51	20.13	396	28.13	28.77
<b>Ceniza 16%</b>	14	7.52	7.52	20.11	411	29.15	
<b>Ceniza 16%</b>	14	7.52	7.51	20.13	408	29.04	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°18, se aprecia los resultados de los ensayos de resistencia a la flexión realizados a los 14 días de curado del concreto, en los que se determina que la resistencia de la muestra patrón supera las resistencias de las muestras con sustitución parcial de ceniza en los porcentajes trabajados, las muestras con el 4% y 8% de ceniza presentan un mejor comportamiento ya que sus resistencias están al 82.56% y 76.21% respectivamente, con respecto de la resistencia de la muestra patrón.

Figura 4.. Resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: Elaboración propia

En la figura 5, se puede observar el comportamiento del concreto en el ensayo de resistencia a la flexión realizado a los 14 días de curado, la curva de tendencia nos muestra de forma ascendente los resultados que van desde el valor más bajo de 28.77 kg/cm<sup>2</sup>, para el ensayo con el 16% de ceniza, hasta el valor máximo de resistencia a la flexión que es 41.23 kg/cm<sup>2</sup>, que corresponde a la muestra patrón.

- Ensayo de resistencia a la flexión a los veintiocho días de curado.

Cumplidos los 28 días de curado de las vigas, se realizó el segundo ensayo de resistencia a la flexión del concreto, los mismos que se detallan en la tabla N°30.

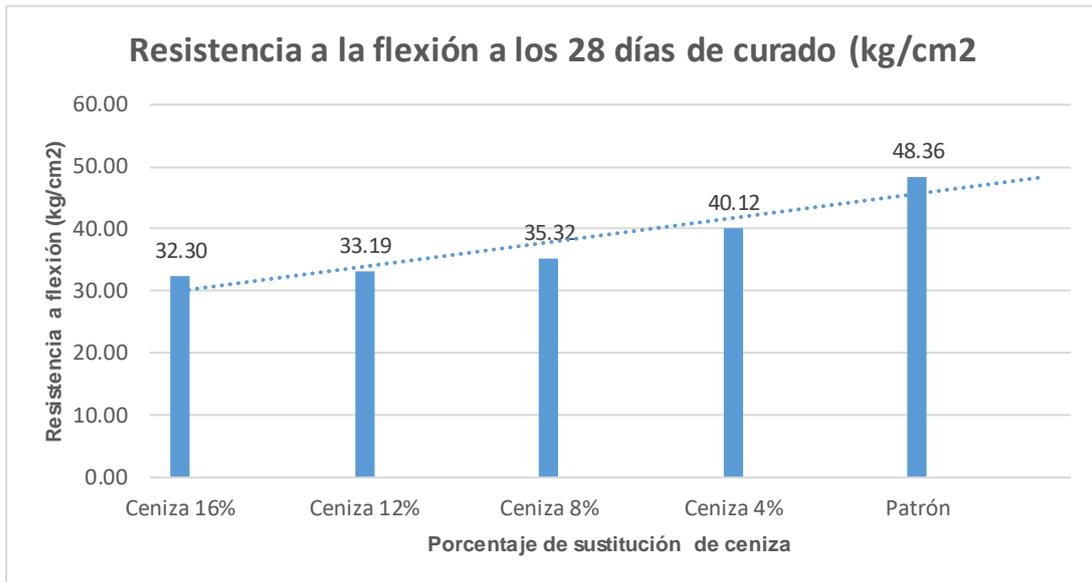
Tabla 7. Resistencia a la flexión a los 28 días de curado.

Probeta	Edad del testigo - días	Base de la viga b (cm)	Altura de la viga h (cm)	Distancia entre los apoyos L (cm)	Carga aplicada (kg)	Módulo de rotura $MR = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2}$	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	28	7.54	7.52	20.10	605	42.76	48.36
Patrón	28	7.51	7.50	20.15	703	50.27	
Patrón	28	7.53	7.51	20.10	773	52.05	
Ceniza 4%	28	7.52	5.51	20.10	540	38.42	40.12
Ceniza 4%	28	7.53	7.51	20.13	570	40.53	
Ceniza 4%	28	7.53	7.51	20.10	583	41.41	
Ceniza 8%	28	7.52	7.52	20.11	456	32.33	35.32
Ceniza 8%	28	7.52	7.51	20.11	548	38.95	
Ceniza 8%	28	7.53	7.52	20.11	489	34.67	
Ceniza 12%	28	7.53	7.52	20.12	441	31.22	33.19
Ceniza 12%	28	7.52	7.52	20.11	492	34.86	
Ceniza 12%	28	7.52	7.49	20.12	468	33.48	
Ceniza 16%	28	7.51	7.51	20.12	428	30.52	32.30
Ceniza 16%	28	7.52	7.52	20.10	480	34.05	
Ceniza 16%	28	7.52	7.51	20.11	455	32.35	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°19, se muestra los resultados de los ensayos a la flexión realizados a los 28 días de curado del concreto, en ella se puede apreciar que ninguna de las muestras con sustitución parcial de ceniza pudo superar la resistencia de la muestra patrón, las muestras con el 4% y 8% de ceniza presentan un mejor comportamiento ya que sus resistencias están al 82.96% y 73.04% respectivamente, con respecto de la resistencia de la muestra patrón.

Figura 5. Resistencia a la flexión del concreto  $f'_c = 245 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: Elaboración propia

En la figura 6, se puede apreciar el comportamiento del concreto en el ensayo de resistencia a la flexión realizado a los 28 días de curado, la curva de tendencia nos muestra de forma ascendente los resultados que van desde el valor más bajo de  $32.30 \text{ kg/cm}^2$ , para el ensayo con el 16% de ceniza, hasta el valor máximo de resistencia a la flexión que es  $48.36 \text{ kg/cm}^2$ , que corresponde a la muestra patrón, en porcentaje comparativo de resistencia tenemos que para las muestras con 4%, 8%, 12% y 16% de ceniza sus resistencias están al 82.96%, 73.04%, 68.63% y 66.79% respectivamente, respecto de la muestra patrón.

- Método de Prueba Estándar para Densidad, Absorción y Vacíos en concreto endurecido Norma Técnica: NTP 339.187 o ASTM C642.

El ensayo se realiza para determinar la densidad, la absorción y el porcentaje de vacíos en el concreto endurecido, este método nos sirve para determinar la conformidad de las especificaciones del hormigón, así mismo nos permite establecer las diferencias entre las propiedades de los agregados de diferentes lugares para una misma masa de concreto.

- Ensayo para determinar la densidad, absorción y vacíos en concreto endurecido.

Se elaboraron cubos de 7.5 cm de largo, 7.5 cm de base y 7.5 cm de espesor, puesto que en la norma ASTM C 642-06, se determina que el volumen de los especímenes no debe ser inferior a los 350 cm<sup>3</sup>, y para el concreto de peso normal 800 gr como mínimo, los que no deben presentar grietas, fisuras o bordes rotos observables.

El ensayo se inicia determinando el peso de las muestras y secándolas en un horno a una temperatura de 110 °C, por no menos de 24 horas, luego sacar las muestras y dejarlas enfriar al aire a una temperatura de entre 20 °C a 25 °C y luego pesar, para determinar si la muestra está seca se hace un comparativo entre la primera pesada que se realizó antes de secar y el segundo luego del secado, y si estos pesos están muy cerca entre sí considérela seca y si la diferencia de peso es mayor al 0.5% del menor valor considérela húmeda, y vuelva a secar las muestras por otras 24 horas hasta que los pesos sean similares, una vez determinada el peso seco de la muestra saturarla en agua a 21°C durante 48 horas, seque la superficie de las muestras con una toalla para quitar la humedad y péselas, designar este valor como la masa seca superficial final después de la inmersión (B), luego las muestras colocarlas en un recipiente con agua y hacerlas hervir durante 5 horas, posteriormente enfriar a temperatura de 20°C a 25°C durante 14 horas, secar la superficie con una toalla para retirar la humedad y pesarlas, considerar este peso como la masa empapada, hervida y secada en la superficie (C).

En la tabla N°20, se detallan los resultados de los ensayos a la densidad, absorción y porcentaje de vacíos en el concreto Endurecido.

Tabla 19. Ensayo de densidad, absorción y porcentaje de vacíos en concreto Endurecido.

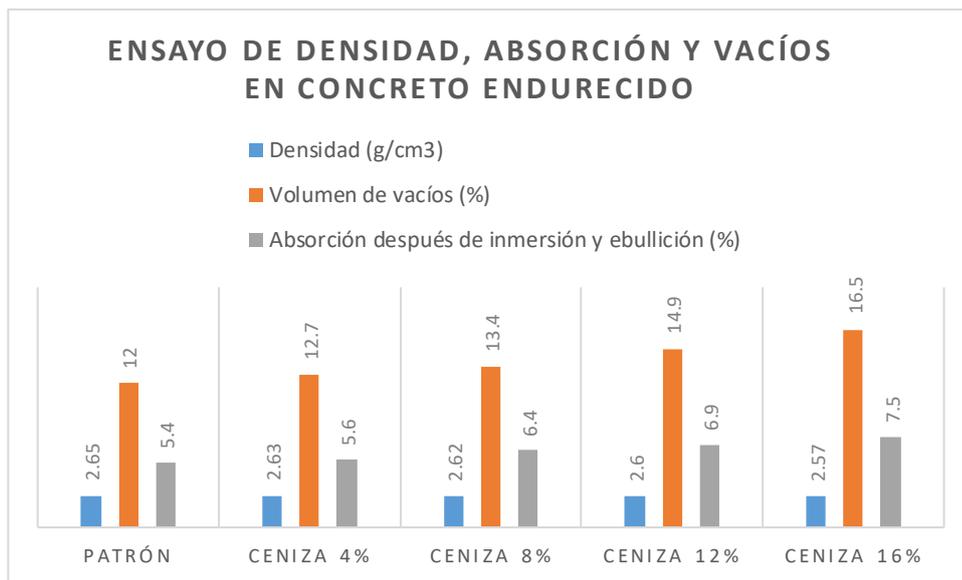
Probeta	Densidad	Volumen de vacíos (%)	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Volumen de vacíos (%)	Absorción después de inmersión y ebullición (%)
<b>Patrón</b>	2.65	12.10	6.00	2.65	12.00	5.40
<b>Patrón</b>	2.66	12.01	5.10			
<b>Patrón</b>	2.64	11.90	5.10			
<b>Ceniza 4%</b>	2.63	12.85	5.80	2.63	12.70	5.60
<b>Ceniza 4%</b>	2.64	12.65	5.55			
<b>Ceniza 4%</b>	2.63	12.59	5.45			
<b>Ceniza 8%</b>	2.63	13.70	6.40	2.62	13.40	6.40
<b>Ceniza 8%</b>	2.62	13.35	6.10			
<b>Ceniza 8%</b>	2.62	13.15	6.70			
<b>Ceniza 12%</b>	2.59	15.15	6.91	2.60	14.90	6.90
<b>Ceniza 12%</b>	2.61	14.90	7.00			
<b>Ceniza 12%</b>	2.59	14.65	6.80			
<b>Ceniza 16%</b>	2.58	16.90	7.80	2.57	16.50	7.50
<b>Ceniza 16%</b>	2.57	16.40	7.55			
<b>Ceniza 16%</b>	2.56	16.20	7.15			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°20, se detalla los resultados del ensayo de la densidad, absorción y porcentaje de vacíos realizados al concreto endurecido, en la que se aprecia que la densidad de la muestra patrón obtiene el valor más alto respecto a las muestras con sustitución parcial de ceniza, esto sucede porque el peso específico de la ceniza es menor que la del cemento, por lo tanto conforme se incrementa el porcentaje de sustitución de ceniza disminuye la densidad del concreto endurecido, con relación al porcentaje de vacíos tenemos que la muestra patrón presenta el porcentaje más bajo, esto debido a que el cemento presenta mayor grado de fineza respecto de la ceniza que se está utilizando, y que tiene alta presencia de material combustionado, aun cuando esta ha sido acondicionado su granulometría

utilizando la malla N°100, lo que a su vez ocasiona también que el porcentaje de absorción para las mezclas con sustitución de ceniza tengan un mayor valor respecto del de la muestra patrón, siendo la muestra con el 16% de ceniza la que presenta la menor densidad, y el mayor valor en porcentajes de vacíos y de absorción.

Figura 6. Ensayo de densidad, absorción y vacíos en concreto Endurecido  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .



Fuente: Elaboración propia

En la figura 7, se muestra de manera independiente por cada muestra de diseño los ensayos realizados de densidad, absorción y porcentajes de vacíos, en la que se puede apreciar que la densidad el mayor valor es para la muestra patrón, y por el contrario para la absorción y porcentaje de vacíos presenta los valores más bajos, siendo la muestra con el 16% de ceniza la que presenta los mayores valores para la absorción y porcentaje de vacíos y el menor para la densidad, esto porque el peso específico de la ceniza es menor que el del cemento, y que el grado de fineza del cemento es mayor que el de la ceniza que se está utilizando, lo que hace que el concreto endurecido con ceniza sea más poroso y menos resistente.

#### IV. DISCUSIONES

El objetivo general de la investigación es, analizar el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  añadiendo cenizas de caña de azúcar, según Giraldo (2006), muchos investigadores con el fin de mejorar las propiedades mecánicas y físicas del concreto orientaron sus investigaciones para obtener nuevos materiales que adicionados a los tradicionales mejoren algunas variables como el costo, la trabajabilidad, la resistencia y la durabilidad entre otras, en la presente investigación la propiedad mecánica de la resistencia alcanzó resultados favorables respecto de la resistencia establecida  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , y la trabajabilidad disminuyó con el incremento de la ceniza, en el estudio realizado por Rajasekar et al. (2018), sostienen que la trabajabilidad presenta condiciones favorables conforme se incrementa la cantidad de sustitución de ceniza, y en la resistencia a la compresión evaluados a los 28 y 56 días los mejores resultados se obtuvieron con el 15% (191 MPa, 221 MPa), respecto de la muestra patrón (180 MPa, 189 MPa), en la investigación de Sajjad et al. (2017), sus ensayos determinaron que la trabajabilidad mantiene condiciones favorables con el incremento de sustitución de ceniza, y en la resistencia a la compresión determinaron que con el 5% obtuvieron los resultados más favorables, concreto M15 ( $26.77 \text{ N/mm}^2$ ), patrón ( $23.80 \text{ N/mm}^2$ ) y M20 ( $28.5 \text{ N/mm}^2$ ), patrón ( $25.52 \text{ N/mm}^2$ ), de acuerdo a estos resultados puede considerarse que la ceniza si es tratada previamente ayuda a mejorar las propiedades mecánicas y físicas del concreto, con relación a nuestros ensayos la ceniza en las condiciones iniciales presenta resultados favorables en las propiedades mecánicas, y en las propiedades físicas la trabajabilidad disminuye conforme se aumenta el porcentaje de sustitución de ceniza, debido a que la granulometría de la ceniza presenta partículas de mayor tamaño que las del cemento. Haciendo así un comparativo garantiza la viabilidad.

El primer objetivo específico de la investigación es, determinar el porcentaje necesario de ceniza de caña de azúcar que se requiere en el diseño de mezcla del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , según Giraldo (2006), los efectos que las cenizas volantes ocasionan en el concreto son varios y que dependen de la cantidad de ceniza que se utilice, en la presente investigación el 4% presentó los mejores resultados en compresión respecto de la resistencia establecida  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , y en la resistencia a la flexión es la que presentó los resultados más favorables respecto de la muestra patrón, en el estudio de Praveenkumar y Sankarasubramanian (2019), los resultados más favorables en la resistencia a la compresión y flexión fueron con el 10% de ceniza, para la compresión tuvo incremento del 5% respecto de la muestra patrón ( $65.20 \text{ N/mm}^2$ ), y para la flexión el incremento fue de 3.08% respecto de la muestra patrón ( $8.12 \text{ N/mm}^2$ ), en la investigación de Gupta, Wirquin, Chandradeo, (2021), sus ensayos de resistencia a la compresión evaluados a los 120 días obtuvieron resultados favorables con el 5% y 10% de ceniza, respecto de la muestra patrón (27 MPa), el incremento fue del 1.7% y 2.6% respectivamente, concluyendo ambas investigaciones que el porcentaje más favorable para el uso de la ceniza es con el 10%, con relación a estos resultados se puede determinar que según la revisión literaria el porcentaje más favorable para sustituir la ceniza por cemento es con el 10%, en nuestros ensayos el 4% de ceniza es el porcentaje con mejores resultados a la compresión y flexión, evaluados para la compresión respecto a la resistencia establecida  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , y para la flexión respecto de la muestra patrón.

El segundo objetivo específico de la investigación es, evaluar la influencia de la ceniza de caña de azúcar en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , según Giraldo (2006), se puede mencionar como efectos de las cenizas en las propiedades mecánicas del concreto endurecido, la variación de la resistencia a distintas edades, la durabilidad, la permeabilidad, y la disminución del calor de hidratación, en la presente investigación la influencia de la ceniza ha sido favorable en las propiedades

mecánicas del concreto endurecido, ya que la resistencia a la compresión de las muestras en todos los porcentajes de sustitución de ceniza presentan valores mayores que la resistencia establecida, en los ensayos de Najim et al. (2020), los autores sostienen que en la resistencia a la compresión y flexión ensayados a los 28 y 60 días el mejor comportamiento fue con el 7%, para la compresión (39.5 N/mm<sup>2</sup>, 41.3 N/mm<sup>2</sup>), muestra patrón (35.4 N/mm<sup>2</sup>, 37.3 N/mm<sup>2</sup>), y para la flexión (4.72 N/mm<sup>2</sup>), muestra patrón (3.22 N/mm<sup>2</sup>), en el estudio de Batool, Masood, Ali (2019), en los ensayos a la compresión los mejores resultados los obtuvieron con el 5% (24.8 MPa) y 10% (27.2 MPa), respecto de la muestra patrón (23.6 MPa), en el ensayo a la flexión el mejor resultado fue con el 10% (3.70 MPa), respecto de la muestra patrón (3.60 MPa), en vista de los resultados los investigadores consideran a la ceniza de caña de azúcar tener influencia positiva en las propiedades mecánicas del concreto, para nuestros ensayos la influencia evaluada en las propiedades mecánicas de resistencia del concreto endurecido es favorable respecto de la resistencia de estudio, puesto que hasta con el 12% obtenemos valores por encima de las referida resistencia.

El tercer objetivo específico de la investigación es, evaluar la influencia de la ceniza de caña de azúcar en las propiedades físicas del concreto  $f'c = 245$  kg/cm<sup>2</sup>, según Giraldo (2006), los efectos de las cenizas en las propiedades físicas del concreto fresco generalmente influyen en el tiempo de fraguado, en la trabajabilidad, reducción de la exudación y aumento en la aptitud para el bombeo, en la presente investigación la trabajabilidad de las mezclas comenzó a disminuir a medida que se le aumentaba el porcentaje de sustitución de ceniza, lo que indica que las mezclas con mayor porcentaje de ceniza sean menos fluidas, en la investigación de Quevedo (2018), el autor manifiesta que la trabajabilidad de las mezclas con sustitución parcial de ceniza, es de clasificación plástica, es decir el valor del slump es similar o parecido al de la muestra patrón, en el estudio de Idrogo (2018), el autor manifiesta que la trabajabilidad de las muestras disminuyen conforme se incrementa el porcentaje de sustitución de la ceniza, en vista de los

resultados descritos podemos manifestar que los investigadores han obtenido resultados opuestos en cuanto a la trabajabilidad se refiere, mientras que el Sr. Quevedo manifiesta que la trabajabilidad se mantiene respecto de la muestra patrón, el Sr. Idrogo refiere lo contrario, que esta disminuye conforme se incrementa el porcentaje de sustitución de ceniza, en nuestros resultados el ensayo del slump nos acerca más a lo que manifiesta el Sr. Idrogo ya que la trabajabilidad de las mezclas disminuían conforme se aumentaba la sustitución con ceniza, por lo que según nuestra investigación y las de los autores no se puede afirmar una influencia positiva o negativa de la ceniza en cuanto a las propiedades físicas de trabajabilidad del concreto se refiere.

## VI. CONCLUSIONES

1. En los ensayos realizados a los 7, 14 y 28 días, los resultados nos muestran que las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y flexión para los diferentes tipos de mezclas con sustitución parcial de ceniza, están por debajo de la resistencia de la muestra patrón, pero por encima de la resistencia establecida, por lo que se determina que la ceniza en las condiciones actuales en su estado inicial, se presenta como una alternativa favorable para desarrollar y estudiar, y en el futuro poder ser utilizada como sustituyente parcial del cemento en el diseño de mezclas de concreto, confirmando parcialmente nuestra hipótesis de que las cenizas en el estado inicial en la que ha sido utilizada influye favorablemente en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .
2. En los ensayos realizados se ha podido determinar que el 4% de ceniza es el porcentaje de sustitución del cemento más recomendado en el diseño de mezclas de concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , ya que en las evaluaciones realizadas de resistencia a la compresión presenta los mejores resultados respecto a la resistencia establecida, y en la resistencia a la flexión presenta los resultados más favorables respecto de la muestra patrón.
3. Los resultados de los ensayos nos muestran que la resistencia a la compresión de las mezclas con sustitución parcial de ceniza del 4%, 8% y 12%, superan la resistencia establecida  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , solo la muestra con el 16% de ceniza no logró superarla, ya que su resistencia está al 97.96% de la referida resistencia, y en los ensayos de resistencia a la flexión con el porcentaje de sustitución más bajo se obtuvieron los mejores resultados.
4. La trabajabilidad de las muestras comienza a disminuir a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución de ceniza por cemento, lo que nos determina que como la granulometría de la ceniza empleada en los ensayos presenta mayor tamaño que la del cemento, hace que disminuye su velocidad de hidratación, generando que las mezclas de concreto que utilizan este tipo de cenizas volantes en su estado inicial sin acondicionamiento previo, sean un poco más secas, menos trabajables.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar con el desarrollo de la investigación de los estudios técnicos a la ceniza del bagazo de caña de azúcar, específicamente aquellos referidos a controlar su temperatura y tiempo de incineración, así como a su posterior molienda y tamizado, que de acuerdo a los antecedentes revisados ayudan a mejorar las propiedades puzolánicas de la ceniza para ser empleada como componente cementante en el diseño de mezclas de concreto, ya que en el estado inicial en el que se encuentra la ceniza no es muy recomendable su uso como posible sustituyente parcial del cemento en el diseño de mezclas de concreto, debido a la posible presencia de material orgánico incombustionado, así como también a la granulometría de mayor tamaño que la del cemento.
2. Se recomienda realizar un estudio costo beneficio del proceso de pre tratamiento que se le tiene que realizar a la ceniza, específicamente en el control de la temperatura y tiempo de incineración, así como también del posterior proceso de molienda, que dependiendo de los resultados de laboratorio y de los costos de inversión, se evaluará la factibilidad para utilizarla como posible sustituyente del cemento en el diseño de mezclas de concreto.
3. Se recomienda continuar con los ensayos de laboratorio para determinar cuál es el porcentaje más apropiado de ceniza que se debe de utilizar en el diseño de mezclas de concreto, esto en función a los ensayos de resistencia a los que debe ser sometido, pero tomando como referencia que en la revisión literaria de los antecedentes muchos de los investigadores dan a los porcentajes de entre el 10% al 15% como las cantidades más apropiados para sustituir al cemento por ceniza.
4. Se recomienda continuar con los ensayos de laboratorio para evaluar la influencia de las cenizas en las propiedades mecánicas del concreto, para determinar su uso o empleabilidad en los diferentes componentes estructurales de una edificación, ya que, dependiendo de los ensayos de resistencia a la compresión, flexión y tracción, se puede determinar de manera específica en los elementos estructurales en los que podría ser utilizado.

## REFERENCIAS

Abanto, Soto; 2017. Variables, dimensiones e indicadores en una tesis. TRUJILLO -LA LIBERTAD: 2017. <http://tesisciencia.com/2018/08/20/tesis-variables-dimensiones-indicadores>.

ABU TALIB, m. YASUFUKU, n. ISHIKURA, r. (2015). Efectividad de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (scba) como reemplazo parcial del cemento en la estabilización de turba. s.l.: Artículo investigación. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84940704009&partnerID=40&md5=cd809fd91dc539fddca43c6617263aeç>.

ALVARADO, José. ANDRADE, Juan. HERNANDEZ, Herson. (2016). Estudio del empleo de cenizas producidas en ingenios azucareros como sustituto parcial del cemento portland en el diseño de mezcla del concreto. Ciudad universitaria de Oriente. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14162/1/50108276.pdf>

American Concrete Institute (2013). ACI concrete terminology -An ACI Estándar. CT-13. <https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=CT13>

ANDRADE, Da silva; SANTOS, Mavisson; SANTANA, Nilson; RIBEIRO, Veras. (2020). Efectos de la adición de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades y durabilidad del hormigón. Artículo Ciencia e ingeniería de materiales. BRAZIL. <https://doi.org/10.1007/s13369-019-04301F>.

ANDREAO, PV; SULEIMAN, Ar; CORDEIRO, Gc; NEHDI, MI; 2018. Uso sostenible de cenizas de bagazo de caña de azúcar en materiales a base de cemento. Brasil: Artículo de investigación ingeniería civil, 2018. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-68352018000100030&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-68352018000100030&script=sci_arttext).

APRIANTI, E; SHAFIGH, p; BAHRI, S; FARAHAANI, J. 2013. Supplementary cementitious materials origin from agricultural wastes-A review. s.l.: construction and building materials-74pp.176-187., 2013. ISS-0950-0618.

ARANA, Segundo. 2018. Ceniza de bagazo de caña de azúcar como sustituyo parcial de cemento portland en la elaboración de concreto  $f^c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Chachapoyas: s.n., 2018. <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1628>.

ARAUJO, Jonatan. 2019. Resistencia a la compresión del concreto adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, en reemplazo del agregado fino. Cajamarca: s.n., 2019. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21768?show=full>

ASAD, Zia; AYAZ, Khan; 2021. Eficacia de la censa de bagazo de la mejora del rendimiento del asfalto pavimentos de hormigón. s.l.: Artículo. Ciencia e ingeniería de materiales, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42452-021-04502-x>

AZORIO, mds; REIS, eapd; TEIXEIRA, sr; BELLUCI, fs; JOB, ae;. 2016. Ceniza de bagazo de caña de azúcar como relleno de refuerzo en elastómeros termoplásticos: caracterizaciones estructurales y mecánicas. s.l.: Artículo de investigación, 2016. <https://www.scopus.com/sourceid/13554>

BARON, Ámbar. 2017. E valuación del tamaño de partículas y porcentaje de sustitución óptimo de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la variación de la resistencia de un mortero sostenible. Colombia: s.n., 2017. <http://hdl.handle.net/11396/5537>.

BENTO, Adegilson José; Da Silva, Dione Luiza; AQUINO, Joaquín Humberto; BARRETO, Eliana Cristina. 2018. Evaluación de la resistencia del hormigón producido con la ceniza de la quema del bagazo de la caña de azúcar en sustitución parcial del cemento Portland. Artículo de investigación: s.n., 2018. Disponible en [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php/script\\_sci\\_home/lng\\_es/nrm\\_iso](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php/script_sci_home/lng_es/nrm_iso).

BERENGUER, R.; VALDÉS, M.; MEDEIROS, H.; DELGADO, F; SILVA, F.; AZEVEDO, A.; GUIMARAES, A; RANGEL, B.; 2020. Durabilidad de las estructuras de hormigón con ceniza de bagazo de caña de azúcar. Portugal: Artículo Hindawi avances en ciencia e ingeniería de materiales, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2020/6907834>.

BERENGUER, ra; NOGUEIRA, fa; BARRETO, ec; LINS, cs; LIMA, a; 2016. Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como reemplazo parcial del cemento

sobre las propiedades mecánicas del mortero. s.l.: Artículo investigación, 2016. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v8i1.187>.

BILBA, K.; RODIER, L.; ONESIPPE, C.; ARSENE, M. 2016. Propiedades térmicas y de flexión de los compuestos de bagazo/cementos. s.l.: Artículo investigación, 2016. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1680/jgrma.15.00012>

CASANOVA, ja; MIOTO, JI; DE MORI, Im; 2015. Evaluación de mortero compuesto de revoque con sustitución de arena natural en ceniza de bagazo de caña de azúcar. s.l.: Artículo de investigación, 2015. Disponible en: <https://www.scopus.com/sourceid/67311>.

CORDEIRO, Guilherme; KURTIS, Kimberly; 2017. Efecto del procedimiento mecánico sobre la pusilanimidad de la ceniza de bagazo de caña de azúcar. Brasil: Artículo investigación de cemento y hormigón, 2017. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconres.2017.03.008>.

COYASAMIN, Oscar. 2016. Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón tradicional, con hormigón adicionado con ceniza de cascara de arroz (CCA) y hormigón adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBC). Ambato-Ecuador: s.n., 2016. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23482>.

DEEPA, Devadiga, SUBRAHMANYA, Bhat y GT, Mahesha. 2020. Compuestos reforzados con fibra de bagazo de caña de azúcar: Avances y aplicaciones recientes. Chile: Artículo. ingeniería de materiales, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1823159>

DEEPIKA, S.; ANAND, G.; BAHURUDEEN, A.; SANTHANAM, Manu. 2018. Productos de construcción con caña de azúcar carpeta de ceniza de bagazo. s.l.: Artículo de Investigación Ingeniería Civil, 2018. Disponible en: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0001999](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0001999).

FARNAZ, Batool; ARJUMEND, Masood; MEHMOOD, Ali; 2019. Caracterización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como puzolana e influencia sobre propiedades de hormigón. s.l.: Artículo de investigación ingeniería civil, 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13369-019-04301-y>.

GIRALDO, Orlando. 2006. Dosificación de mezcla de hormigón métodos. Medellín: s.n., 2006. <https://es.scribd.com/document/356398824/Dosificacion-de-mezclas-de-hormigo-n-Metodos-ACI-211-1-Weymouth-Fuller-Bolomey-Faury-pdf>.

GUERRERO, Sergio. 2020. Ceniza de bagazo de caña de azúcar en el concreto. Exploración preliminar del potencial de uso de la ceniza del Valle del Chira. Piura: s.n., 2020. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4609>.

GUITIERREZ, Libia (2003). El Concreto Y Otros Materiales Para La Construcción. Colombia- Manizales: Universidad Nacional de Colombia-Manizales. I.S.B.N 958-9322-82-4. [https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-03-04\\_01-58-1594299.pdf](https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-03-04_01-58-1594299.pdf).

GUPTA, Pritish; WIRQUIN, Eric; BOKHOREE, Chandradeo; 2021. Hormigón sostenible: potencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como material cementoso en la industria de la construcción. Francia: s.n., 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00545>.

HARMSSEN, Teodoro E. 2002. Diseño de estructuras de concreto armado. Pontificia Universidad Católica del Perú: s.n., 2002.

HERNANDEZ, ROBERTO; FERNANDEZ, CARLOS; BAPTISTA, PILAR; Metodología de LA INVESTIGACION CUARTA EDICION. MEXICO: ISBN 970-10-5753-8

HUAYLLAPUMA, Jaddy y SALDIVAR, Shungo. 2020. Adición de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el comportamiento mecánico del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en Abancay 2020. Lima: s.n., 2020. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61436>.

HUERTAS, Lizeth y MARTINEZ, Paola. 2019. Análisis de las propiedades estructurales del concreto modificado con la fibra del bagazo de caña. Bogotá: s.n., 2019. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/23469>

HUSSEIN, SHAFIQ, n; NURUDDIN, mf. 2015. Resistencia a la compresión y zona de transición interfacial del hormigón de ceniza de bagazo de caña de azúcar: una comparación con las puzolanas establecidas. s.l.: Artículo de investigación, 2015. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4915720>.

IDROGO, Édison. 2018. Estudio de la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con cenizas de bagazo de caña de Azúcar. Pimentel -Chiclayo.: s.n., 2018. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/29294>

JARA, Ruth y PALACIOS, Roció. 2015. Utilización de la ceniza del bagazo de la caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del cemento en la elaboración de ladrillos de concreto. Nuevo Chimbote: s.n., 2015. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2715>.

JIMENEZ, Geoffrey. 2016. Resistencia a la compresión del concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con la adición

de diferentes porcentajes del bagazo de caña de azúcar, UNPC 2016. Cajamarca: s.n., 2016. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/9982>.

KARIN, M.R, y otros. 2013. Fabrication of a non -cement blinder using slag.palm oil fuel ash and rice husk ash with sodium hidroxide. s.l.: Constrution and Building Materials,49.894-902, 2013.

KUMAR, Praveen; SUBRAMANIAN, Sankar; 2019. Propiedades mecánicas y de durabilidad de la ceniza de bagazo mezclado hormigón de alto rendimiento. SUIZA: Artículo de investigación ciencias aplicadas., 2019. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1711-x>

LANDA-SANCHEZ, A.; GAONA-TUBURICIO, C.; ALMERAYA-CALDERON, F.; RAMIREZ GARCIA, A; MÁRQUEZ-MONTERO, S; BALTAZAR-ZAMORA, M. 2019. Comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de concretos sustentables bases agregados reciclados y ceniza de bagazo de caña de azúcar. México: Artículo de investigación conpat, 2019. Disponible en: <http://DOI:10.21041/CONPAT2019/V1CC167>.

LOPEZ, PEDRO; 2004. Población muestra y muestreo. 2004. Punto Cero, 09 (08), pp. 69-74. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012).

MADURWAR, M; RELEGAONKAR, R; MANDAVGANE, S. (2012). Application of agro-wasre for sustainable constrution materials. s.l.: A review.constrution and Building Materials.38,872-878.

NAJIM, Amer; AL-NEALY, Halah; AL-SAAD, Abdulhadi; IMRAN, Merza; 2020. El efecto del uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar como reemplazo del cemento. Suiza: Trans Tech Publications Ltd, Switzerland, 2020. Vol. Vol. 1002, pp 565-577. ISSN: 1662-9752, .

NORMA ACI 211 (2002). Prácticas Estándar para Seleccionar el Proportcionamiento de Concreto de Peso Normal, Pesado y Masivo. <https://es.slideshare.net/marcelohurtado11/aci-2111>.

Norma Técnica Peruana NTP 339.035 (2010). Hormigón (Concreto) métodos de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland. s.l.: INDECOPI. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales -INDECOPI. <https://es.scribd.com/document/371807372/NTP-339-035-2009-pdf>.

Norma Técnica Peruana NTP 339.034 (2001). Compresión de testigos cilíndricos de concreto. Lima-Perú: INDECOPI. Comisión de Reglamento Técnicos y Comerciales- INDECOPI. <https://www.slideshare.net/ERICKSA2/ntp-339034-2008>

Norma Técnica Peruana NTP 339.047 (2006). Hormigón (Concreto)-Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados. Lima-Perú: INDECOPI. Comisión de Reglamentos Técnicos Comerciales-INDECOPI. <https://core.ac.uk/download/pdf/222806014.pdf>.

Norma Técnica Peruana NTP 339.079-2012. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. LIMA: s.n., 2012. Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI. <https://es.scribd.com/document/372901345/NTP-339-079-2012-pdf>

Norma Técnica Peruana NTP 339.183 (2006). Concreto. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. Lima-Perú: INDECOPI. Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias -INDECOPI. <https://pdfcoffee.com/ntp-339183-2013pdf-2-pdf-free.html>

Norma Técnica Peruana NTP 339.185 (2001); Contenido de humedad. Lima-Perú : INDECOPI. Comisión de Reglamentos Técnicos y comerciales - INDECOPI.

## ANEXOS

**Anexo 1:** Matriz de operacionalización de variable

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
Variable Independiente: Ceniza del bagazo de la caña de azúcar	Sánchez, et al. (2009), es el resultado que se obtiene producto de la incineración en las calderas de cogeneración del bagazo de caña. Factores como el clima y el suelo donde se hayan cultivado, tienen influencia relevante en la producción y el rendimiento de la caña, por lo tanto, la cantidad de ceniza en el bagazo dependerá de los factores antes mencionados.	Evaluar las propiedades físicas de la ceniza como la granulometría en un tamiz malla N° 100, hasta alcanzar la cantidad en masa que se necesita, determinaremos su humedad para calcular la cantidad de agua en la mezcla de diseño, y con su peso específico calculamos la dosificación porcentual.	Propiedades físicas	Peso específico	Razón
				Porcentaje de humedad	Razón
				Granulometría	Razón
			Dosificación de la ceniza	Porcentaje de sustitución 4%, 8%, 12%, 16%	Razón
Variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$	Gutiérrez (2003) sostiene que la resistencia a la compresión simple es la característica mecánica más importante del concreto; se expresa en términos de esfuerzo en $\text{kg/cm}^2$ . o en PSI.	Se evaluará su resistencia a la compresión con pruebas a la rotura de las probetas en un rango de tiempo de 7, 14 y 28 días que es el límite para que el concreto alcance su mayor resistencia. Se determinará la consistencia del concreto mediante la prueba de cono de Abrams. Se prepararán probetas o especímenes con sustituciones parciales de cbca por cemento portland en los porcentajes establecidos, para comparar los resultados con las probetas patrón.	Diseño de mezcla	Relación agua/cemento	Razón
			Propiedades físicas	Slump	Razón
				Temperatura	Razón
				Peso unitario	Razón
			Propiedades mecánicas	Ensayo de compresión	Razón
				Ensayo de flexión	Razón

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Matriz de consistencia

<b>Título : Análisis de las propiedades mecánicas del Concreto <math>f'c = 245 \text{ kg/cm}^2</math> Añadiendo Ceniza de Caña de Azúcar, Piura 2021</b>						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente Ceniza de caña de azúcar	Variable independiente ceniza de caña de azúcar	Peso específico	ensayo peso específico NTP 339.131-1999
Problema específico	Objetivo Específico	Hipótesis específica	Variable dependiente Resistencia del concreto $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$	Diseño de mezcla	Relación agua/Cemento	Norma ACI 211.1
¿Qué porcentaje de ceniza de caña de azúcar se requiere en el diseño de mezcla de un concreto $f'c= 245 \text{ kg/cm}^2$ ?	Determinar el porcentaje de ceniza de caña de azúcar que se requiere en el diseño de mezcla de un concreto $f'c= 245 \text{ kg/cm}^2$ .	Se podrá determinar el porcentaje de ceniza de caña de azúcar que se requiere en el diseño de mezcla de un concreto $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ .		Propiedades físicas	Slump	Ensayo Cono de Abrams NTP 339.035
					Temperatura	ASTM C-1064-2012
					Peso unitario	ASTM C-127-01
¿Cómo influye la ceniza de caña de azúcar en las propiedades mecánicas del concreto $f'c= 245 \text{ kg/cm}^2$ ?	Evaluar la influencia de la ceniza de caña de azúcar en las propiedades mecánicas del concreto $f'c= 245 \text{ kg/cm}^2$ ,	Incrementará la resistencia a la compresión del concreto $f'c= 245 \text{ kg/cm}^2$ al adicionar ceniza de caña de azúcar.		Propiedades mecánicas	Ensayo de compresión	Ensayo Resistencia a la compresión NTP 339.034
¿Cómo influye la ceniza de caña de azúcar en las propiedades física del concreto $f'c= 245 \text{ kg/cm}^2$ ,	Evaluar la influencia de la ceniza de caña de azúcar en las propiedades físicas del concreto $f'c= 245 \text{ kg/cm}^2$ .	Mejorará la trabajabilidad del concreto $f'c 245 \text{ kg/cm}^2$ , al adicionar ceniza de caña de azúcar.				Ensayo de flexión

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Estudio de suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 Centro Productivo de Construcción y Consultoría  
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y ESTRUCTURAS

**INFORME DE ENSAYO N°0151-01-2021-LEM -FIC-UNP**

<b>PROYECTO</b>	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO $f_c = 245 \text{ Kg/cm}^2$ AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR, PIURA 2021	
<b>SOLICITA</b>	CIENFUEGOS CORDOVA, MIGUEL IGNACIO - GARCES ROMERO, HENRY STEVE	FECHA DE INFORME: NOVIEMBRE DEL 2021

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO**  
 ( NTP 339.131 )

<b>MATERIAL</b>	: CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR
<b>MUESTRA</b>	: M - 1
<b>MATERIAL</b>	: FINO

DETERMINACION N°			1	2
A	Masa de la muestra de suelo seco al horno (gr.)	(gr)	250.00	250.00
B	Masa del picnometro lleno de agua	(gr)	648.06	649.10
C	Masa del picnometro lleno con agua y suelo	(gr)	789.84	790.19
	Peso especifico $A/(A-(C-B))$		2.31	2.30
<b>Peso especifico relativo de las particulas solidas (Gs)</b>			2.30	

**Observacion:** Ensayo efectuado al material en estado natural.

*[Firma]*  
**Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo**  
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA  
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



RUC: 20526401647

**ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE SAC**

- MECANICA DE SUELOS

- CONCRETOS

- PAVIMENTOS



REG INDECOPI: N° 0011844

ORDEN DE SERVICIO N° 1765-21

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO  
POR EL MÉTODO DEL ACI**F'c = 245 Kg/cm<sup>2</sup>

REPORTE DE LABORATORIO No 14684-21

**SOLICITANTES** : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO  
**TESIS** : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'C 245KG/CM2 AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021  
**UBICACIÓN** : PIURA

1.- MATERIALES			
<b>CEMENTO</b>	: PACASMAYO ANTISALITRE FORTIMAX	<b>AGREGADO FINO</b>	: CANTERA CHULUCANAS
<b>AGUA</b>	: AGUA POTABLE	<b>AGREGADO GRUESO</b>	: CANTERA SOJO
2.- PARÁMETROS			
I) FACTOR CEMENTO - RELACIÓN A/C	II) ENSAYOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Slump de Diseño	: -	Peso Específico de Masa (Kg/m <sup>3</sup> )	: 2.68 2.74
Tamaño máx.nominal	: 3/4 "	Absorción (%)	: 1.37 0.53
Relación agua/cemento	: 0.50 a/c	Humedad (%)	: 1.09 0.41
Agua	: 227 L/m <sup>3</sup>	Módulo de Fineza	: 2.83 6.83
Aire	: 2.0 %	Peso Volumétrico Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	: 1482 1441
3.- PESOS DE MATERIAL PARA UN METRO CÚBICO DE CONCRETO FRESCO			
III) AGREGADOS SECOS	IV) CORREGIDO POR HUMEDAD		
Cemento	: 454.0 Kg/m <sup>3</sup>	Cemento	: 454.0 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	: 227.0 L/m <sup>3</sup>	Agua	: 233.0 L/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	: 640.3 Kg/m <sup>3</sup>	Agregado Fino	: 643.4 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	: 997.6 Kg/m <sup>3</sup>	Agregado Grueso	: 1001.6 Kg/m <sup>3</sup>
4.- PROPORCIONES DE LA MEZCLA EN			
V) PESO			
Cemento	: 1.00		
Agregado Fino	: 1.42		
Agregado Grueso	: 2.21		
Agua	: 0.51		
VI) VOLUMEN			
Cemento	: 1.00 p <sup>3</sup>		
Agregado Fino	: 1.43 p <sup>3</sup>		
Agregado Grueso	: 2.30 p <sup>3</sup>		
Agua	: 21.81 L/p <sup>3</sup>		

**OBSERVACIONES**

- 1) Agregados muestreados/proporcionados : Por el solicitante
  - 2) Asentamiento de la mezcla en laboratorio : 4 "
  - 3) Temperatura de la mezcla en laboratorio : 24.6 °C.
  - 4) Resultados de resistencia a los 03 días :-
  - 5) Resultados de resistencia a los 07 días :-
  - 6) Resultados de resistencia a los 28 días :-
- Realizado por PIURA : CSR  
 Fecha : Piura 23 de octubre del 2021

  
 Ronald Rieder Ruiz Rodriguez  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ESSENOR SAC

  
 Waldo Rusbel Ayme Narvay  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 89614



RUC: 20526401647

**ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE SAC<sup>®</sup>**

- MECANICA DE SUELOS

- CONCRETOS

- PAVIMENTOS



REG. INDECOPI. N° 0011844

ORDEN DE SERVICIO No 1765-2021

**Método de Ensayo Estándar para Densidad (Peso Unitario), Volumen en una Mezcla de Concreto  
NORMA TÉCNICA : ASTM C 138**

REPORTE DE LABORATORIO No 14727-21 PU

SOLICITANTES : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO

TESIS : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F" C 245KG/CM2  
: AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021

UBICACIÓN : PIURA

DATOS DEL ENSAYO						
N° ENSAYOS		1	2	3	4	5
MUESTRA		PATRON	4%	8%	12%	16%
PESO MOLDE + MUESTRA	(kg.)	20.346	20.181	20.131	20.116	20.003
PESO MOLDE	(kg.)	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650
PESO NETO DE MUESTRA	(kg.)	16.696	16.531	16.481	16.466	16.353
VOLUMEN DE MOLDE	(m³)	0.00756	0.00756	0.00756	0.00756	0.00756
PESO UNITARIO	(kg/cm³)	2208	2187	2180	2178	2163

## OBSERVACIONES:

Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdova y Henry Garces Romero

Ensayado por : CSR

Fecha : 27 de septiembre del 2021


  
 Ronald Rieder Ruiz Rodriguez  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ESSENER SAC

  
 Waldo Rusbel Ayme Narvay  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 89614



RUC:20526401647

**ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE SAC<sup>®</sup>**

- MECÁNICA DE SUELOS

- CONCRETOS

- PAVIMENTOS



REG INDECOPI: N° 0011844

ORDEN DE SERVICIO N° 1765-21

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS**

ASTM D 2216-94

REPORTE DE LABORATORIO No 14783-21-CHH

**SOLICITANTES** : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO  
**TESIS** : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c 245KG/CM2 AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021  
**UBICACIÓN** : PIURA  
**MUESTRA** : CENIZA

CONDICIONES DEL ENSAYO			
Condicion de Secado :	Horno termostático		
Temperatura de Secado :	110°		
Fórmula de Cálculo :	$w = [ ( M_{cws} - M_{cs} ) / ( M_{cs} - M_c ) ] \times 100$		
		% de humedad Natural	
Profundidad de la toma de muestra en (m)			
N° de Prueba	1		
N° de Recipiente ( Tara )	34		
Peso Suelo Húmedo + Recipiente (gr), $M_{cws}$	314.97		
Peso Suelo Seco mas Recipiente (gr), $M_{cs}$	296.12		
Peso del Recipiente (gr), $M_c$	112.91		
Peso del Agua (gr), $M_w$	18.85		
Peso del Suelo Seco (gr), $M_s$	183.21		
% De Humedad, w	10.29		

**OBSERVACIONES** :

Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdova y Henry Garces Romero

**FECHA** : Piura, 25 de septiembre del 2021

  
 Ronald Rieder Ruiz Rodriguez  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ESSENER SAC

  
 Waldo Riusbel Ayme Narvay  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 89614

Calle Las Palmeras Mz. E5 Lote 5 - A.H. La Primavera I Etapa, Castilla - Piura  
 Cel: 968031007 / 948338209 / Telf.: 073-407309 - Email: essenorsac@gmail.com - Web: www.essenorsac.com



RUC: 20526401647

**ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE SAC<sup>®</sup>**

- MECANICA DE SUELOS

- CONCRETOS

- PAVIMENTOS



REG INDECOPI: N° 0011844

ORDEN DE SERVICIO N° 1765-21

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS**

ASTM D 2216-94

REPORTE DE LABORATORIO No 14783-21-CHH

**SOLICITANTES** : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO  
**TESIS** : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F<sup>o</sup>C 245KG/CM2 AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021  
**UBICACIÓN** : PIURA  
**MUESTRA** : CENIZA

CONDICIONES DEL ENSAYO			
Condicion de Secado :	Horno termostático		
Temperatura de Secado :	110°		
Fórmula de Cálculo :	$w = [ ( M_{cws} - M_{cs} ) / ( M_{cs} - M_c ) ] \times 100$		
		% de humedad Natural	
Profundidad de la toma de muestra en (m)			
N° de Prueba	1		
N° de Recipiente ( Tara )	34		
Peso Suelo Húmedo + Recipiente (gr), $M_{cws}$	314.97		
Peso Suelo Seco mas Recipiente (gr), $M_{cs}$	296.12		
Peso del Recipiente (gr), $M_c$	112.91		
Peso del Agua (gr), $M_w$	18.85		
Peso del Suelo Seco (gr), $M_s$	183.21		
% De Humedad, w	10.29		

**OBSERVACIONES** :  
 Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdoba y Henry Garces Romero

**FECHA** : Piura, 25 de septiembre del 2021



  
 Ronald Rieder Ruiz Rodriguez  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ESSENER SAC

  
 Waldo Rusbel Ayme Narvay  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 89614

Calle Las Palmeras Mz. E5 Lote 5 - A.H. La Primavera I Etapa, Castilla - Piura  
 Cel: 968031007 / 948338209 / Telf.: 073-407309 - Email: essenorsac@gmail.com - Web: www.essenorsac.com



## MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA DETERMINAR LA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS ASTM C 128

REPORTE DE LABORATORIO No 14677-21 EGE

**SOLICITANTES :** MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO  
**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F°C 245KG/CM2 AÑADIENDO**  
**TESIS :** CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021  
**UBICACIÓN :** PIURA  
**MUESTRA :** AGREGADO FINO

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA PARA SUELOS FINOS - ARENAS				
TM del agregado (mm) :	4.75	Temp. Del agua para la inmersión del agregado :	22.8 °C	
Tiempo de saturación de la muestra (h):	24	Temp. De secado (Muestra en el horno)	110±5°C	
		Ensayado por :	CSR	
ENSAYO N°	1	2		
PESO DEL SUELO + AGUA + RECIPIENTE	407.23	407.18		
PESO DEL SUELO SECO	100.01	100.00		
PESO DE SOLIDOS EN EL RECIPIENTE	444.52	444.51		
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	249.08	249.08		
PESO DEL RECIPIENTE	95.43	95.43		
VOLUMEN DEL SUELO	37.29	37.33		
GRAVEDAD ESPECIFICA	2.682	2.679		
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.68</b>			

ENSAYO DE ABSORCIÓN PARA SUELOS FINOS - ARENAS		
ENSAYO N°	1	
N° DE RECIPIENTE	8	
PESO DEL RECIPIENTE	1125.85	
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	1114.06	
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	255.61	
AGUA	11.79	
SUELO SECO	858.45	
<b>% ABSORCIÓN</b>	<b>1.37</b>	

Observaciones :

Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdoba y Henry Garces Romero

FECHA : Piura, 25 de septiembre del 2021



*Ronald Riedel Ruiz Rodriguez*  
 Ronald Riedel Ruiz Rodriguez  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ESSENOR SAC

*Waldo Rusbel Ayme Narvay*  
 Waldo Rusbel Ayme Narvay  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 89614



## MÉTODO ESTÁNDAR DE ENSAYO PARA ANÁLISIS POR TAMIZADO DE AGREGADOS FINO Y GRUESO

Norma Técnica : ASTM C 136

REPORTE DE LABORATORIO No 14678-21 I

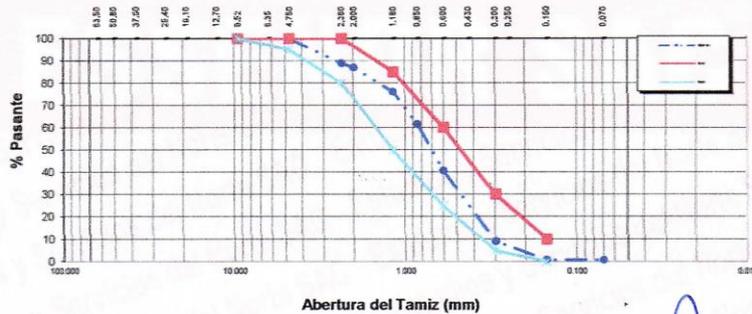
SOLICITANTES : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO  
 TESIS : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F°C 245KG/CM2 AÑADIENDO CENIZA DE  
 UBICACIÓN : CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021  
 MUESTRA : PIURA  
 MUESTRA : AGREGADO FINO

Tamaño Máximo (m.m.)	Abertura (mm)	Peso (gr)	Pasante (gr)	Ret.(%)	Ret. Acum (%)	Pasa(%)	Min.	Máx.
4.75	13"	330.20						
Cantera	12"	304.80						
% Humedad Natural	10"	254.00						
Peso de muestra (gr)	6"	152.40						
Analizado por	5"	127.00						
Revisado por	4"	101.60						
PESO DEL FINO	3"	76.20						
LL	2 1/2"	63.50						
LP	2"	50.80						
LP	1 1/2"	37.50						
K	1"	25.40						
Muestras medidas con wincha	3/4"	19.10						
Clasificación de suelos (S.U.C.S.)	1/2"	12.70						
Clasificación AAHSTO	3/8"	9.52					100	100
	1/4"	6.35						
	N° 4	4.75				100.00	95	100

N°	Peso	Pasante	Ret.(%)	Ret. Acum (%)	Pasa(%)	Min.	Máx.
N° 8	2.36	144.7	1.156	11.12	88.88	80	100
N° 10	2.00	25.3	1.130	1.94	88.93		
N° 16	1.18	142.2	988.65	10.93	24.00	50	85
N° 20	0.85	187.9	800.77	14.44	38.44		
N° 30	0.60	270.6	530.20	20.80	59.24	25	60
N° 40	0.43			0.00	0.00		
N° 50	0.30	411.4	118.61	31.63	90.87	5	30
N° 60	0.25			0.00	0.00		
N° 80	0.18			0.00	0.00		
N° 100	0.15	109.0	9.77	8.38	99.25	0	10
N° 200	0.07	9.8	0.02	0.75	100.00	0.00	
FONDO		0.02	0.00	0.0			

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



OBSERVACIONES :

AGREGADO FINO

Modulo de Fineza **2.84**

Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdoba y Henry Garces Romero

FECHA : Piura, 25 de septiembre del 2021



Ronald Rieder Ruiz Rodriguez  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ESSENER SAC

Waldo Rusbel Ayme Narvay  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 89814



## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE SUELOS Y ROCAS POR MASA ASTM D 2216-94

REPORTE DE LABORATORIO No 14679-21-CHH

**SOLICITANTES** : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO  
**TESIS** : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F<sup>o</sup>C 245KG/CM2  
 : AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021  
**UBICACIÓN** : PIURA

CONDICIONES DEL ENSAYO			
Condicion de Secado :	Horno termostático		
Temperatura de Secado :	110°		
Fórmula de Cálculo : $w = [(M_{cws} - M_{cs}) / (M_{cs} - M_c)] \times 100$			
		% de humedad del agregado fino	
Profundidad de la toma de muestra en (m)			
N° de Prueba	1		
N° de Recipiente ( Tara )	30		
Peso Suelo Húmedo + Recipiente (gr), $M_{cws}$	1437.74		
Peso Suelo Seco mas Recipiente (gr), $M_{cs}$	1423.49		
Peso del Recipiente (gr), $M_c$	111.85		
Peso del Agua (gr), $M_w$	14.25		
Peso del Suelo Seco (gr), $M_s$	1311.64		
% De Humedad, w	1.09		
		% de humedad del agregado grueso	
Profundidad de la toma de muestra en (m)			
N° de Prueba	1		
N° de Recipiente ( Tara )	37		
Peso Suelo Húmedo + Recipiente (gr), $M_{cws}$	1606.77		
Peso Suelo Seco mas Recipiente (gr), $M_{cs}$	1600.66		
Peso del Recipiente (gr), $M_c$	112.85		
Peso del Agua (gr), $M_w$	6.11		
Peso del Suelo Seco (gr), $M_s$	1487.81		
% De Humedad, w	0.41		

OBSERVACIONES :

FECHA : Piura, 25 de septiembre del 2021



*Ronald Rieder Ruiz Rodriguez*  
 Ronald Rieder Ruiz Rodriguez  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ESSENER SAC

*Waldo Gusbel Ayme Narvay*  
 Waldo Gusbel Ayme Narvay  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 89614



RUC: 20526401647

**ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE SAC<sup>®</sup>**

- MECANICA DE SUELOS

- CONCRETOS

- PAVIMENTOS



REG. INDECOPI: N° 0011844

ORDEN DE SERVICIO No 1765-21

**MÉTODO ESTÁNDAR DE ENSAYO PARA DENSIDAD TOTAL (PESO UNITARIO) Y VACÍOS EN LOS AGREGADOS  
NORMA TÉCNICA : ASTM C 29-97**

REPORTE DE LABORATORIO No 14680-21

SOLICITANTES : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO

TESIS : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F<sup>1</sup>C 245KG/CM2 AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021

UBICACIÓN : PIURA

**AGREGADO FINO**

DATOS DEL ENSAYO			
N° ENSAYOS	1	2	PROMEDIO SUELTO
N° MOLDE	1	1	
PESO MOLDE + MUESTRA (gr.)	14039.0	14004.0	14021.5
PESO MOLDE (gr.)	3565.0	3565.0	3565.0
PESO NETO DE MUESTRA (gr.)	10474.0	10439.0	10456.5
VOLUMEN DE MOLDE (gr.)	7056.0	7056.0	7056.0
DENSIDAD DE ARENA (gr./cm <sup>3</sup> )	1.484	1.479	= 1.482

DATOS DEL ENSAYO			
N° ENSAYOS	1	2	PROMEDIO VARILLADO
N° MOLDE	1	1	
PESO MOLDE + MUESTRA (gr.)	15254.0	15258.0	15256.0
PESO MOLDE (gr.)	3565.0	3565.0	3565.0
PESO NETO DE MUESTRA (gr.)	11689.0	11693.0	11691.0
VOLUMEN DE MOLDE (gr.)	7056.0	7056.0	7056.0
DENSIDAD DE ARENA (gr./cm <sup>3</sup> )	1.657	1.657	= 1.657

Ensayado por : CSR

Fecha : Piura, 25 de septiembre del 2021



  
 -----  
 Ronald Rieder Ruiz Rodriguez  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ESSENOR SAC

  
 Waldo Rusbel Ayme Narvay  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 89614

Calle Las Palmeras Mz. E5 Lote 5 - A.H. La Primavera I Etapa, Castilla - Piura  
 Cel: 968031007 / 948338209 / Telf.: 073-407309 - Email: essensorsac@gmail.com - Web: www.essensorsac.com



RUC: 20526401647

**ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE SAC<sup>®</sup>**

- MECANICA DE SUELOS

- CONCRETOS

- PAVIMENTOS



REG. INDECOPI: N° 0011844

ORDEN DE SERVICIO No 1765-21

**MÉTODO ESTÁNDAR DE ENSAYO PARA DENSIDAD TOTAL (PESO UNITARIO) Y VACÍOS EN LOS AGREGADOS  
NORMA TÉCNICA : ASTM C 29-97**

REPORTE DE LABORATORIO No 14680-21

SOLICITANTES : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO

TESIS : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F<sup>1</sup>C 245KG/CM2 AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021

UBICACIÓN : PIURA

**AGREGADO FINO**

DATOS DEL ENSAYO			
N° ENSAYOS	1	2	PROMEDIO SUELTO
N° MOLDE	1	1	
PESO MOLDE + MUESTRA (gr.)	14039.0	14004.0	14021.5
PESO MOLDE (gr.)	3565.0	3565.0	3565.0
PESO NETO DE MUESTRA (gr.)	10474.0	10439.0	10456.5
VOLUMEN DE MOLDE (gr.)	7056.0	7056.0	7056.0
DENSIDAD DE ARENA (gr./cm <sup>3</sup> )	1.484	1.479	= 1.482

DATOS DEL ENSAYO			
N° ENSAYOS	1	2	PROMEDIO VARILLADO
N° MOLDE	1	1	
PESO MOLDE + MUESTRA (gr.)	15254.0	15258.0	15256.0
PESO MOLDE (gr.)	3565.0	3565.0	3565.0
PESO NETO DE MUESTRA (gr.)	11689.0	11693.0	11691.0
VOLUMEN DE MOLDE (gr.)	7056.0	7056.0	7056.0
DENSIDAD DE ARENA (gr./cm <sup>3</sup> )	1.657	1.657	= 1.657

Ensayado por : CSR

Fecha : Piura, 25 de septiembre del 2021



  
 -----  
 Ronald Rieder Ruiz Rodriguez  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ESSENOR SAC

  
 Waldo Rusbel Ayme Narvay  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 89614

Calle Las Palmeras Mz. E5 Lote 5 - A.H. La Primavera I Etapa, Castilla - Piura  
 Cel: 968031007 / 948338209 / Telf.: 073-407309 - Email: essenorsac@gmail.com - Web: www.essenorsac.com



RUC:20526401647

**ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE SAC<sup>®</sup>**

- MECANICA DE SUELOS

- CONCRETOS

- PAVIMENTOS



REG INDECOPI. N° 0011844

ORDEN DE SERVICIO No 1765-21

**MÉTODO ESTÁNDAR DE ENSAYO PARA DENSIDAD TOTAL (PESO UNITARIO) Y VACÍOS EN LOS AGREGADOS  
NORMA TÉCNICA : ASTM C 29-97**

REPORTE DE LABORATORIO No 14681-21

**SOLICITANTES** : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO**TESIS** : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'C 245KG/CM2 AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021**UBICACIÓN** : PIURA**AGREGADO GRUESO**

DATOS DEL ENSAYO			
N° ENSAYOS	1	2	PROMEDIO SUELTO
N° MOLDE	1	1	
PESO MOLDE + MUESTRA (gr.)	13713.0	13750.0	13731.5
PESO MOLDE (gr.)	3565.0	3565.0	3565.0
PESO NETO DE MUESTRA (gr.)	10148.0	10185.0	10166.5
VOLUMEN DE MOLDE (gr.)	7056.0	7056.0	7056.0
DENSIDAD DE ARENA (gr./cm <sup>3</sup> )	1.438	1.443	= 1.441

DATOS DEL ENSAYO			
N° ENSAYOS	1	2	PROMEDIO VARILLADO
N° MOLDE	1	1	
PESO MOLDE + MUESTRA (gr.)	13969.0	13945.0	13957.0
PESO MOLDE (gr.)	3565.0	3565.0	3565.0
PESO NETO DE MUESTRA (gr.)	10404.0	10380.0	10392.0
VOLUMEN DE MOLDE (gr.)	7056.0	7056.0	7056.0
DENSIDAD DE ARENA (gr./cm <sup>3</sup> )	1.474	1.471	= 1.473

**Ensayado por** : CSR**Fecha** : Piura, 25 de septiembre del 2021

  
 Ronald Rieder Ruiz Rodriguez  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ESSENER SAC

  
 Waldo Rusbel Ayme Narvay  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 89614

Calle Las Palmeras Mz. E5 Lote 5 - A.H. La Primavera I Etapa, Castilla - Piura  
 Cel: 968031007 / 948338209 / Telf.: 073-407309 - Email: essenorsac@gmail.com - Web: www.essenorsac.com



## MÉTODO ESTÁNDAR DE ENSAYO PARA ANÁLISIS POR TAMIZADO DE AGREGADOS FINO Y GRUESO

Norma Técnica : ASTM C 136

REPORTE DE LABORATORIO No 14682-21 EGR

SOLICITANTES : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO

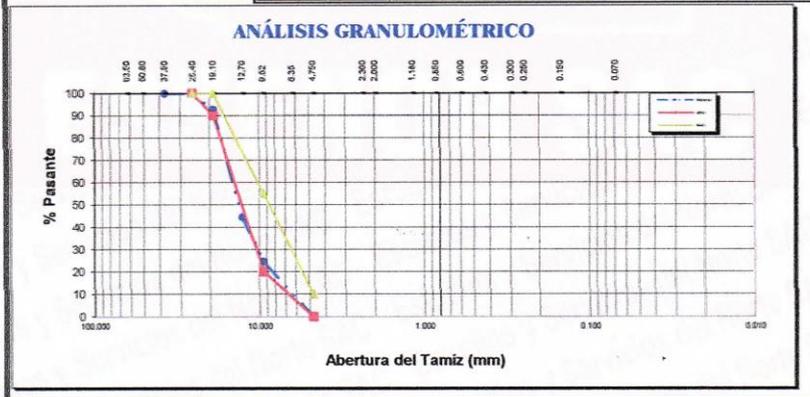
TESIS : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c 245KG/CM2 AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021

UBICACIÓN : PIURA

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

Tamaño Máximo (m.m.)	Abertura (mm)	Peso (gr)	Pasante (gr)	Ret.(%)	Pasa(%)	Min.	Máx.
Cantera	"13"	330.20					
% Humedad Natural	"12"	304.80					
Peso de muestra (gr)	"10"	254.00					
Analizado por	"6"	152.40					
Revisado por	"5"	127.00					
PESO DEL FINO	4"	101.60					
L.L.	3"	76.20					
L.P.	2 1/2"	63.50					
L.P.	2"	50.80					
K	1 1/2"	37.50					
Muestras medidas con wincha	1"	25.40			100.00	100	100
Clasificación de suelos (S.U.C.S.)	3/4"	19.10	1,110.0	14,183.0	7.26	92.74	90
	1/2"	12.70	7,375.0	6,808.0	48.22	44.52	
Clasificación AAHSTO	3/8"	9.52	3,033.0	3,775.0	19.83	24.68	20
	1/4"	6.35					55
	N° 4	4.75	3,770.0	5.0	24.65	0.03	0

N° 8	2.36						
N° 10	2.00						
N° 16	1.18						
N° 20	0.85						
N° 30	0.60						
N° 40	0.43						
N° 50	0.30						
N° 60	0.25						
N° 80	0.18						
N° 100	0.15						
N° 200	0.07						
FONDO		5.0					



OBSERVACIONES :  
 Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdova y Henry Garces Romero  
 MF PIEDRA 6.83



FECHA : Piura, 25 de septiembre del 2020

Ronald Rieder Ruiz Rodriguez  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ESSENOR SAC

Waldo Rusbel Ayme Narvay  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 89614



ORDEN DE SERVICIO N° 1765-21

## MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-01 / MTC E 206 - 2000

REPORTE DE LABORATORIO No 14683-21 EGE

**SOLICITANTES** : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO  
**TESIS** : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F<sup>o</sup>C 245KG/CM<sup>2</sup> AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021  
**UBICACIÓN** : PIURA  
**MUESTRA** : AGREGADO GRUESO

TM del agregado (Pulgadas) :	1 "	Temp. Del agua para la inmersión del agregado :	20 °C
Tiempo de saturación de la muestra (h) :	24	Temp. De secado (Muestra en el horno)	110±5°C
Ensayado por:		CSR	
<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>		
<b>A</b>	Peso de la muestra seca en el horno.(gr)	6144.000	
<b>B</b>	Peso de lamuestra superficialmete seca al aire.(gr)	6165.000	
<b>C</b>	Peso de la muestra saturada, sumergida en agua (gr)	3903.000	
	P.E. Bulk (Base seca)(OD)=A/(B-C)	2.716	<b>2.735</b>
	P.E. Bulk (Base saturada)(SSD)=B/(B-C)	2.725	<b>2.750</b>
	P.E. Aparente (Base seca) =A/(A-C)	2.742	<b>2.776</b>
	% Absorción=((B-A)/A)*100	0.342	<b>0.531</b>

**Observaciones :**

Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdoba y Henry Garces Romero

**FECHA** : Piura, 25 de septiembre del 2020

  
 Ronald Rieder Ruiz Rodriguez  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ESSENER SAC

  
 Wardo Kusbel Ayme Narvay  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 89814



RUC: 20526401647

**ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE SAC**

- MECANICA DE SUELOS

- CONCRETOS

- PAVIMENTOS



REG INDECOPI. N° 0011844

ORDEN DE SERVICIO N° 1765-2021

**ENSAYO A COMPRESIÓN SIMPLE EN MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

Norma Técnica : ASTM C39 / C1231-M00

REPORTE DE LABORATORIO No 15001-21 ECC

SOLICITANTES : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO

TESIS : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'C 245KG/CM2 AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA  
2021

UBICACIÓN : PIURA

Testigo N°	Fecha de Vaciado	Elemento vaciado	Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Ensayo	Edad del Testigo	Ø (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga		Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
								KN	KG		
1	28-09-21	PATRON, 0% DE CENIZA	245	05-10-21	7	10.20	81.71	180.20	18,375.35	224.88	216.78
2	28-09-21	PATRON, 0% DE CENIZA	245	05-10-21	7	10.20	81.71	170.17	17,352.58	212.36	
3	28-09-21	PATRON, 0% DE CENIZA	245	05-10-21	7	10.20	81.71	170.76	17,412.74	213.10	
4	28-09-21	PATRON, 0% DE CENIZA	245	12-10-21	14	10.20	81.71	205.99	21,005.21	257.06	262.32
5	28-09-21	PATRON, 0% DE CENIZA	245	12-10-21	14	10.20	81.71	213.03	21,723.10	265.85	
6	28-09-21	PATRON, 0% DE CENIZA	245	12-10-21	14	10.20	81.71	211.59	21,576.26	264.05	
7	28-09-21	PATRON, 0% DE CENIZA	245	26-10-21	28	10.20	81.71	218.09	22,239.07	272.16	295.19
8	28-09-21	PATRON, 0% DE CENIZA	245	26-10-21	28	10.20	81.71	248.16	25,305.37	309.69	
9	28-09-21	PATRON, 0% DE CENIZA	245	26-10-21	28	10.20	81.71	243.39	24,818.97	303.73	

## OBSERVACIONES :

Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdoba y Henry Garces Romero

Slump : 14.5 cm, temperatura: 23.8°C

Ensayado por : KCS

Fecha : Piura, 5 de octubre de 2021



*Juan Pierre Garcia Jimena*  
 Juan Pierre Garcia Jimena  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 190954

Calle Las Palmeras Mz. E5 Lote 5 - A.H. La Primavera I Etapa, Castilla - Piura  
 Cel: 968031007 / 948338209 / Telf.: 073-407309 - Email: essenorsac@gmail.com - Web: www.essenorsac.com



ORDEN DE SERVICIO N° 1765-2021

**ENSAYO A COMPRESIÓN SIMPLE EN MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

Norma Técnica : ASTM C39 / C1231-M00

REPORTE DE LABORATORIO No 15002-21 ECC

SOLICITANTES : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCÉS ROMERO

TESIS : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F<sup>c</sup> 245KG/CM2 AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA  
: 2021

UBICACIÓN : PIURA

Testigo N°	Fecha de Vaciado	Elemento vaciado	Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Ensayo	Edad del Testigo	Ø (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga		Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
								KN	KG		
1	28-09-21	CENIZA 4%	245	05-10-21	7	10.20	81.71	173.22	17,663.59	216.17	213.63
2	28-09-21	CENIZA 4%	245	05-10-21	7	10.20	81.71	174.48	17,792.07	217.74	
3	28-09-21	CENIZA 4%	245	05-10-21	7	10.20	81.71	165.86	16,913.08	206.98	
4	28-09-21	CENIZA 4%	245	12-10-21	14	10.20	81.71	191.44	19,521.52	238.90	250.35
5	28-09-21	CENIZA 4%	245	12-10-21	14	10.20	81.71	205.79	20,984.82	256.81	
6	28-09-21	CENIZA 4%	245	12-10-21	14	10.20	81.71	204.61	20,864.49	255.34	
7	28-09-21	CENIZA 4%	245	26-10-21	28	10.20	81.71	221.94	22,631.67	276.97	282.19
8	28-09-21	CENIZA 4%	245	26-10-21	28	10.20	81.71	237.21	24,188.78	296.02	
9	28-09-21	CENIZA 4%	245	26-10-21	28	10.20	81.71	219.22	22,354.30	273.57	

## OBSERVACIONES :

Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdoba y Henry Garces Romero

Slump: 12 cm, temperatura: 24.8°C

Ensayado por : KCS

Fecha : Piura, 5 de octubre de 2021



*Juan Pierre Garcia Rimand*  
 Juan Pierre Garcia Rimand  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIR 190954



RUC: 20526401647

**ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE SAC**

- MECANICA DE SUELOS

- CONCRETOS

- PAVIMENTOS



REG INDECOPI. N° 0011844

ORDEN DE SERVICIO N° 1765-2021

**ENSAYO A COMPRESIÓN SIMPLE EN MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

Nóma Técnica : ASTM C39 / C1231-M00

REPORTE DE LABORATORIO No 15003-21 ECC

SOLICITANTES : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO

TESIS : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F°C 245KGICM2 AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR  
: PIURA 2021

UBICACIÓN : PIURA

Testigo N°	Fecha de Vaciado	Elemento vaciado	Diseño (Kg/cm²)	Fecha de Ensayo	Edad del Testigo	ϕ (cm)	Área (cm²)	Carga		Resistencia (Kg/cm²)	Promedio de resistencia (Kg/cm²)
								KN	KG		
1	28-09-21	CENIZA 8%	245	05-10-21	7	10.20	81.71	150.89	15,386.56	188.30	190.86
2	28-09-21	CENIZA 8%	245	05-10-21	7	10.20	81.71	157.98	16,109.54	197.15	
3	28-09-21	CENIZA 8%	245	05-10-21	7	10.20	81.71	149.95	15,290.70	187.13	
4	28-09-21	CENIZA 8%	245	12-10-21	14	10.20	81.71	192.95	19,675.50	240.79	237.58
5	28-09-21	CENIZA 8%	245	12-10-21	14	10.20	81.71	190.54	19,429.74	237.78	
6	28-09-21	CENIZA 8%	245	12-10-21	14	10.20	81.71	187.64	19,134.03	234.16	
7	28-09-21	CENIZA 8%	245	26-10-21	28	10.20	81.71	209.45	21,358.04	261.38	266.93
8	28-09-21	CENIZA 8%	245	26-10-21	28	10.20	81.71	215.58	21,983.12	269.03	
9	28-09-21	CENIZA 8%	245	26-10-21	28	10.20	81.71	216.67	22,094.27	270.39	

## OBSERVACIONES :

Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdoba y Henry Garces Rom

Slump: 11.4 cm, temperatura: 24.8°C

Ensayado por : KCS

Fecha : Piura, 5 de octubre de 2021



*Jhay Pierre Garcia Tamar*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 190954

Calle Las Palmeras Mz. E5 Lote 5 - A.H. La Primavera I Etapa, Castilla - Piura  
 Cel: 968031007 / 948338209 / Telf.: 073-407309 - Email: essensorsac@gmail.com - Web: www.essensorsac.com



RUC:20526401647

**ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE SAC**

- MECANICA DE SUELOS

- CONCRETOS

- PAVIMENTOS



REG INDECOPI. N° 0011844

ORDEN DE SERVICIO N° 1765-2021

**ENSAYO A COMPRESIÓN SIMPLE EN MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

Norma Técnica : ASTM C39 / C1231-M00

REPORTE DE LABORATORIO No 15004-21 ECC

SOLICITANTES : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO

TESIS : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F°C 245KG/CM2 AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA  
: 2021

UBICACIÓN : PIURA

Testigo N°	Fecha de Vaciado	Elemento vaciado	Diseño (Kg/cm²)	Fecha de Ensayo	Edad del Testigo	Ø (cm)	Área (cm²)	Carga		Resistencia (Kg/cm²)	Promedio de resistencia (Kg/cm²)
								KN	KG		
1	30-09-21	CENIZA 12%	245	07-10-21	7	10.20	81.71	154.42	15,746.52	192.71	186.53
2	30-09-21	CENIZA 12%	245	07-10-21	7	10.20	81.71	144.91	14,776.76	180.84	
3	30-09-21	CENIZA 12%	245	07-10-21	7	10.20	81.71	149.08	15,201.99	186.04	
4	30-09-21	CENIZA 12%	245	14-10-21	14	10.20	81.71	179.16	18,269.30	223.58	222.81
5	30-09-21	CENIZA 12%	245	14-10-21	14	10.20	81.71	177.12	18,061.28	221.03	
6	30-09-21	CENIZA 12%	245	14-10-21	14	10.2	81.71	179.36	18,289.70	223.83	
7	30-09-21	CENIZA 12%	245	28-10-21	28	10.20	81.71	197.96	20,186.38	247.04	252.40
8	30-09-21	CENIZA 12%	245	28-10-21	28	10.20	81.71	200.49	20,444.37	250.20	
9	30-09-21	CENIZA 12%	245	28-10-21	28	10.20	81.71	208.32	21,242.81	259.97	

## OBSERVACIONES :

Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdova y Henry Garces Romero

Slump: 7.6 cm, Temperatura: 25.2°C

Ensayado por : KCS

Fecha : Piura, 7 de octubre de 2021



*Jhan Pierre Garcia Timana*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 190954

Calle Las Palmeras Mz. E5 Lote 5 - A.H. La Primavera I Etapa, Castilla - Piura  
 Cel: 968031007 / 948338209 / Telf.: 073-407309 - Email: essenorsac@gmail.com - Web: www.essenorsac.com



RUC: 20526401647

**ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE SAC**

- MECANICA DE SUELOS

- CONCRETOS

- PAVIMENTOS



REG. INDECOPI. N° 0011844

ORDEN DE SERVICIO N° 1785-2021

**ENSAYO A COMPRESIÓN SIMPLE EN MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

Norma Técnica : ASTM C39 / C1231-M00

REPORTE DE LABORATORIO No 15005-21 ECC

SOLICITANTES : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO

TESIS : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F<sup>o</sup>C 245KG/CM2 AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021

UBICACIÓN : PIURA

Testigo N°	Fecha de Vaciado	Elemento vaciado	Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Ensayo	Edad del Testigo	Ø (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga		Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
								KN	KG		
1	30-09-21	CENIZA 16%	245	07-10-21	7	10.20	81.71	136.80	13,949.77	170.72	178.27
2	30-09-21	CENIZA 16%	245	07-10-21	7	10.20	81.71	143.67	14,650.32	179.29	
3	30-09-21	CENIZA 16%	245	07-10-21	7	10.20	81.71	148.09	15,101.03	184.81	
4	30-09-21	CENIZA 16%	245	14-10-21	14	10.20	81.71	175.10	17,855.30	218.51	215.64
5	30-09-21	CENIZA 16%	245	14-10-21	14	10.20	81.71	172.85	17,625.86	215.70	
6	30-09-21	CENIZA 16%	245	14-10-21	14	10.20	81.71	170.44	17,380.11	212.70	
7	30-09-21	CENIZA 16%	245	28-10-21	28	10.20	81.71	193.34	19,715.27	241.27	240.00
8	30-09-21	CENIZA 16%	245	28-10-21	28	10.20	81.71	191.33	19,510.30	238.77	
9	30-09-21	CENIZA 16%	245	28-10-21	28	10.20	81.71	192.29	19,608.20	239.96	

## OBSERVACIONES :

Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdoba y Henry Garces Romero

Slump: 6.4 cm, temperatura: 25.5°C

Ensayado por : KCS

Fecha : Piura, 7 de octubre de 2021



*Juan Pierre Garcia Jimana*  
 Juan Pierre Garcia Jimana  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 190954



ORDEN DE SERVICIO N° 1765-2021

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO**

Norma: NTP 339.079-2001

REPORTE DE LABORATORIO No 15006-21 ECC

SOLICITANTES : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO

TESIS : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F<sup>o</sup>C 245KG/CM2 AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021

UBICACIÓN : PIURA

Testigo N°	Fecha de Vaciado	Elemento vaciado	Fecha de Ensayo	Edad del Testigo	L (cm)	B (cm)	H (cm)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	Carga		Mr promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
									KN	KG	
1	30-09-21	PATRON, 0% DE CENIZA	14-10-21	14	20.15	7.51	7.5	40.93	5.61	572	41.23
2	30-09-21	PATRON, 0% DE CENIZA	14-10-21	14	20.10	7.52	7.51	43.57	6.01	613	
3	30-09-21	PATRON, 0% DE CENIZA	14-10-21	14	20.10	7.54	7.53	39.19	5.45	556	
4	30-09-21	PATRON, 0% DE CENIZA	28-10-21	28	20.10	7.54	7.52	42.76	5.93	605	48.36
5	30-09-21	PATRON, 0% DE CENIZA	28-10-21	28	20.15	7.51	7.50	50.27	6.89	703	
6	30-09-21	PATRON, 0% DE CENIZA	28-10-21	28	20.10	7.53	7.51	52.05	7.19	733	

## OBSERVACIONES :

Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdoba y Henry Steve Garces Romero

Ensayado por : KCS

Fecha : Piura, 14 de octubre de 2021



*Jhax Pierre Garcia Jimena*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIR. 190954



ORDEN DE SERVICIO N° 1765-2021

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO**

Norma: NTP 339.079-2001

REPORTE DE LABORATORIO No 15007-21 ECC

SOLICITANTES : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO

TESIS : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F<sup>o</sup>C 245KG/CM2 AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021

UBICACIÓN : PIURA

Testigo N°	Fecha de Vaciado	Elemento vaciado	Fecha de Ensayo	Edad del Testigo	L (cm)	B (cm)	H (cm)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	Carga		Mr promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
									KN	KG	
1	30-09-21	CENIZA 4%	14-10-21	14	20.10	7.52	7.52	35.71	4.94	504	34.04
2	30-09-21	CENIZA 4%	14-10-21	14	20.15	7.52	7.52	31.38	4.33	442	
3	30-09-21	CENIZA 4%	14-10-21	14	20.10	7.53	7.52	35.02	4.85	495	
4	30-09-21	CENIZA 4%	28-10-21	28	20.10	7.52	7.51	38.42	5.30	540	40.12
5	30-09-21	CENIZA 4%	28-10-21	28	20.13	7.53	7.51	40.53	5.59	570	
6	30-09-21	CENIZA 4%	28-10-21	28	20.10	7.53	7.51	41.41	5.72	583	

## OBSERVACIONES :

Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdoba y Henry Steve Garces Romero

Ensayado por : KCS

Fecha : Piura, 14 de octubre de 2021



*Juan Pierre Garcia Jimena*  
**Juan Pierre Garcia Jimena**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 130954



ORDEN DE SERVICIO N° 1765-2021

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO**

Norma: NTP 339.079-2001

REPORTE DE LABORATORIO No 15008-21 ECC

SOLICITANTES : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO

TESIS : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F<sup>o</sup>C 245KG/CM2 AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021

UBICACIÓN : PIURA

Testigo N°	Fecha de Vaciado	Elemento vaciado	Fecha de Ensayo	Edad del Testigo	L (cm)	B (cm)	H (cm)	Mr (kg/cm2)	Carga		Mr promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
									KN	KG	
1	30-09-21	CENIZA 8%	14-10-21	14	20.11	7.51	7.52	29.48	4.07	415	31.42
2	30-09-21	CENIZA 8%	14-10-21	14	20.11	7.52	7.52	32.84	4.54	463	
3	30-09-21	CENIZA 8%	14-10-21	14	20.11	7.53	7.52	31.93	4.42	451	
4	30-09-21	CENIZA 8%	28-10-21	28	20.11	7.52	7.52	32.33	4.47	456	35.32
5	30-09-21	CENIZA 8%	28-10-21	28	20.11	7.52	7.51	38.95	5.37	548	
6	30-09-21	CENIZA 8%	28-10-21	28	20.11	7.53	7.52	34.67	4.80	489	

## OBSERVACIONES :

Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdoba y Henry Steve Garces Romero

Ensayado por : KCS

Fecha : Piura, 14 de octubre de 2021



*John Pierre Garcia Timana*  
 John Pierre Garcia Timana  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. SUP. 190954



ORDEN DE SERVICIO N° 1765-2021

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO**

Norma: NTP 339.079-2001

REPORTE DE LABORATORIO No 15009-21 ECC

SOLICITANTES : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO

TESIS : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F<sup>o</sup>C 245KG/CM2 AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021

UBICACIÓN : PIURA

Testigo N°	Fecha de Vaciado	Elemento vaciado	Fecha de Ensayo	Edad del Testigo	L (cm)	B (cm)	H (cm)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	Carga		Mr promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
									KN	KG	
1	30-09-21	CENIZA 12%	14-10-21	14	20.13	7.52	7.50	27.08	3.72	379	29.06
2	30-09-21	CENIZA 12%	14-10-21	14	20.12	7.52	7.53	29.59	4.10	418	
3	30-09-21	CENIZA 12%	14-10-21	14	20.12	7.51	7.51	30.52	4.20	428	
4	30-09-21	CENIZA 12%	28-10-21	28	20.12	7.53	7.52	31.22	4.32	441	33.19
5	30-09-21	CENIZA 12%	28-10-21	28	20.11	7.52	7.52	34.86	4.82	492	
6	30-09-21	CENIZA 12%	28-10-21	28	20.12	7.52	7.49	33.48	4.59	468	

## OBSERVACIONES :

Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdoba y Henry Steve Garces Romero

Ensayado por : KCS

Fecha : Piura, 14 de octubre de 2021



*Juan Pierre Garcia Timana*  
 Juan Pierre Garcia Timana  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. OIP. 190954



ORDEN DE SERVICIO N° 1765-2021

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO**

Norma: NTP 339.079-2001

REPORTE DE LABORATORIO No 15010-21 ECC

SOLICITANTES : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO

TESIS : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F<sup>cc</sup> 245KG/CM<sup>2</sup> AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021

UBICACIÓN : PIURA

Testigo N°	Fecha de Vaciado	Elemento vaciado	Fecha de Ensayo	Edad del Testigo	L (cm)	B (cm)	H (cm)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	Carga		Mr promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
									KN	KG	
1	30-09-21	CENIZA 16%	14-10-21	14	20.13	7.53	7.51	28.13	3.88	396	28.77
2	30-09-21	CENIZA 16%	14-10-21	14	20.11	7.52	7.52	29.15	4.03	411	
3	30-09-21	CENIZA 16%	14-10-21	14	20.13	7.52	7.51	29.04	4.00	408	
4	30-09-21	CENIZA 16%	28-10-21	28	20.12	7.51	7.51	30.52	4.20	428	32.30
5	30-09-21	CENIZA 16%	28-10-21	28	20.10	7.52	7.52	34.05	4.71	480	
6	30-09-21	CENIZA 16%	28-10-21	28	20.11	7.52	7.51	32.35	4.46	455	

## OBSERVACIONES :

Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdoba y Henry Garces Romero

Ensayado por : KCS

Fecha : Piura, 14 de octubre de 2021



*Juan Pierre Garcia Almaraz*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 190954



ORDEN DE SERVICIO N° 1765-21

**Metodo de Prueba Estandar para Densidad, Absorción y Vacíos en concreto Endurecido**  
Nóma Técnica : ASTM C642-06

REPORTE DE LABORATORIO No 14724-21

**SOLICITANTES** : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO  
**TESIS** : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F<sup>o</sup>C 245KG/CM2 AÑADIENDO CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021  
**UBICACIÓN** : PIURA  
**MUESTRA** : Concreto patron

MUESTRA	DENSIDAD ( g/cm3)	VOLUMEN DE VACIOS (%)	ABSORCION DESPUES DE INMERSION Y EBULLICION (%)
1	2.65	12.10	6.00
2	2.66	12.01	5.10
3	2.64	11.90	5.10
Promedio	2.65	12.00	5.40

**OBSERVACIONES** : Las muestras fueron tomadas después de realizar el ensayo de flexión

Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdoba y Henry Garces Romero

Ensayado por : CSR

Fecha : Piura, 30 de Octubre del 2021


  
 Ronald Ríder Ruiz Rodríguez  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ESSENOR SAC

  
 Wardo Rusbel Ayme Narvay  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 89614



RUC: 20526401647

**ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE SAC<sup>®</sup>**

- MECÁNICA DE SUELOS

- CONCRETOS

- PAVIMENTOS



REG INDECOPI. N° 0011844

ORDEN DE SERVICIO N° 1765-21

**Metodo de Prueba Estandar para Densidad, Absorción y Vacíos en concreto Endurecido**  
Nóma Técnica : ASTM C642-06

REPORTE DE LABORATORIO No 14725-21

**SOLICITANTES** : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO  
**TESIS** : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F<sup>o</sup>C 245KG/CM2 AÑADIENDO  
 : CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021  
**UBICACIÓN** : PIURA  
**MUESTRA** : Concreto 4%

MUESTRA	DENSIDAD ( g/cm3)	VOLUMEN DE VACIOS (%)	ABSORCION DESPUES DE INMERSION Y EBULLICION (%)
1	2.63	12.85	5.80
2	2.64	12.65	5.55
3	2.63	12.59	5.45
Promedio	2.63	12.70	5.60

**OBSERVACIONES** : Las muestras fueron tomadas después de realizar el ensayo de flexión

Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdoba y Henry Garces Romero

Ensayado por : CSR

Fecha : Piura, 30 de Octubre del 2021


  
 Ronald Rieder Ruiz Rodriguez  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ESSENOR SAC

  
 Waldo Rusbel Ayme Narvay  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 89614



RUC: 20526401647

# ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE SAC<sup>®</sup>

- MECANICA DE SUELOS

- CONCRETOS

- PAVIMENTOS



REG. INDECOPI: N° 0011844

ORDEN DE SERVICIO N° 1765-21

## Metodo de Prueba Estandar para Densidad, Absorción y Vacíos en concreto Endurecido Norma Técnica : ASTM C642-06

REPORTE DE LABORATORIO No 14726-21

**SOLICITANTES** : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO  
**TESIS** : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F<sup>o</sup>C 245KG/CM2 AÑADIENDO  
 : CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021  
**UBICACIÓN** : PIURA  
**MUESTRA** : Concreto 8%

MUESTRA	DENSIDAD ( g/cm3)	VOLUMEN DE VACIOS (%)	ABSORCION DESPUES DE INMERSION Y EBULLICION (%)
1	2.63	13.70	6.40
2	2.62	13.35	6.10
3	2.62	13.15	6.70
Promedio	2.62	13.40	6.40

**OBSERVACIONES** : Las muestras fueron tomadas después de realizar el ensayo de flexión

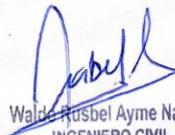
Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdoba y Henry Garces Romero

Ensayado por : CSR

Fecha : Piura, 30 de Octubre del 2021



  
 Ronald Rieder Ruiz Rodriguez  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ESSENOR SAC

  
 Waldo Rusbel Ayme Narvay  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 89614



RUC: 20526401647

# ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE SAC<sup>®</sup>

- MECANICA DE SUELOS

- CONCRETOS

- PAVIMENTOS



REG. INDECOPI. N° 0011844

ORDEN DE SERVICIO N° 1765-21

## Metodo de Prueba Estandar para Densidad, Absorción y Vacíos en concreto Endurecido Norma Técnica : ASTM C642-06

REPORTE DE LABORATORIO No 14722-21

**SOLICITANTES** : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO  
**TESIS** : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F<sup>o</sup>C 245KG/CM2 AÑADIENDO  
 CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021  
**UBICACIÓN** : PIURA  
**MUESTRA** : Concreto 12%

MUESTRA	DENSIDAD ( g/cm3)	VOLUMEN DE VACIOS (%)	ABSORCION DESPUES DE INMERSION Y EBULLICION (%)
1	2.59	15.15	6.91
2	2.61	14.90	7.00
3	2.59	14.65	6.80
Promedio	2.60	14.90	6.90

**OBSERVACIONES** : Las muestras fueron tomadas después de realizar el ensayo de flexión

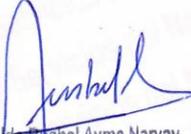
Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdova y Henry Garces Romero

Ensayado por : CSR

Fecha : Piura, 30 de Octubre del 2021



  
 Ronald Rieder Ruiz Rodriguez  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ESSENOR SAC

  
 Waldo Kusbel Ayme Narvay  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 89614



ORDEN DE SERVICIO N° 1765-21

**Metodo de Prueba Estandar para Densidad, Absorción y Vacíos en concreto Endurecido**  
Nóma Técnica : ASTM C642-06

REPORTE DE LABORATORIO No 14723-21

**SOLICITANTES** : MIGUEL IGNACIO CIENFUEGOS CORDOVA - HENRY STEVE GARCES ROMERO  
**TESIS** : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F°C 245KG/CM2 AÑADIENDO  
 : CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR PIURA 2021  
**UBICACIÓN** : PIURA  
**MUESTRA** : Concreto 16%

MUESTRA	DENSIDAD ( g/cm3)	VOLUMEN DE VACIOS (%)	ABSORCION DESPUES DE INMERSION Y EBULLICION (%)
1	2.58	16.90	7.80
2	2.57	16.40	7.55
3	2.56	16.20	7.15
Promedio	2.57	16.50	7.50

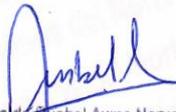
**OBSERVACIONES** : Las muestras fueron tomadas después de realizar el ensayo de flexión

Ensayo supervisado: Miguel Cienfuegos Córdoba y Henry Garces Romero

Ensayado por : CSR

Fecha : Piura, 30 de Octubre del 2021


  
 -----  
 Ronald Rieder Ruiz Rodriguez  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ESSENOR SAC

  
 Waldemar Ayme Narvay  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 89614



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-425-2021

Página: 1 de 3

Expediente : T 306-2021  
Fecha de Emisión : 2021-08-12

**1. Solicitante** : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.

**Dirección** : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA -  
CASTILLA - PIURA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : **OHAUS**

**Modelo** : **R31P30**

**Número de Serie** : **8335450113**

**Alcance de Indicación** : **30 000 g**

**División de Escala de Verificación ( e )** : **1 g**

**División de Escala Real ( d )** : **1 g**

**Procedencia** : **CHINA**

**Identificación** : **NO INDICA**

**Tipo** : **ELECTRÓNICA**

**Ubicación** : **LABORATORIO**

**Fecha de Calibración** : **2021-08-09**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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

PUNTO DE PRECISIÓN 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.

### 3. Método de Calibración

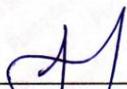
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.  
MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02.

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-423-2021

Página: 1 de 3

Expediente : T 306-2021  
Fecha de Emisión : 2021-08-12

**1. Solicitante** : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.

**Dirección** : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA -  
CASTILLA - PIURA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : ELECTRONIC SCALE

**Modelo** : 6JM

**Número de Serie** : RZW55271-6JM

**Alcance de Indicación** : 3 000 g

**División de Escala de Verificación ( e )** : 0,1 g

**División de Escala Real ( d )** : 0,01 g

**Procedencia** : CHINA

**Identificación** : NO INDICA

**Tipo** : ELECTRÓNICA

**Ubicación** : LABORATORIO

**Fecha de Calibración** : 2021-08-09

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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

PUNTO DE PRECISIÓN 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.

### 3. Método de Calibración

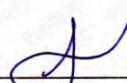
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.  
MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 1014 - 2021

Página : 1 de 4

Expediente : T 306-2021  
Fecha de emisión : 2021-08-12

1. Solicitante : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.  
Dirección : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA -  
CASTILLA - PIURA

2. Instrumento de Medición : ESTUFA  
Indicación : DIGITAL  
Marca del Equipo : PYS EQUIPOS  
Modelo del Equipo : STHX-1A  
Serie del Equipo : 15148  
Capacidad del Equipo : 71 L  
Código de Identificación : NO INDICA  
Marca de indicador : AUTCOMP  
Modelo de indicador : TCD  
Serie de indicador : NO INDICA  
Temperatura calibrada : 110 °C

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración  
MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA  
09 - AGOSTO - 2021

4. Método de Calibración  
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración  
PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	APPLENT	150-CT-T-2020	INACAL - DM

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,5	23,5
Humedad %	64	64

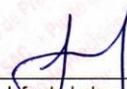
#### 7. Conclusiones

La estufa se encuentra fuera de los rangos  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

#### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 385 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 306-2021  
 Fecha de emisión : 2021-08-12

1. Solicitante : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.

Dirección : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

### 2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : PYS EQUIPOS  
 Modelo de Prensa : STYE-2000  
 Serie de Prensa : 130102  
 Capacidad de Prensa : 2000 kN

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

Marca de indicador : MC  
 Modelo de Indicador : LM-02  
 Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

Punto de Precisión 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.

### 3. Lugar y fecha de Calibración

MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA  
09 - AGOSTO - 2021

### 4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,1	25,5
Humedad %	60	60

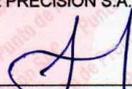
### 7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1146 - 2021

Página : 1 de 1

Expediente : T 306-2021  
Fecha de Emisión : 2021-08-13

1. Solicitante : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.

Dirección : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 1 ½ pulg

Diámetro de Tamiz : 12 pulg

Marca : FORNEY

Serie : 1,5"BS12F712446

Material : BRONCE

Color : DORADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración  
MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA  
09 - AGOSTO - 2021

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

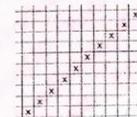
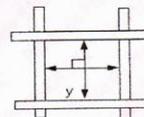
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,5	24,6
Humedad %	63	63

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTANDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
37,28	37,36	37,28	37,21	37,28	37,71	37,84	37,29	37,76	37,75	37,46	37,50	-0,04	--	0,237
37,28	37,71	37,84	37,29	37,76	37,75	37,29	37,28	37,21						
37,75	37,29	37,28	37,21	37,36	37,29	37,75	37,36	37,29	37,28					



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1149 - 2021

Página : 1 de 2

**Expediente** : T 306-2021  
**Fecha de Emisión** : 2021-08-13

**1. Solicitante** : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.

**Dirección** : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ

**Tamiz N°** : 1/2 pulg

**Diametro de Tamiz** : 12 pulg

**Marca** : FORNEY

**Serie** : 1/2"BS12F716337

**Material** : BRONCE

**Color** : DORADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión 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.

#### 3. Lugar y fecha de Calibración

MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA  
09 - AGOSTO - 2021

#### 4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	SISTEMA INTERNACIONAL

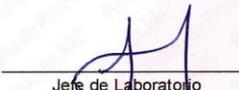
#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,5	24,5
Humedad %	63	63

#### 7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1150 - 2021

Página : 1 de 2

**Expediente** : T 306-2021  
**Fecha de Emisión** : 2021-08-13

**1. Solicitante** : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.

**Dirección** : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ

**Tamiz N°** : 3/8 pulg

**Diametro de Tamiz** : 12 pulg

**Marca** : FORNEY

**Serie** : 3/8"BS12F728448

**Material** : BRONCE

**Color** : DORADO

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

Punto de Precisión 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.

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA  
09 - AGOSTO - 2021

**4. Método de Calibración**  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	SISTEMA INTERNACIONAL

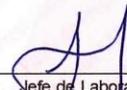
**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,5	24,5
Humedad %	63	63

**7. Observaciones**

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1148 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 306-2021  
Fecha de Emisión : 2021-08-13

1. Solicitante : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.

Dirección : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 3/4 pulg

Diametro de Tamiz : 12 pulg

Marca : FORNEY

Serie : 3/4"BS12F696249

Material : BRONCE

Color : DORADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración  
MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA  
09 - AGOSTO - 2021

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

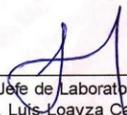
INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,5	24,5
Humedad %	63	63

7. Observaciones
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
  - (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1147 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 306-2021  
Fecha de Emisión : 2021-08-13

1. Solicitante : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.  
Dirección : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 1 pulg  
Diametro de Tamiz : 12 pulg  
Marca : FORNEY  
Serie : 1"BS12F704470  
Material : BRONCE  
Color : DORADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración  
MZA. ES LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA  
09 - AGOSTO - 2021

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	SISTEMA INTERNACIONAL

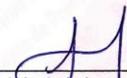
### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,5	24,6
Humedad %	63	63

### 7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1145 - 2021

Página : 1 de 1

**Expediente** : T 306-2021  
**Fecha de Emisión** : 2021-08-13

**1. Solicitante** : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.  
**Dirección** : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ  
**Tamiz N°** : 2 pulg  
**Diametro de Tamiz** : 12 pulg  
**Marca** : FORNEY  
**Serie** : 2"BS12F722146  
**Material** : BRONCE  
**Color** : DORADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión 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.

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA  
09 - AGOSTO - 2021

**4. Método de Calibración**  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	SISTEMA INTERNACIONAL

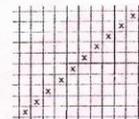
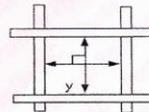
**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,5	24,6
Humedad %	63	63

- 7. Observaciones**
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
  - (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

**8. Resultados**

MEDIDAS TOMADAS										(*)				
mm										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
49,88	49,87	50,02	49,90	49,75	50,04	50,09	50,07	50,05	50,02	49,98	50,00	-0,02	-	0,102
50,07	50,04	49,88	50,02											



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1144 - 2021

Página : 1 de 1

Expediente : T 306-2021  
 Fecha de Emisión : 2021-08-13

1. Solicitante : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.

Dirección : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 3 pulg  
 Diametro de Tamiz : 12 pulg  
 Marca : FORNEY  
 Serie : 3\*BS12F693398  
 Material : BRONCE  
 Color : DORADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración  
MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA  
09 - AGOSTO - 2021

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	SISTEMA INTERNACIONAL

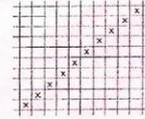
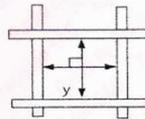
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,5	24,6
Humedad %	63	63

7. Observaciones
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
  - (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

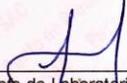
8. Resultados (\*)

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTANDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
75,49	75,48	75,13	74,59	75,11	74,91	75,61	75,67	75,51	75,73	75,24	75,00	0,24	--	0,372
74,59	75,11													



FIN DEL DOCUMENTO



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1151 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 306-2021  
Fecha de Emisión : 2021-08-13

1. Solicitante : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.

Dirección : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 4

Diametro de Tamiz : 12 pulg

Marca : FORNEY

Serie : 4BS12F712416

Material : BRONCE

Color : DORADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión 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.

### 3. Lugar y fecha de Calibración

MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA  
09 - AGOSTO - 2021

### 4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	SISTEMA INTERNACIONAL

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,5	24,5
Humedad %	63	63

### 7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1152 - 2021

Página : 1 de 2

**Expediente** : T 306-2021  
**Fecha de Emisión** : 2021-08-13

**1. Solicitante** : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.  
**Dirección** : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ  
**Tamiz N°** : 4  
**Diametro de Tamiz** : 8 pulg  
**Marca** : FORNEY  
**Serie** : 4BS8F715898  
**Material** : BRONCE  
**Color** : DORADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión 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.

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA  
09 - AGOSTO - 2021

**4. Método de Calibración**  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	SISTEMA INTERNACIONAL

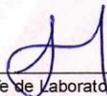
**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,7	24,6
Humedad %	63	63

**7. Observaciones**

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1153 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 306-2021  
Fecha de Emisión : 2021-08-13

1. Solicitante : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.

Dirección : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 8

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : FORNEY

Serie : 8BS8F715800

Material : BRONCE

Color : DORADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión 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.

#### 3. Lugar y fecha de Calibración

MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA  
09 - AGOSTO - 2021

#### 4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	CCP-0340-008-2020	SISTEMA INTERNACIONAL

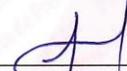
#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,7	24,6
Humedad %	63	63

#### 7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1154 - 2021

Página : 1 de 2

**Expediente** : T 306-2021  
**Fecha de Emisión** : 2021-08-13

**1. Solicitante** : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.

**Dirección** : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ

**Tamiz N°** : 10

**Diametro de Tamiz** : 8 pulg

**Marca** : FORNEY

**Serie** : 10BS8F713233

**Material** : BRONCE

**Color** : DORADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión 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.

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA  
09 - AGOSTO - 2021

**4. Método de Calibración**  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	CCP-0340-008-2020	SISTEMA INTERNACIONAL

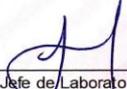
**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,7	24,6
Humedad %	63	63

**7. Observaciones**

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1155 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 306-2021  
Fecha de Emisión : 2021-08-13

1. Solicitante : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.

Dirección : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 16

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : FORNEY

Serie : 16BS8F705878

Material : BRONCE

Color : DORADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración

MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA  
09 - AGOSTO - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICION	INSIZE	CCP-0340-008-2020	SISTEMA INTERNACIONAL

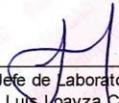
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,7	24,6
Humedad %	63	63

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1156 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 306-2021  
Fecha de Emisión : 2021-08-13

1. Solicitante : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.  
Dirección : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 20  
Diametro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : FORNEY  
Serie : 20BS8F641689  
Material : BRONCE  
Color : DORADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración  
MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA  
09 - AGOSTO - 2021

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	CCP-0340-008-2020	SISTEMA INTERNACIONAL

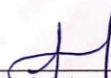
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,7	24,6
Humedad %	63	63

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152831



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1157 - 2021

Página : 1 de 2

**Expediente** : T 306-2021  
**Fecha de Emisión** : 2021-08-13

**1. Solicitante** : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.

**Dirección** : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ

**Tamiz N°** : 30

**Diametro de Tamiz** : 8 pulg

**Marca** : FORNEY

**Serie** : 30BS8F705791

**Material** : BRONCE

**Color** : DORADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión 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.

**3. Lugar y fecha de Calibración**

MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA  
09 - AGOSTO - 2021

**4. Método de Calibración**

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	CCP-0340-008-2020	SISTEMA INTERNACIONAL

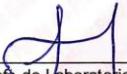
**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,7	24,6
Humedad %	63	63

**7. Observaciones**

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
\_\_\_\_\_  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1159 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 306-2021  
Fecha de Emisión : 2021-08-13

1. Solicitante : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.  
Dirección : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 50  
Diametro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : FORNEY  
Serie : 50BS8F704398  
Material : BRONCE  
Color : DORADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración  
MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA  
09 - AGOSTO - 2021

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	CCP-0340-008-2020	SISTEMA INTERNACIONAL

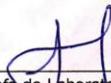
#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,7	24,7
Humedad %	63	64

#### 7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1161 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 306-2021  
Fecha de Emisión : 2021-08-13

1. Solicitante : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.  
Dirección : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 100  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : FORNEY  
Serie : 100BS8F674894  
Material : BRONCE  
Color : DORADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración  
MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA  
09 - AGOSTO - 2021

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	CCP-0340-008-2020	SISTEMA INTERNACIONAL

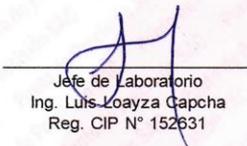
#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,7	24,7
Humedad %	63	64

#### 7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1162 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 306-2021  
Fecha de Emisión : 2021-08-13

1. Solicitante : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.

Dirección : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 200

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : FORNEY

Serie : 200BS8F704517

Material : BRONCE

Color : DORADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración

MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA  
09 - AGOSTO - 2021

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	CCP-0340-008-2020	SISTEMA INTERNACIONAL

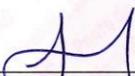
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,7	24,7
Humedad %	63	64

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 673 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 059-2021  
Fecha de emisión : 2021-02-19

1. Solicitante : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.  
Dirección : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA -  
CASTILLA - PIURA

2. Instrumento de Medición : TERMÓMETRO  
Indicación : DIGITAL  
Intervalo de Indicación : -50 °C a 300 °C ; - 58 °F a 572 °F  
Resolución : 0,1 °C ; 0,1 °F  
Marca : MULTI THERMOMETER  
Modelo : NO INDICA  
Serie : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Elemento Sensor : UNA TERMORRESISTENCIA DE PLATINO  
Código de Identificación : 1  
Longitud de Bulbo : 12,5 cm

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
19 - FEBRERO - 2021

4. Método de Calibración  
La calibración se efectuó por comparación directa siguiendo el procedimiento de calibración  
PC - 017 "Procedimiento para la calibración de Termómetros Digitales".

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMÓMETRO DIGITAL	APPLENT	150 - CT - T - 2020	INACAL - DM

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	25,6	25,6
Humedad %	59	59

#### 7. Resultados de la Medición

Los resultados de las mediciones se muestran en la página siguiente, tiempo de estabilización del Termómetro no menor a 10 minutos. La Incertidumbre a sido determinada con un factor de cobertura  $k=2$  para un nivel de confianza del 95 %.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°LL - 446 - 2021**

Punto de Precisión SAC

Página: 1 de 3

Expediente : 111-2021  
Fecha de emisión : 2021-03-27

1. Solicitante : ESTUDIOS Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.  
Dirección : MZA. E5 LOTE. 5 A.H. LA PRIMAVERA 1 ETAPA - CASTILLA - PIURA

2. Instrumento : PIE DE REY

Tipo de Indicación : Digital

Alcance de Indicación : 300 mm

División mínima : 0,01 mm

Marca : INSIZE  
Modelo : NO INDICA  
Serie : 1702144262  
Procedencia : NO INDICA  
Código de Identificación : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Punto de Precision 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.

3. Lugar y fecha de Calibración

La calibración se realizó en el laboratorio de longitud de PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.:  
Fecha de calibración: 2021-03-26

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa según el PC-012 " Procedimiento de calibración de pie de rey del Indecopi -SNM" Edición 5 , 2012.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
JUEGO DE BLOQUES PATRON	INSIZE	LLA - 011 - 2020	INACAL - DA
TERMÓMETRO DE CONTACTO	NO INDICA	CCP-0585-004-2020	INACAL - DA

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,0	21,1
Humedad %	62,5	63,4

7. Observaciones

- Se colocó una etiqueta adhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"
- La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura  $k=2$ , para un nivel de confianza aproximado del 95 %.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

#### Anexo 4: Panel fotográfico

Foto 1: Ceniza de caña de azúcar



Fuente:2021

Foto 2: Granulometría de la ceniza de azúcar



Fuente:2021

Foto 3: probetas del ensayo



Fuente: 2021

Foto 4: Colocación de probetas del ensayo patrón



Fuente: 2021

Foto 5: Diseño de mezcla



Fuente: 2021

Foto 6: Preparado de diseño de mezcla



Fuente: 2021

Foto 7: Curado de probetas



Fuente: 2021

Foto 8. Curado de probetas de ceniza de cañas de azúcar



Fuente: 2021

Foto 9: Resistencia a la compresión



Fuente: 2021

Foto 9: Ensayo a la flexión



Fuente: 2021

Foto 1: Ceniza de caña de azúcar



Fuente:2021

Foto 2: Granulometría de la ceniza de azúcar



Fuente:2021