



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Influencia de reemplazo de ceniza de bagazo de caña de azúcar  
sobre las propiedades físico – mecánicas en adoquines para tránsito  
ligero, Piura - 2022”

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

**AUTOR:**

Mija Cordova, Claudio Raul ([orcid.org/0000-0001-5039-9388](https://orcid.org/0000-0001-5039-9388))

**ASESOR:**

Mg. Diaz Rodriguez, Breiner Guillermo ([orcid.org/0000-0001-6733-2868](https://orcid.org/0000-0001-6733-2868))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**PIURA – PERÚ**

**2022**

### **Dedicatoria**

A Dios, por permitirme esa energía, para no desmayar en ningún momento en mis objetivos. A mis padres por haberme dado la vida y cada uno de los valores, y me formaron de bien mientras me cobijaron en casa. A mi compañera de vida y a mi hijo por ser parte sustancial y energía viva que me transmitían cada día. A mis hermanos y hermanas que confiaron en mí, y de lo que era capaz de lograr. A mi compañero y colega por ese apoyo mutuo incondicional, por la exigencia en cada parte de la investigación.

## **Agradecimiento**

A Dios en primer lugar por ser el soporte emocional, espiritual y moral para ser persona de bien en cada acción realizada entre la sociedad.

A mis padres, por edificar en mí, valores, compromiso y responsabilidad por sus consejos siempre sabios y en el momento exacto.

A mi compañera de vida y a mi hijo por su apoyo físico y psicológico que en cada palabra me transmitían esa energía viva que por momentos sentía no tener.

A todos y cada uno de mis familiares por confiar en mi y sentirme capaz de muchas cosas que gracias a apoyo incondicional lo estoy logrando.

A mi asesor de tesis, compañero y colega de estudios por su apoyo incesante y compartir parte de su experiencia y conocimientos para poder lograr así mis objetivos.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA</b>	<b>25</b>
3.1 Tipo y diseño de investigación	25
3.2 Variables y operacionalización	26
3.3 Población, muestra y muestreo	26
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
3.5 Procedimientos	30
3.6 Métodos de análisis de datos	48
3.7 Aspectos éticos	48
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>49</b>
<b>V. DISCUSIÓN</b>	<b>62</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>65</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>67</b>
REFERENCIAS	69
ANEXOS	71

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Espesor nominal y resistencia a la compresión.....	<b>12</b>
<b>Tabla 2.</b> Tipos de cemento .....	<b>14</b>
<b>Tabla 3.</b> Requisitos químicos de cemento portland.....	<b>15</b>
<b>Tabla 4.</b> Requisitos físicos de cemento portland.....	<b>15</b>
<b>Tabla 5.</b> Absorción máxima permisible.....	<b>18</b>
<b>Tabla 6.</b> Tolerancia dimensional .....	<b>19</b>
<b>Tabla 7.</b> Proceso de variación en la quema de la ceniza .....	<b>22</b>
<b>Tabla 8.</b> Composición química de la ceniza de paja y de bagazo en el Perú.....	<b>23</b>
<b>Tabla 9.</b> Distribución de muestras según la cantidad de dosificaciones .....	<b>26</b>
<b>Tabla 10.</b> Rangos y magnitudes de validez.....	<b>27</b>
<b>Tabla 11.</b> Coeficiente de validez.....	<b>28</b>
<b>Tabla 12.</b> Coordenadas del lugar de extracción de la CBCA.....	<b>29</b>
<b>Tabla 13.</b> Propiedades físicas del agregado fino.....	<b>33</b>
<b>Tabla 14.</b> Propiedades físicas del agregado grueso.....	<b>34</b>
<b>Tabla 15.</b> Consistencia y asentamientos .....	<b>35</b>
<b>Tabla 16.</b> Resumen de ensayos de agregados para diseño de mezcla.....	<b>35</b>
<b>Tabla 17.</b> Cuadro para decidir la resistencia .....	<b>36</b>
<b>Tabla 18.</b> Cuadro para encontrar el contenido de aire atrapado.....	<b>36</b>
<b>Tabla 19.</b> Cuadro para encontrar el volumen de agua.....	<b>37</b>
<b>Tabla 20.</b> Cuadro para determinar la relación A/C por resistencia.....	<b>37</b>
<b>Tabla 21.</b> Cuadro para determinar el volumen del agregado grueso.....	<b>39</b>
<b>Tabla 22.</b> Volúmenes absolutos de materiales sin considerar agregado fino.....	<b>39</b>
<b>Tabla 23.</b> Presentación de diseño en estado seco.....	<b>40</b>
<b>Tabla 24.</b> Diseño de materiales por M3 corregido.....	<b>42</b>
<b>Tabla 25.</b> Proporciones en peso para el diseño de mezcla de la investigación...	<b>42</b>
<b>Tabla 26.</b> Tolerancia dimensional de adoquines Muestra Patrón.....	<b>48</b>
<b>Tabla 27.</b> Tolerancia dimensional de adoquines con 3% de CBCA.....	<b>48</b>
<b>Tabla 28.</b> Tolerancia dimensional de adoquines con 5% de CBCA.....	<b>49</b>
<b>Tabla 29.</b> Tolerancia dimensional de adoquines con 10% de CBCA.....	<b>49</b>
<b>Tabla 30.</b> Absorción de adoquines en todas las dosificaciones .....	<b>51</b>

<b>Tabla 31.</b> Resultado de Resistencia a Compresión a 7 días .....	<b>53</b>
<b>Tabla 32.</b> Resultado de Resistencia a la compresión a 14 días .....	<b>53</b>
<b>Tabla 33.</b> Resultado de Resistencia a la compresión a 28 días .....	<b>54</b>
<b>Tabla 34.</b> Resumen de resultados de f'c, durante los 7, 14 y 28 días.....	<b>55.</b>
<b>Tabla 35.</b> Cantidad de materiales utilizados en el diseño de mezcla.....	<b>56</b>
<b>Tabla 36.</b> Análisis de costos unitarios en diseño de muestra patrón.....	<b>56</b>
<b>Tabla 37.</b> Análisis de costos con 3% de adición de CBCA.....	<b>57</b>
<b>Tabla 38.</b> Análisis de costos con 5% de adición de CBCA.....	<b>57</b>
<b>Tabla 39.</b> Análisis de costos con 10% de adición de CBCA.....	<b>58</b>
<b>Tabla 40.</b> Costos de los materiales en el mercado actual en la ciudad.....	<b>58</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Adoquines de concreto.....	<b>11</b>
<b>Figura 2.</b> Dimensiones de adoquines según su tipo.....	<b>13</b>
<b>Figura 3.</b> Proceso de fabricación del cemento.....	<b>14</b>
<b>Figura 4.</b> Componentes del concreto.....	<b>16</b>
<b>Figura 5.</b> Absorción de agua del adoquín.....	<b>19</b>
<b>Figura 6.</b> Rotura de adoquín con prensa hidráulica.....	<b>20</b>
<b>Figura 7.</b> Morfología de la caña de azúcar.....	<b>21</b>
<b>Figura 8.</b> Producción de caña de azúcar en el Perú.....	<b>21</b>
<b>Figura 9.</b> Representación de la muestra con respecto a la población.....	<b>26</b>
<b>Figura 10.</b> Esquema de procedimiento.....	<b>28</b>
<b>Figura 11.</b> Imagen del trayecto Piura – Montero.....	<b>29</b>
<b>Figura 12.</b> Coordenadas del lugar de extracción de la CBCA.....	<b>29</b>
<b>Figura 13.</b> Obtención de bagazo de caña de azúcar .....	<b>30</b>
<b>Figura 14.</b> Calcinación del bagazo y obtención de ceniza.....	<b>30</b>
<b>Figura 15.</b> Mapa satelital de canteras de cerro mocho y Sojo.....	<b>31</b>
<b>Figura 16.</b> Slump de 4” para el diseño de mezcla.....	<b>35</b>
<b>Figura 17.</b> Dosificación de materiales .....	<b>43</b>
<b>Figura 18.</b> Mezcla de materiales.....	<b>43</b>
<b>Figura 19.</b> Vaciado de moldes de 20cm x 10cm x 8cm.....	<b>44</b>
<b>Figura 20.</b> Curado de adoquines.....	<b>45</b>
<b>Figura 21.</b> Mapa del departamento de Piura .....	<b>46</b>
<b>Figura 22.</b> Muestras y procedimientos para ensayo de absorción.....	<b>50</b>
<b>Figura 23.</b> Diagrama estadístico de absorción de adoquines.....	<b>52</b>
<b>Figura 24.</b> Muestras y procedimientos, ensayo de resistencia a la compresión. <b>53</b>	
<b>Figura 25.</b> Resumen de resultados de resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días en cada uno de los diseños de mezcla.....	<b>55</b>
<b>Figura 26.</b> Análisis de costos unitarios.....	<b>57</b>

## Resumen

Para este proyecto de investigación que tiene como objetivo general de qué manera influye la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades físico - mecánicas en adoquines para tránsito ligero, Piura – 2022.

La metodología de este proyecto de investigación es de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño cuasiexperimental porque nos permitió manipular la variable independiente en los porcentajes de 3%, 5%, y 10% respectivamente de la ceniza del bagazo de caña de azúcar como adición y reemplazo al cemento para ver de qué manera influye en la variable dependiente. Para dicho diseño de mezcla se utilizó el método ACI 211 para utilizar una resistencia nominal promedio de  $f'c = 380 \text{ kg/cm}^2$ , requerido por la NTP 399.611 para adoquines de concreto para tránsito ligero (Tipo II).

La población en esta investigación la constituye el conjunto de adoquines de concreto con las dimensiones correspondientes de 20 cm x 10 cm x 8 cm, dado en una muestra de 48 especímenes los cuales se sometieron a los ensayos físicos (tolerancias dimensional y absorción) para los ensayos mecánicos tenemos (resistencia a la compresión) en tiempo de curado a los 7, 14 y 28 días.

De acuerdo con el resultado en los ensayos tenemos que para la muestra patrón el  $f'c = 384.73 \text{ kg/cm}^2$ , y al reemplazar con el 10% de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar con un  $f'c = 361.54 \text{ kg/cm}^2$ . En base al ensayo tenemos que a mayor adición de CBCA menor será la resistencia, lo que si es favorablemente es en costos ya que para la muestra patrón tenemos un ACU. = 48.63. Soles y para la adición del 10% de CBCA = 46.07 soles.

**Palabras Clave:** Adición, Influencia, Adoquín, Concreto, Agregados, Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar.



## ABSTRACT

For this research Project whose general objective is show the addition of sugarcane bagasse ash influences the physical-mechanical properties of paving stones for league traffic, Piura – 2022.

The methodology of this research project is of the applied type, with a quantitative approach and quasi-experimental design because it allowed us to manipulate the independent variable in the percentages of 3%, 5% and 10%, respectively, of the ash from the sugarcane bagasse as an addition. And replacement of cement to see how it influences the dependent variable. For said mix design, the ACI 211 method was used to use an average nominal resistance of  $f'c = 380 \text{ kg/cm}^2$ , required by NTP 399.611 for concrete pavers for light traffic (Type II).

The population in this investigation is constituted by the set of concrete pavers with the corresponding dimensions of 20 cm x 10 cm x 8 cm, given in a sample of 48 specimens which were subjected to physical tests (dimensional tolerances and absorption) for the mechanical tests we have (resistance to compression) in curing time at 7, 14 and 28 days.

According to the results of the tests, we have that for the standard sample the  $f'c = 384.73 \text{ kg/cm}^2$ , and when replacing, with 10% of Sugarcane Bagasse Ash with a  $f'c = 361.54 \text{ kg/cm}^2$ . Based on the test we have that the greater the addition of CBCA, the lower the resistance will be, which if it is favorable is in costs since for the standard sample we have an-ACU. = 48.63. Soles and for the addition of 10% of CBCA = 46.07 Soles.

**Keywords:** Addition, Influence, Cobblestone, Concrete, Aggregates, Sugarcane Bagasse Ash.

## I. INTRODUCCIÓN

El propósito de esta investigación es establecer las posibilidades de aprovechar los residuos de ceniza del bagazo de la caña de azúcar, producido luego de la extracción del jugo de la caña de azúcar y posterior a ello la ceniza que es el producto luego de quemar el bagazo durante el proceso de elaboración de la azúcar (panela granulada orgánica). Tiene como interés constatar la factibilidad técnica y económica en la fabricación de adoquines para tránsito ligero, a base de concreto y porcentajes de desechos de CBCA producto del quemado del bagazo como adición al cemento. En los últimos años se han desarrollado experimentos con diferentes fibras naturales como adición para renovar los morteros, como fibra de coco, la valva de concha de abanico, la cascara de arroz, la pajilla del arroz, etc.

(Guerrero, 2020) En Piura, haciendo énfasis en las provincias de Morropón, Huancabamba y Ayabaca produce el cultivo y procedimiento de la caña de azúcar como panela granulada orgánica, siendo la región acreditada como capital regional de la panela, y en otras provincias de la región es utilizada para el etanol, utilizado para biocombustibles nacionales. Esta acción económica, es una manufactura creciente. Así mismo, recalca que se usa mucho este material en áreas de construcción e ingeniería, como lo es la elaboración de morteros y concretos. Por lo tanto, es de suma importancia escrudiñar pesquisas echas en países productores de caña como India, Brasil, Pakistán, acerca de la incorporación de CBCA como sustitución porcentual de la arena o reemplazo porcentual del cemento.

(Farfan, 2018) El creciente incremento de residuos sólidos producto de la (CBCA) y su administración inadecuada se ha convertido en un problema mayoritario en cada uno de los módulos donde se procesa, esto afecta directa e indirectamente a los ciudadanos y al medio ambiente, en algunos casos las (CBCA) es distribuida a los mismos cultivos de caña, como abono para la misma planta. Ayudando así a contrarrestar la contaminación ambiental además el alto costo de materiales de construcción.

En el rubro de la construcción el empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) cada vez está tomando más fuerza, prometiendo ser un producto alternativo industrial apto para sustituir porcentualmente al cemento en cualquier tipo de

concretos, método que contribuye en el descenso de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>) producidas mediante la manufactura del cemento, también la utilidad de reutilización de residuos (bagazo), que generan un efecto nocivo al medio ambiente y disminución en costos de producción.

El interés de esta investigación es obtener aportes teóricos, científicos sobre la influencia del reemplazo de CBCA en la posible mejora de las propiedades físicas y mecánicas en adoquines para implementarlos en pavimentos de tránsito ligero, siendo importante para el área de transporte de mi localidad, región, país o en otros países.

Es por ello por lo que necesitamos conocer la influencia al reemplazar el cemento con un porcentaje de la CBCA con sus propiedades físico-mecánica en adoquines para tránsito ligero.

“En todo proceso de investigación y de análisis se debe tener en mente el planteamiento original del problema, con el propósito de que no se olvide encontrar las respuestas que buscamos” (HERNANDEZ, METOLOGIA DE LA INVESTIGACION , 2014)

Luego de analizar la problemática del actual estudio se formuló el siguiente **problema general**: ¿De qué manera influye la adición de CBCA en las propiedades físico – mecánicas en adoquines de tránsito ligero, Piura – 2022?

Del mismo modo se propone los siguientes **problemas específicos**, 1. ¿De qué manera influye la adición de CBCA en las propiedades físicas de adoquines de tránsito ligero, Piura, 2022?, 2. ¿De qué manera influye la adición de CBCA en las propiedades mecánicas de adoquines de tránsito ligero, Piura, 2022?, 3. ¿De qué manera influye los costos en la elaboración de adoquines con CBCA para tránsito ligero Piura, 2022?

#### **Justificación de la investigación:**

**Justificación social:** A lo largo del tiempo se han buscado nuevas alternativas en la reutilización de los residuos o desechos en el ámbito de ingeniería y construcción, con el propósito de mitigar la contaminación ambiental producto de los gases tóxicos que emanan en su descomposición, las tareas de la agricultura que generan

miles de toneladas de desechos anualmente. Se busca la reutilización de un producto de desecho oriundo de las zonas de la serranía (CBCA), en la elaboración de adoquines con la finalidad de disminuir costos de producción y posibilitar sus propiedades.

**Justificación teórica:** La presente investigación busca adicionar 3 dosificaciones de 3%, 5% y 10% de CBCA en sustitución por el peso del cemento, con la finalidad de evidenciar resultados favorables en sus propiedades, generalizando así, teorías de aporte técnico y científico para futuras investigaciones sobre las ventajas y desventajas que se obtiene de la CBCA en adoquines de tránsito ligero.

**Justificación metodológica:** Durante el desarrollo del proyecto de investigación se tienen que seguir los lineamientos establecidos por las guías metodológicas de investigación, y de esta manera alcanzar el objetivo general y específicos. Mediante el muestreo y una serie de datos recogidos nos va a permitir con certeza la comprobación de la hipótesis de estudio. Luego de haber concluido será de utilidad para futuros estudios en el campo de la ingeniería y fines.

**Justificación practica:** Mediante los ensayos nos permitirá conocer con datos cuantitativos la capacidad estructural de adoquines convencionales y con adición en % de CBCA.

Como **objetivo general** tenemos: Determinar la influencia al adicionar CBCA en las propiedades físico – mecánicas en adoquines de tránsito ligero, Piura – 2022. Es preciso alegar los siguientes **objetivos específicos**: 1. Evaluar la influencia de adición de CBCA en las propiedades físicas en adoquines para tránsito ligero, Piura, 2022; 2. Evaluar la influencia de adición de CBCA en las propiedades mecánicas de adoquines de tránsito ligero, Piura, 2022; 3. Evaluar la viabilidad de costos en la producción de adoquines con CBCA para tránsito ligero, Piura, 2022.

Seguidamente se procede a la formulación de la **hipótesis general**: La adición CBCA mejorara las propiedades físico – mecánicas en adoquines de tránsito ligero, Piura – 2022. Y por último se establecieron las siguientes **hipótesis específicas**: 1. La adición de CBCA influye en las propiedades físicas de adoquines de tránsito ligero, Piura, 2022; 2. La adición de CBCA influye en las propiedades mecánicas de adoquines de tránsito ligero, Piura, 2022; 3. Será factible en costos, La

producción de adoquines con ceniza de bagazo de caña de azúcar para tránsito ligero, Piura – 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

En **antecedentes internacionales** tenemos a Ospina y Molina (2018), cuyo trabajo de investigación presento como objetivo la influencia de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de un material compuesto por cemento portland, puzolana y arena (concreto). **La metodología** fue de carácter experimental porque se manipulo una de las variables de investigación, luego de una serie de estudios en diseño de mezclas se determinó la cantidad necesaria de CBCA con la que se experimentó. Según datos obtenidos 18900 cm<sup>3</sup> es la cantidad que equivale un frasco cilíndrico con ceniza. Los **resultados** evidenciados fueron muy satisfactorios que dictaminaron una actividad puzolánica de clase c, según la NORMA ASTM C618, llegando a la conclusión que por su alto contenido en sílice es rentable para su utilización como un aditivo. En cuanto a los ensayos de compresión efectuados a las muestras se determinó el comportamiento de cada serie (11,12,13,14,15), mientras más puzolana se agregaba a la mezcla menoraba su resistencia, por lo que no mejora sus propiedades de compresión del cemento portland. La **conclusión** es que la adición de este aditivo natural PCBC, no contribuye en el perfeccionamiento de las propiedades físico mecánicas del concreto, no obstante, es necesario recalcar que se puede remplazar la mitad del peso del cemento portland por este material, ya que está dentro de los rangos establecidos por lo NORMA y apto para ser adherido al mortero. Como recomendación general dentro de todo el contexto de la investigación, los autores incitan a que se efectúen más estudios tecnológicos experimentales, donde se utilicen recursos de desecho; que son una fuente de contaminación al medio ambiente, tratando así de una u otra forma de mitigar la contaminación y descubrir nuevas fuentes de remplazo en porcentajes de los diversos materiales utilizados en la ingeniería y afines.

Narváz (2017), en su estudio propuso como **objetivo** principal la reutilización de fibras de BCA, como un agregado en la manufactura de un sistema de construcción tradicional (mampostería liviana), con la finalidad de optar por productos alternativos que mejoraren las propiedades mecánicas de bloques de concreto en

comparación a la muestra modelo. Basándose en los **resultados** se dictamina que incrementa la resistencia a compresión en un 6% con respecto a la muestra patrón, con porcentajes de fibras de 0.5% y 0.75%, que no se han mayores al 1% de longitud. Se **concluye** que la adición de fibras de bagazo de caña mejora sus propiedades físicas (consistencia y trabajabilidad), además se evidencia una mejor proceder de los componentes luego de sufrir fisuramiento. También mejora en sus propiedades mecánicas (resistencia a la compresión), y presentan un peso más liviano en comparación a la muestra patrón con una diferencia de 0.4kg.

Veles (2019), el autor propuso como **objetivo** principal decretar posibles mejoras en las propiedades del hormigón, incorporando porcentajes de CBCA en sustitución por el cemento. De los **resultados** se puede deducir que la aleación de CBCA disminuyen la absorción (propiedades físicas), se tomaron nota de los siguientes datos del laboratorio: con adición de 5% de ceniza y por un lapso de 90 días de curado = tuvo una absorción de 37%, con 10% de adición de ceniza y un curado de 30 días = obtuvo un 46%, entonces queda evidenciado que mientras aumenta el curado reduce el porcentaje de absorción. Con respecto a las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión), en las pruebas de rotura de probetas se obtuvieron los siguientes datos: a 30 días de curado hay una similitud de resistencia con respecto a la muestra patrón. A partir de los 90 días de curado con contenido de CBCA aumenta. En los hormigones con 10% de CBCA aumentó la resistencia un 28% con respecto a los resultados de resistencia a 30 días de edad, mientras que a los 120 días la resistencia permanece en los mismos valores, no hubo aumento significativo. Por otro lado, en las mezclas con 5% de CBCA y con una edad de 90 días de curado existe un aumento de resistencia considerable; se elevó en un 41% en comparación a los 30 días de edad y con 45% con 120 días de edad. Las muestras patrón arrojaron valores en resistencia promedio de 254kg/cm<sup>2</sup> y con adición de CBCA alcanzo una resistencia promedio de 347kg/CM<sup>2</sup>, en datos porcentuales alcanza un 36% con respecto a las muestras patrón. **La conclusión** al finiquitar con los diferentes ensayos realizados en el laboratorio, se afirma fehacientemente que mejoran las propiedades mecánicas como lo son: aumento de resistencia e impermeabilización del conglomerado, sustituyendo porcentajes de CBCA en sustitución por el cemento.

Huerta y Martínez (2019), su tesis tuvo como principal **objetivo** estudiar la reacción mecánica del concreto incorporando fibra de bagazo de caña de azúcar, donde se evaluaron el proceder que exhibe las distintas probetas con incorporación de fibra de caña de azúcar. Los **resultados** obtenidos de acuerdo con las ilustraciones por medio de los ensayos obtenidos en el laboratorio, en diferentes adiciones de fibras de bagazo se evidencia una leve mejora en las propiedades de resistencia del concreto de 3000 psi. La dosificación en la que se evidencio un leve aumento en los ensayos a compresión fue con 0.6% de FBCA. Cabe mencionar que se siguieron al pie de la letra los lineamientos fundamentelas de la NSR-10 en los ensayos de compresión. Se **concluye** que resulta factible la incorporación de FBCA en las mezclas de concreto, además la fibra presenta características como son: excelente adherencia; que lo coloca como un material alternativo apto para ser mezclado en porcentajes con el cemento, contribuyendo de una manera a la reducción de gases tóxicos que emana la producción de cemento y a mitigar el impacto ambiental que generan los residuos de desechos naturales o industriales. y como recomendación general dentro del contexto de la investigación, los autores recomiendan profundizar más el estudio de la FBCA, y sustituirlo por otros componentes que integran el concreto.

Salguero (2013), el tesista realizo la presente investigación con el propósito de obtener el grado de Ingeniero Civil. Su **objetivo** fundamental de estudio fue tratar de mejorar las propiedades físico – mecánicas y determinar la viabilidad en costos y vida útil de adoquines transformados con porcentajes de fibra de polipropileno, para luego hacer una comparación con los adoquines tradicionales (muestra patrón); que forman parte de las vías de tránsito en la ciudad de Quito – Ecuador. Se alcanzaron **resultados** como: Las pruebas de compresión realizados a los especímenes se evidencian que varían las resistencias con respecto a la muestra patrón, y esto se debe a la penuria de forjar especímenes de iguales características. Con respecto a ensayos de flexión se refleja que las variaciones en la resistencia están ligadas a las cantidades cemento y % de fibra de polipropileno, si se compara con los de compresión podemos afirmar que, las muestras sometidas a flexión adquieren mejor resistencia y esto se debe a que las fibras poseen de manera natural particularidades de resistir al módulo de rotura, y se ven mejoras mientras mayor sea el porcentaje de fibras adicionado a la mezcla. Y siguiendo lo decretado

por la NORMA para la fabricación de adoquines modificados, se ensayó la resistencia al desgaste abrasivo, se dictaminó que está muy ligada a los materiales utilizados en su elaboración y en la calidad de acabados de los mismo, con el propósito de obtener resultados positivos que acepten la hipótesis de estudio. Se **concluye** que la elaboración de adoquines adicionando fibra de polipropileno presenta múltiples beneficios, tanto en costos como en sus propiedades, sobrepasan la resistencia con respecto a la muestra patrón alargando su tiempo de vida útil en comparación a los adoquines tradicionales. El autor recomienda que futuras investigaciones tomen como antecedentes el presente proyecto de investigación para la elaboración de adoquines de alta resistencia, gracias a las características propia de la fibra lo hace un producto apto para resistir efectos de desgaste y tensión.

**Antecedentes nacionales**, tenemos a Casique y Cueva (2021), dicho proyecto de investigación tuvo como **objetivo** principal, adicionar al concreto ceniza de caña de azúcar para mejorar las propiedades mecánicas en adoquines de tipo II (transito ligero). Los **resultados** que se consiguieron mediante ensayos elaborados en el laboratorio pretendieron mejorar la resistencia nominal requerida para este tipo de adoquines, el cual la norma estipula que debe tener un  $f''=380\text{kg/cm}^2$ , se evidenciaron resultados a 7 días de curado se obtuvo lo siguiente: muestra patrón  $301.94\text{ kg/cm}^2$ , con 4% de CCA ( $312.41\text{ kg/cm}^2$ ), con 7% de CCA ( $359.08\text{ kg/cm}^2$ ), y con 10% de CCA ( $329.81\text{ kg/cm}^2$ ). Con 14 días de curado: muestra patrón  $348.88\text{ kg/cm}^2$ , con 4% de CCA ( $372.70\text{ kg/cm}^2$ ), con 7% de CCA ( $390.34\text{ kg/cm}^2$ ), con 10% de CCA ( $349.55\text{ kg/cm}^2$ ). Con 28 días de curado: muestra patrón  $427.21\text{ kg/cm}^2$ , con 4% de CCA ( $451.03\text{ kg/cm}^2$ ), con 7% de CCA ( $494.84\text{ kg/cm}^2$ ), con 10% de CCA ( $391.22\text{ kg/cm}^2$ ). La **conclusión** nos da la convicción de que a los 28 días de curado es donde alcanza la mayor resistencia en las propiedades mecánicas del concreto, según los resultados se obtuvo la máxima resistencia con adición de 7% de CCA (dosificación optima). Mejoro un  $67.63\text{ kg/cm}^2$  con respecto al adoquín convencional (sin adición de ceniza de caña). Por lo tanto, resulta adverso adicionar mayores cantidades de ceniza porque perjudica la resistencia en el concreto.

Cabeza y Morillo (2018), los tesisistas tuvieron como **objetivo** destinar cenizas de cascarillas de arroz, para agregarlo en porcentajes como reemplazo por el peso del



cemento, en la elaboración de adoquines, busca mejorar sus propiedades mecánicas y mitigar la contaminación ambiental por ser un material reciclado. Se obtuvieron **resultados** adversos a los esperados, no mejoró la resistencia a la compresión, y tampoco en los resultados estadísticos utilizando el software SPSS resultó favorable la adición de cenizas de cascara de arroz, por lo tanto, se rechazó la hipótesis de estudio. Durante el procedimiento de los ensayos es notorio ver que a más adición de esta ceniza disminuye considerablemente la resistencia del concreto. Llegando a la **conclusión** que la ceniza de cascara de arroz no influye significativamente en remplazo porcentual por el cemento, por lo que los autores recomiendan no obtener la ceniza de manera empírica (calcinación al aire libre), si no, usar un método más industrial para la calcinación de la ceniza (horno de ladrillo). Esto generaría un producto de mejor calidad y con la incorporación de algún aditivo mejoraría considerablemente los resultados.

Abanto (2021), tesis que le valió para consolidarse como Ingeniero Civil propuso como **objetivo** principal decretar de qué manera influye la adición de ceniza de caña de azúcar para el diseño de un pavimento adoquinado. Para poder determinar si influye significativamente la adición de dicho producto, de realizaron diversos ensayos en el laboratorio evidenciando los subsiguientes **resultados**, en ensayos de propiedades físicas figuran: con 0.00% de adición obtuvo 5.4% de absorción, con 7% de adición de CCA obtuvo 5.1% de absorción y con 15% de adición de CCA obtuvo 4.7% de absorción. En cuanto a los resultados de resistencia a compresión tenemos: 429.7 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra con 0.00% de adición, 442.3 kg/cm<sup>2</sup> con 7% de adición y 442.3 kg/cm<sup>2</sup> con 15% de adición. La **conclusión** de esta investigación fue que, si mejoran las propiedades físico – mecánicas la adición de CCA, porque a mayor adición (15% de CCA) bajo la absorción y en la menor adición de (7%CCA) aumento la resistencia a compresión.

Palomino y Torres (2021), los tesisistas propusieron como **objetivo** fundamental, perfeccionar las propiedades del concreto, incorporando CBCA para determinar un diseño de mezcla óptima. Asimismo, por tratarse de una investigación de tipo descriptiva, explicativa y correlacional, se obtuvo como **resultados** de la resistencia a compresión de las investigaciones relacionadas con el contenido de lo que se investiga, se descubrió que la resistencia a la compresión para la mezcla modelo a

los 28 días es de 211 kg/cm<sup>2</sup> y 245 kg/cm<sup>2</sup>. La dosificación óptima fue de 5% de sustitución, logrando resistencias de manera creciente de 237kg/cm<sup>2</sup> y 292kg/cm<sup>2</sup>. De la misma manera se compararon los resultados de módulos de elasticidad y se obtuvieron resultados favorables con adición de CBCA, según se evidencia, que para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>, 280 kg/cm<sup>2</sup> y 350 kg/cm<sup>2</sup> se tiene un módulo de elasticidad patrón de 200 055 kg/cm<sup>2</sup>, 293 575 kg/cm<sup>2</sup> y 274 457 kg/cm<sup>2</sup>, se ve un incremento en el módulo elástico de 226 129kg/cm<sup>2</sup>, 311 875 kg/cm<sup>2</sup> y 278 939 kg/cm<sup>2</sup> en un 10% de adición, por lo tanto, se considera la dosificación óptima. Finalmente, los ensayos a resistencia a la tracción con 10% incremento a 31kg/cm<sup>2</sup> con respecto a la mezcla modelo el cual arrojó a 28 días de curado, 21/kg/cm<sup>2</sup>. Los autores llegan a la **conclusión** que al sustituir porcentajes de 5% y 10% de CBCA al concreto por el peso del cemento se obtiene mejoras en las propiedades mecánicas con respecto a la mezcla modelo. Es necesario enfatizar que si se adiciona más del 10% a la mezcla se decrecen las propiedades mecánicas (compresión y tracción), esto depende de muchos factores que conforman la mezcla, como tipo de cemento, tipo de agregados, la relación a/c que según el método ACI 211 nos dice que esta netamente ligada a la resistencia, y el contenido de sílice que posee dicho residuo.

Jara y Palacios (2015), sustituyeron porcentualmente ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) para elaborar ladrillos de concreto, el cual tuvo como **objetivo** principal, establecer el efecto mecánico y físico con la incorporación de productos puzolánicos en la elaboración de unidades de albañilería. Los **resultados** no presentaron aumentos en ninguna de las dosificaciones (10%,20%,30%), solo alcanzó resultados semejantes a la muestra patrón con 10% de adición. La **conclusión** es que cuando se utiliza en la mezcla porcentajes de CBCA para elaborar unidades de albañilería, presentan menor densidad con respecto a las muestras con 0.00% de adición, a más dosificación porcentual de CBCA menos densidad. Esto se debe gracias a que presenta menor peso que el cemento y porque causa porosidad en la mezcla. Por otro lado, es importante señalar que la absorción aumenta mientras se adiciona más porcentaje de CBCA y la capilaridad en las unidades de albañilería, esto se debe a las propiedades que de forma natural posee CBCA y por ser un producto absorbente de grandes cantidades de agua.

Farfán y Pastor (2018), Informe de investigación estima el efecto de la ceniza de caña de azúcar (CBCA) en la resistencia del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>, reemplazando parcialmente CBCA por el cemento, en proporciones de 20 y 40%. Los datos obtenidos en los **resultados** demuestran que presentan semejanzas significativas a 28 días de edad de las probetas. Con 20% de adición y a 7 días de curado presenta una resistencia de 43.93% menor que la muestra patron y con 40% de adición a 28 días de curado presenta 22.62% menos que la muestra con 0.00% (Patrón). Por lo tanto, se **concluye** que no influye significativamente en sus propiedades mecánicas sustituyendo cemento por CBCA en proporciones de 20 y 40% respectivamente.

## **BASES TEÓRICAS**

En la presente investigación se tomó en cuenta 1 variable Dependiente (adoquines para transito ligero), y 1 Independiente (Ceniza de bagazo de caña de azúcar), basándonos en teorías relacionadas con el tema, a continuación, se darán a conocer diferentes conceptos de ambas variables.

### **Adoquines de Concreto**

De acuerdo con (NTP, 399.611, 2015, pág. 4), enfatiza que son piezas de concreto simple de diferentes formas nominales y que resisten diferentes cargas según las especificaciones y diseño que se le apliquen.

De acuerdo con CHAVEZ, Geraldine deduce lo siguiente:

Conceptualiza a los adoquines como piezas prefabricadas que conforman un espacio de tránsito para pavimentos. Poseen diferentes características geométricas y propiedades físico -mecánicas, depende del uso y el tipo de pavimento que se van a emplear, estas características están ligadas en gran parte a la calidad de materiales que se emplean en su elaboración, (pág. 12).

Figura 1: adoquines de concreto



FUENTE: UNICON construproductos

### **Historia de los Adoquines**

Luego de que terminara la segunda guerra mundial, a mediados del siglo XIX aparecieron productos innovadores que revolucionaron la ingeniería como el concreto asfáltico y el concreto hidráulico. Ciertos países optaron por cambiar los tradicionales adoquines hechos a base de madera, arcillas entre otros materiales de baja durabilidad por adoquines de concreto, esto tuvo su auge en los países bajos y gracias al buen desempeño mecánico y su alta demanda este producto ha crecido de manera exponencial hasta nuestros días.

### **Adoquines en la Actualidad**

Debido a su alta demanda en la actualidad y con la aparición de nuevas herramientas industriales, se puede optimizar la manera de fabricar en grandes cantidades adoquines para cualquier tipo de uso ( peatonal, tránsito liviano, tránsito pesado), es necesario que se realicen investigaciones para reemplazar en porcentajes a todos los materiales que se utilizan para la elaboración de adoquines, es por ello que múltiples buscan adicionar , residuos, desechos, cenizas entre otros productos de reciclaje con la finalidad de mitigar el impacto ambiental y minimizar costos de producción.

## Ventajas

- Genera nuevas fuentes de trabajo
- Presenta baja absorción
- Fácil instalación, no es necesario contar con equipo altamente especializado
- Fácil mantenimiento, reparación y limpieza
- Amigables con el medio ambiente
- Diferentes texturas y colores si se desea utilizar con fines decorativos
- Según el tipo de uso presenta durabilidad y garantía en tu tiempo de vida útil.

## Clasificación

Según la NTP 399.611 se clasifican en:

Adoquines de tipo I (peatonal). – son estructuras de concreto simple que tienen un espesor de 40 a 60mm y una resistencia nominal de 320 kg/cm<sup>2</sup> en promedio de 3 unidades y 290kg/cm<sup>2</sup> por unidad individual.

Adoquines de tipo II (transito ligero). – son estructuras de concreto simple que tienen un espesor de 60,80 a 100mm y una resistencia nominal de 420 kg/cm<sup>2</sup> en promedio de 3 unidades depende del espesor del adoquín y 380kg/cm<sup>2</sup> por unidad individual.

Adoquines de tipo III (Vehicular pesados, patios industriales o de contenedores). – son estructuras de concreto simple que tienen un espesor de  $\geq 80$ mm y una resistencia nominal de 561 kg/cm<sup>2</sup> en promedio de 3 unidades y 510kg/cm<sup>2</sup> por unidad individual.

Tabla 1: Espesor nominal y resistencia a la compresión

Tipo	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la compresión, mín. MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I (peatonal) Tipo B,C y D *Todos los tipos	40	31 (320)	28 (290)
	60	31 (320)	28 (290)
II (Vehicular ligero)	60	41 (420)	37 (380)
	80	37 (380)	33 (340)
	100	35 (360)	32 (325)
III (Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	$\geq 80$	55 (561)	50 (510)

FUENTE: NORMA TECNICA PERUANA 399.611

Figura2: Dimensiones de adoquines según su tipo



Fuente: Supermix

## Componentes para la Elaboración de Adoquines de Concreto

### Cemento

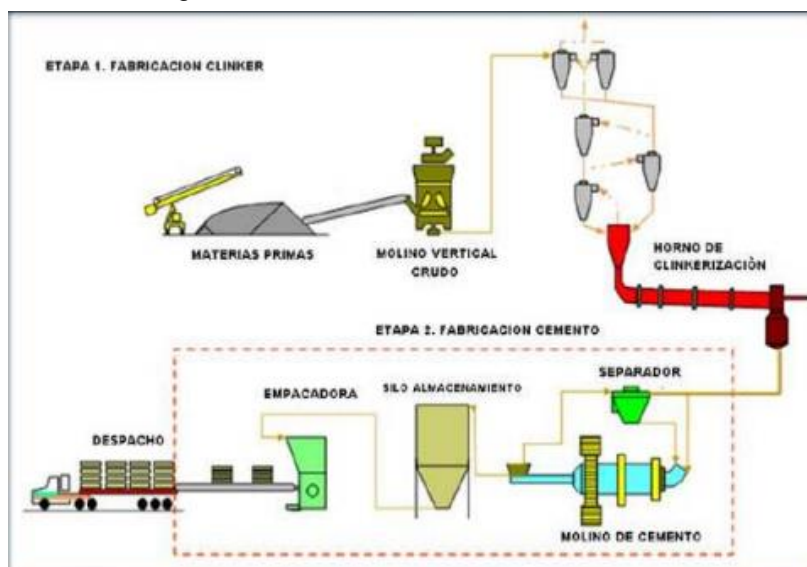
“[...]Compuesto pulverizado que cuando se le agrega agua forma una pasta aglomerante, que por las propiedades que posee es capaz de endurecer al aire libre o bajo el agua” (NORMA E 0.60., 2019, pág. 12)

(NTP 334.009, 2005) “[...]dictamina los requisitos que debe cumplir el cemento para que sus propiedades cohesivas tengan la capacidad de adherir para formar un producto denominado concreto”.

Una pasta de cemento se obtiene de la mezcla homogénea de piedra, arena, agua y otros materiales que se adhieren de acuerdo al tipo de mezcla y resistencia que se desee tener.

La manufactura del cemento consiste en 2 etapas: la primera etapa consiste en obtener la materia prima, pasarla por los molinos para luego agregarlos a los hornos de clinkerización. La segunda etapa consiste en que debe pasar por los separadores para ir a un silo de almacenamiento, para que finalmente se ha empacado para su comercialización.

Figura 3: Proceso de fabricación del cemento



Fuente: Hernández (2011)

Para el presente proyecto de investigación se utilizará cemento portland tipo I por poseer altas propiedades anti salitre que está diseñado para resistir a los ataques de sulfatos y humedad.

Tabla 2: tipos de cemento

Tipo	Descripción
Tipo I	De uso general y sin propiedades especiales.
Tipo II	De moderado calor de hidratación y alguna resistencia al ataque de los sulfatos.
Tipo III	De resistencia temprana y elevado calor de hidratación.
Tipo IV	De bajo calor de hidratación.
Tipo V	De alta resistencia al ataque de sulfatos.

Fuente: Harsemn (2005)

### Requisitos Químicos del Cemento Portland

El manual de ensayos de materiales (EM) – MTC, dictamina los requisitos químicos que debe tener cada tipo de cemento, en la siguiente tabla se muestra las propiedades químicas que contiene según su tipo.

Tabla 3: Requisitos Químicos de Cemento Portland

REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO NTP	TIPO DE CEMENTO					
		I	II	II(MH)	III	IV	V
Contenido de aire del Mortero Volumen %: <b>Max.</b> <b>Min.</b>	334.048	12 -	12 -	12 -	12 -	12 -	12 -
Finura, Superficie Específica, (m <sup>2</sup> /kg) (Métodos Alternativos): Ensayo de Turbidímetro <b>Min.</b> <b>Max.</b>	334.072	150 -	150 -	150 245	- -	150 245	150 -
Ensayo de Permeabilidad al Aire. <b>Min.</b> <b>Max.</b>	334.002	260 -	260 -	260 430	- -	260 430	260 -
Expansión en Autoclave, <b>Max. %</b>	334.004	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Resistencia, no Menor que los Valores Mostrados Para las Edades Indicadas a Continuación: Resistencia a la compresión, MPa <b>1 día</b> <b>3 días</b> <b>7 días</b> <b>28 días</b>	334.051	- 12 19 -	- 10 17 -	- 10.0 7.0 17.0 12.0	12 24 -	- - 7 17	- 8 15 21
Tiempo de Fraguado Ensayo de Vicat, Minutos <b>Tiempo de Fraguado: No Menor que:</b> <b>Tiempo de Fraguado: No Mayor que:</b>	334.006	45 375	45 375	45 375	45 375	45 375	45 375

FUENTE: Manual de Ensayo de Materiales (EM 2000) – MTC.

### Requisitos Físicos del Cemento Portland

Del mismo modo cada tipo de cemento debe cumplir con los requisitos físicos, es lo que se muestra en la siguiente tabla N°4, además se puede visualizar las normas técnicas peruanas de ensayos de acuerdo al tipo de cemento.

Tabla 4: Requisitos Físicos de Cemento Portland

REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO	TIPO DE CEMENTO						OBSERVACIÓN
		I	II	II(MH)	III	IV	V	
Aluminato Tricálcico, (C <sub>3</sub> A), Max. %	Véase anexo A1	-	-	-	8	-	-	Para Moderada Resistencia a los Sulfatos.
Aluminato Tricálcico, (C <sub>3</sub> A), Max. %	Véase anexo A1	-	-	-	5n	-	-	Para Alta Resistencia a los Sulfatos.
Álcalis equivalentes, (Na <sub>2</sub> O + 0.658K <sub>2</sub> O), Max. %	NTT 334.086	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	Cemento de Bajo Contenido de álcali.

FUENTE: Manual de Ensayo de Materiales (EM 2000) – MTC.



## Agregado Fino

(NTP 400.037 , 2002) “Especificaciones normalizadas para agregados de concreto” determina las exigencias que debe cumplir el agregado fino, el cual lo define como un material natural, que se encuentra comprendido en las mallas 3/8” (9.4mm). Por otro lado, Cabrera Barboza (2014), señala que el agregado fino no debe ocupar más del 25% por mezcla.

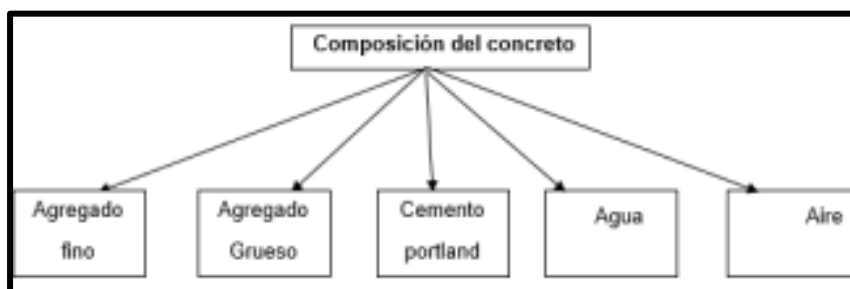
## Agregado Grueso

Es la misma NTP 400.037 que establece los lineamientos que se deben tener en cuenta para el agregado fino y el agregado grueso, el cual proviene de manera natural o fuentes manufacturadas, esta norma dictamina que el agregado grueso son elementos retenidos por el tamiz N°4(4.75mm).

## Agua

El agua para agregar al concreto debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTP 339.088 agua de mezcla, el cual nos dice que debe estar libre de materias y de algunas otras impurezas que perjudiquen o alteren las propiedades del concreto.

Figura 4: componentes del concreto



Fuente: Paucar (2021)

## Elaboración de Adoquines

Gracias al bajo costo de producción, resistencia a las fuertes condiciones climáticas y el buen contraste estético que presentan los adoquines, cada día su demanda sube exponencialmente. Por lo tanto, se debe tener mucha cautela durante los diferentes procesos de elaboración, garantizar la calidad de materiales y seguir con los lineamientos

establecidos por las NTP que rigen en la elaboración de adoquines de concreto. (JAIMES & TORRES, 2019, pág. 28)

### **Dosificación**

Es la primera etapa para las elaboraciones adoquines, en la cual debemos calcular según el diseño de mezcla las cantidades exactas de los diversos componentes que constituyen la mezcla de concreto, para obtener cierta resistencia nominal requerida.

### **Mezclado**

Se hace de manera manual o mecánica con la finalidad de obtener una mezcla homogénea y una mezcla uniforme para luego vaciarla en los moldes.

### **Moldeado**

Son diversos los materiales que se utilizan para la fabricación de moldes ya se ha para adoquines, ladrillos, bloques de concreto entre otros, pero es recomendable de que deben estar en perfectas condiciones y con medidas estandarizadas. Finalmente se retiran los especímenes de los moldes con mucha cautela para no deformarlos y perjudiquen su resistencia.

### **Fraguado**

Es la etapa donde se evidencia el endurecimiento del concreto debido a la respuesta química entre el agua y el cemento, se debe tener mucho cuidado de no exponer los adoquines al sol o al viento con la finalidad que por el calor se pierda contenido de humedad.

### **Curado**

Es una etapa muy importante del concreto, se hace con la finalidad de que alcance la resistencia requerida según el diseño de mezcla. el curado en adoquines consiste en el surgimiento total de los especímenes en una piscina durante un lapso de 28 días, tiempo en el cual se irán realizando ensayos, físicos y mecánicos a 7, 14 y 28 días de edad

## Propiedades Físico – Mecánicas de Adoquines

Son los diversos ensayos que se le hacen a los especímenes con la finalidad de saber si mejoran sus propiedades en absorción, tolerancia dimensional y en su módulo de rotura. Debe cumplir con los parámetros establecidos por NTP 399.611 adoquines de concreto, cabe recalcar que las propiedades mejoran según el tipo de materiales que se utilicen en la mezcla y siguiendo los lineamientos establecidos por las diversas normas para cada producto que integran el concreto.

### Propiedades físicas

Son los cambios o deformaciones que sufre el espécimen los cuales pueden ser medibles y observables, debiendo cumplir con los lineamientos establecidos por la NTP.

#### Absorción

Por lo general un pavimento adoquinado está expuesto a condiciones elevadas de durabilidad, al igual que los ciclos de hielo, la agresión por sulfatos y deshielo, por consiguiente, deben acatar los porcentajes de absorción que se muestran en la tabla #4.

Tabla 5: Absorción máxima permisible (%)

Tipo de adoquín	Absorción máxima (%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I y II	6	7.5
III	5	7

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 399.611

Para calcular la absorción se aplica la siguiente ecuación:

$$%a = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100$$

Dónde:

%a = Contenido de Humedad en porcentaje

Ws: Peso Saturado de la Muestra (kg)

Wd: Peso Seco de la Muestra (kg)

Procedimiento para ensayo de absorción:

- Se sumergen los adoquines dentro de un bidón o piscina con agua por un lapso de 24 horas.
- Se drena el agua y se secan las muestras (una muestra por cada dosificación y la muestra patrón).
- Se pesa la muestra para obtener el peso saturado (Ws)
- Se colocan dentro de un horno las muestras a una temperatura de 100°C a 105°C por un tiempo de 24 horas, luego se pesan para que finalmente se aplique la ecuación y determinar el % de absorción de los especímenes.

Figura 5: Absorción de agua del adoquín



Fuente: Venegas y Robles (2008, p.22).

### Tolerancia Dimensional (citar)

Son las medidas establecidas: Largo, Ancho y Espesor que se deben considerar en el tipo de adoquín de acuerdo con su categoría por lo que los adoquines tienen dimensiones establecidos por NTP 399.611.

Tabla 6: Tolerancia Dimensional

<b>Tolerancia dimensional, máx. (mm)</b>	<b>Longitud</b>	<b>± 1,6</b>
	<b>Ancho</b>	<b>± 1,6</b>
	<b>Espesor</b>	<b>± 3,2</b>

### **Propiedades Mecánicas**

Según la norma técnica peruana NTP 399.611, la resistencia a la compresión es el vínculo que tiene la carga de ruptura del adoquín cuyos resultados se dan en kg/cm<sup>2</sup> o en MPa. También esta norma establece que cuando se requieran mayor resistencia a la compresión, texturas, u otras condiciones especiales deben ser especificadas por el comprador.

La fórmula que se aplica es la siguiente:

$$C = \frac{P \text{ max}}{A}$$

Dónde:

C: resistencia a la compresión, kg/cm<sup>2</sup>

P: fuerza máxima de rotura en kg o en MPa

A: promedio de las áreas de las superficies superiores o inferiores del espécimen, en cm<sup>2</sup>. (Ancho x Largo)

Figura 6: Rotura de adoquín con prensa hidráulica



Fuente: Mamani y Tipiana (2019, Pg.78)

### **Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar**

**La caña de azúcar.** - Es un fruto agrícola cuyo tallo suministra un jugo dulce rico en sacarosa, que mediante actividades artesanales o industriales produce azúcar blanca y morena. También se procesa agua ardiente, alcohol entre otros derivados que se puede procesar de este fruto.

Figura 7: Morfología de la caña de azúcar



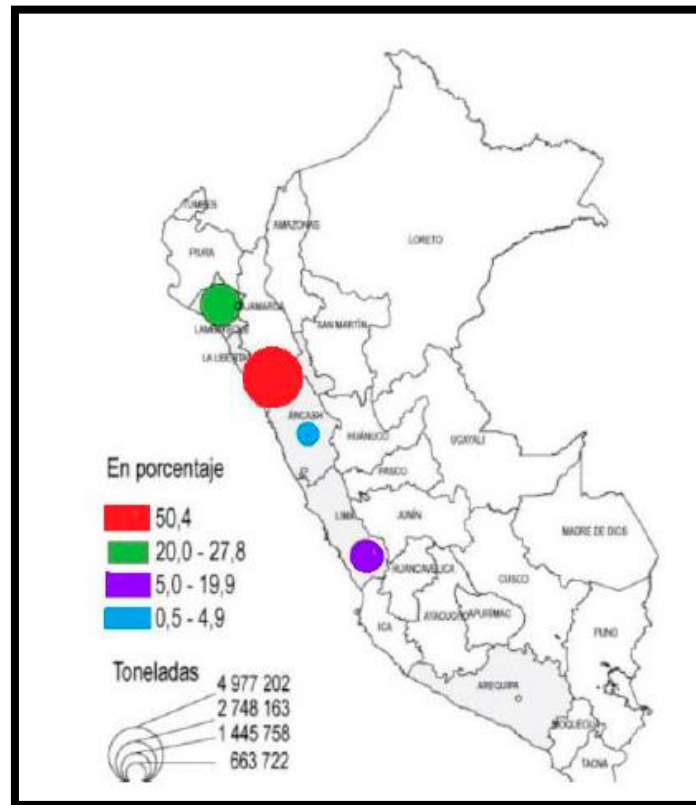
Fuente: Universidad Nacional de Educación (UNE)

### **Producción de caña de azúcar en el Perú**

“[...] La costa peruana ocupa un aproximado de 140 000 Ha de cultivo de caña de azúcar, con un rendimiento promedio anual de 140t/ha , dando como resultado de 10% a 12% de sacarosa”. (POLLACK manuel, HELFGOTT salomon, & TEJADA jorgue, El cultivo de caña de azúcar en la Costa del Perú durante los eventos de El Niño 1982-83 y 1997-98, 2018)

“La planta de caña de azúcar representa una fuente eficaz con el medio ambiente, ayuda en el proceso químico a través de la exposición a la luz del sol (fotosíntesis), la tempera ideal es de 25° a 34°C ”. (POLLACK manuel, HELFGOTT salomon, & TEJADA jorge, El cultivo de caña de azúcar en la Costa del Perú durante los eventos de El Niño 1982-83 y 1997-98, 2018)

Figura 8: Producción de caña de azúcar en el Perú








Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2013)

**El bagazo de la caña de azúcar.** - Es el resultado de las actividades de molienda para la extracción del jugo, es este mismo bagazo que una vez que se seca a temperatura ambiente, sirve como combustible en los hornos artesanales en el proceso de la manufactura de la azúcar.

**Ceniza de bagazo de caña de azúcar.** -El resultado final de todo el proceso lo que genera nuestra variable de estudio, con respecto se alega que:

“Por presentar características físicas de porosidad y tortuosidad la CBCA es un buen absorbente de Zn (II), la solución acuosa, y absorción un 42.42%”. (PRIETO , QUINTANA, RODRIGUEZ, & MOLLINEDA, 2016, pág. 88)

Tabla 7: Proceso de variación en la Quema de la Ceniza

	A 100°C se presenta una pérdida inicial de masa, resultante de la evaporación de agua absorbida.
	A 350°C inicia una ignición del material más volátil, aquí es donde inicia la quema del bagazo.
	Entre 400° a 500°C el carbón residual y los óxidos se forman, se observa una pérdida más importante de masa, después de esta etapa la ceniza se convierte en amorfa, rica en sílice.
	El uso de temperaturas por arriba de los 700°C puede llevar a la formación de cuarzos, y niveles aún más elevados de temperatura, pueden crear otras formas cristalinas.
	Encima de los 800°C, la sílice presente en la ceniza del bagazo de caña de azúcar es esencialmente cristalino.

Fuente: Chávez Bazán (2017)

### Composición Química de la ceniza

Sobre la composición química (PALOMINO & TORRES, 2021) señala que:

Presenta una composición Química de ceniza con sílice (SiO<sub>2</sub>), también aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), con estas características lo hace un material dentro de los parámetros que exige la N. ASTM C618-05, como un material puzolánico. También recalca que los porcentajes varían acuerdo al tipo que reciba el suelo. (pag.35).

Tabla 8: Composición Química de la Cenizas de paja y de bagazo de azúcar en el Perú

Ceniza	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>
Paja de caña	64.71	4.21	13.77	6.22	1.37	6.87	1.00	0.27	0.01
Bagazo	67.52	3.50	7.60	3.50	8.95	3.75	2.17	1.70	0.03

Fuente: Hernández (2011)



## **Ventajas y Desventajas**

De acuerdo con los estudios realizados por (URIEL, COMPORTAMIENTO MECÁNICO Y FÍSICO DEL MORTERO A BASE DE CBCA COMO ARIDO EN APLANADOS Y MUROS, 2011) señala que:

La ventaja que tiene el uso de CBCA en la construcción, es que se trata de innovar con productos de descarte y minimizar costos en la cantidad de cemento, ya que es el 10% hasta un 20% del presupuesto total de la obra, la desventaja de la ceniza es la efusión reactiva alcalice. (pag.11)

## **Ceniza de bagazo de caña de azúcar como material puzolánico**

“A través de los diversos estudios realizados a los residuos de la caña de azúcar generados por la industria azucareras, demuestran que por su alto contenido de sílice contiene actividad puzolánica” (URIEL, COMPORTAMIENTO MECÁNICO Y FÍSICO DEL MORTERO A BASE DE CBCA COMO ARIDO EN APLANADOS Y MUROS, 2011, pág. 27)

Además de ha demostrado que en cantidades menores del 10% de CBCA en sustitución por el cemento, aumenta las propiedades mecánicas del concreto y si se mezcla con la cal mejora otras características como la absorción de humedad.

### **III.METODOLOGÍA**

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

##### **Tipo de investigación.**

Es de tipo aplicada, porque se han tomado como referencias o antecedentes (tesis, artículos, etc) como referencias, los cuales nos servirá como guías para el desarrollo del siguiente proyecto de investigación y dar respuestas a la hipótesis de estudio.

Para (BAENA, Metodología de la Investigación, 2017, pág. 18) ,considera que:

La investigación aplicada tiene como propósito encontrar nuevas teorías de cualquier objeto de estudio, con la certeza de que esos hechos encontrados nos brinden la veracidad del objeto de estudio; permite solucionar problemas debido a que el problema es algo concreto y es casi imposible resolverlos mediante los conceptos y principios de una sola ciencia.

##### **Nivel de la investigación**

El nivel de investigación es descriptivo – explicativa basado en establecer una relación causal entre las variables enunciadas; y nos permite conocer más a fondo de lo que se está investigando con la finalidad de generalizar conocimientos sobre una línea de investigación ya estudiada.

##### **Diseño de investigación.**

Es un diseño cuasi experimental porque se manipulará una de las variables de estudio, en este caso la (V.I) y determinar el efecto en la otra variable de estudio (V.D), es decir, se realizarán ensayos de laboratorio, se ensayarán y analizará la cantidad de CBCA en el concreto a la edad de 7, 14 y 28 días.

(BAENA , Metodología de la Investigación, 2017, pág. 18) “[...]Cuando el investigador realiza diseños experimentales tiene la capacidad y condición de llevar a cabo el experimento; por poseer conocimientos del fenómeno que se analiza”.

##### **Enfoque de investigación**

Cuantitativo porque una vez obtenido los ensayos del laboratorio se procederá a la recopilación de datos y se expondrá los resultados ante un jurado competente.

(HERNANDEZ , Metodología de la Investigación, 2014, pág. 36)“Con el propósito de probar teorías y medir resultados surgen los planteamientos cuantitativos, y

están estrechamente vinculados a una extensa investigación. Además, evalúan variaciones, describen tendencias e identifican diferencias”.

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

**Variable Independiente:** Ceniza de bagazo de caña de azúcar. (CBCA)

(FARFAN & PASTOR , 2018):

“El empleo de CBCA por remplazo en porcentajes del cemento está cada vez más fuerte porque permite contribuir con los gases de efecto invernadero que generan la producción de cemento, también disminuye costos en la producción de concreto. Además, gracias a su composición química hace que mejore las propiedades mecánicas del concreto”

**Variable Dependiente:** Adoquines para tránsito ligero

Conceptualiza a los adoquines como piezas prefabricadas que conforman un espacio de tránsito para pavimentos. Poseen diferentes características geométricas y propiedades físico -mecánicas, depende del uso y el tipo de pavimento que se van a emplear, estas características están ligadas en gran parte a la calidad de materiales que se emplean en su elaboración,

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

**Población:**

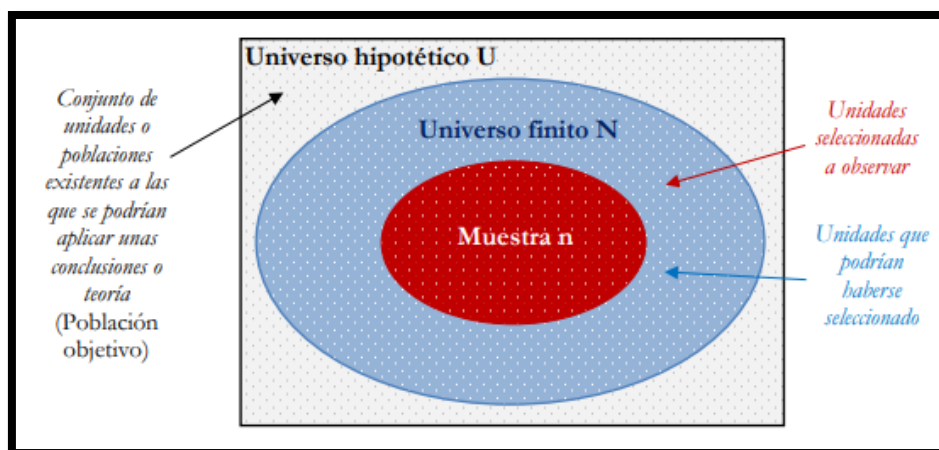
“Constituye todo un grupo de casos, el cual es accesible, de manera definida y de tiempo limitado, de donde saldrá la muestra, teniendo que cumplir con varios criterios preestablecidos” (ARIAS, VILLASIS, & MIRANDA, El protocolo de investigación III: la población de estudio, 2016, pág. 202)

La población del presente estudio de investigación está constituida por un determinado número de especímenes los cuales serán analizados de acuerdo a lo que se especifica en la NTP .399.611.

## Muestra

“Es una parte del universo finito, el cual se selecciona de manera aleatoria, sometido a investigación científica con la finalidad de tener resultados que válidos para el universo investigado” (ROLDAN & FACHELLI, 2015, pág. 7)

Figura 9: Representación de la muestra con respecto a la población



Fuente: Metodología de la investigación social cuantitativa

Para determinar las muestras de la presente investigación se siguió lo lineamientos establecidos por la NTP; el cual establece 3 unidades por dosificación y tiempo de curado, por lo tanto, los ensayos se darán en 7, 14, y 28 días respectivamente. Se considera un total de 48 especímenes para ensayos físicos y mecánicos.

Tabla 9: Distribución de muestras según la cantidad de dosificaciones

% de CBCA	Resistencia a la compresion			Absorsion	Total de muestras
	7 días	14 días	28días	24 horas	
0.00%	3	3	3	3	12
0.3%	3	3	3	3	12
0.5%	3	3	3	3	12
0.10%	3	3	3	3	12
TOTAL					48

Fuente: Elaboración propia

## Muestreo:

“El muestreo está dividido en 2 enormes grupos: 1) M. Probabilísticos o aleatorios y 2) M. no probabilístico. Ambos discrepan en la manera de usar sistemas de estadística para elegir sujetos”. (ARIAS, VILLASIS, & MIRANDA, El protocolo de investigación III: la población de estudio, 2016, pág. 205)

La presente investigación es no probabilística porque no se ha escogido al azar la muestra, si no fue elegida por criterios propios.

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

“[...] Las técnicas del método científico son procedimientos sensatos y juiciosos conducidas al soporte del mismo, se convierte en la destreza de examinar el sendero para ubicarlos en el nivel de los hechos”. (BAENA, METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION, 2017)

**Observación directa:** En esta investigación se recopiló información de manera sistematizada del proceso al realizar los ensayos.

**Análisis de documentos:** Se fundamenta en recopilar bibliografía para construir la metodología, puntualizar ensayos para realizar a los adoquines y por lo consiguiente examinar su comportamiento mecánico.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

“[...] Involucra preparar un plan circunstanciado de procesos que nos dirijan a asociar datos, con un fin propio con la consigna que todos las particularidades y variables deben ser medibles”. (HERNANDEZ, METOLOGIA DE LA INVESTIGACION , 2014, pág. 315)

#### **Validez**

“[...] La certeza de la validez se logra por medio de la opinión de expertos, y por criterio correlacionan la puntuación adquirida por medio del instrumento. Es importante recordar que una correlación consiste en asociar puntuaciones obtenidas en 2 o más variables”. (HERNANDEZ, METOLOGIA DE LA INVESTIGACION, 2014, pág. 298)

Los documentos de validez de datos serán inspeccionada y revisada por 3 profesional (ingenieros colegiados), quienes con su firma darán la veracidad de la investigación, se encuentran en *anexos*.

Tabla 10: Rangos y magnitudes de validez

RANGOS	MAGNITUD
0.53 <	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

Fuente: Herrera (1998)

### Confiabilidad

“[...] la confiabilidad se determina de (0 a 1), donde se refleja si es válido o no; si se observa que algunos ítems no tienen semejanza con otros ítems, en medición o escala se eliminan de los cálculos y se realiza nuevamente análisis descriptivo”. (HERNANDEZ, METOLOGIA DE LA INVESTIGACION , 2014, pág. 299)

Tabla 11: Coeficiente de validez

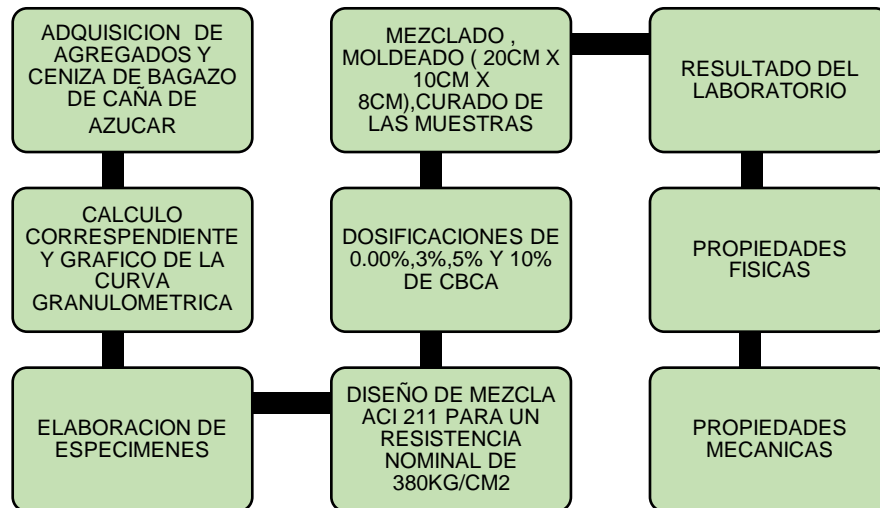
Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 2	Promedio
V. Independiente	1	1	1	1
V. Dependiente	1	1	1	1
Indice de Validez				1

Fuente: Herrera (1998)

Por tratarse de una investigación experimental; se debe contar con los documentos de los diversos ensayos del laboratorio y los certificados de calibración de las maquinas, que demuestren la autenticidad de los resultados. Se encuentra en *anexos*.

### 3.5 Procedimientos

Figura 10: Esquema de procedimiento



Fuente: Elaboración propia

#### **Obtención de ceniza (CBCA)**

Para obtener la ceniza del bagazo de caña de azúcar fue necesario viajar hasta el caserío de Marmas, Distrito de Montero; provincia de Ayabaca, a unos de 153 km del Departamento de Piura (un poco más de 2 horas de viaje).

Figura 11: Imagen del trayecto Piura - Montero



Fuente: Google maps

El lugar exacto de la extracción de la caña de azúcar fue en la Asociación de productores agroecológicos del valle de santa cruz de Montero. Lugar donde se lleva a cabo el Proyecto denominado "Mejoramiento del proceso productivo y transformación de la caña de azúcar, como alternativa para mejorar las condiciones

de vida de los productores del valle de santa cruz del distrito de santa cruz provincia de Ayabaca.

Figura 12: coordenadas del lugar de extracción de la CBCA

Coordenadas	
Lat Long	<u>-4.6279859,-79.8453246</u>
UTM	<u>628078.949E 9488353.206N 17M</u>
MGRS	17MPQ 28079 88353
EPSG:4326	<u>-79.8453246 -4.6279859</u>
Elevación	<u>1440.4 m</u>
Elev. (msl)	<u>1422.54 m asl.</u>
Exactitud	2.87 m
Ángulo	163.8° Declinación: -2.43°
Velocidad	<u>0.5 km/h</u>
P/H/V DOP	1.27/0.9/0.89

Fuente: Offline GPS

Comienza con la cosecha de la caña en el momento que alcanza su madurez, lo que consiste en separar las hojas del tallo, luego se apila la caña para procesarla en trapiches, en donde se introduce para extraer el jugo, producto de esta actividad de molienda es la que genera el bagazo, que se utiliza como combustible en los hornos para cocinar el jugo (guarapo en términos locales).

Figura 13: Obtención de bagazo de caña de azúcar



Fuente: Elaboración propia



Para la presente investigación y según el diseño de mezcla fue necesario recolectar 4 kilos de ceniza para procesarla en el laboratorio, es necesario e indispensable hacerle una análisis y limpieza profunda para desechar las impurezas y materiales orgánicos que afecten las propiedades del concreto al momento de ser adherida a la mezcla.

Figura 14: Calcinación del bagazo y obtención de ceniza



Fuente: Elaboración propia

### **Recolección de agregados fino y grueso**

Los agregados se sustrajeron de las canteras de cerro mocho (agregado fino); ubicados en el departamento de Piura, Provincia: Sullana, Distrito: Ignacio Escudero a una Latitud: -4.85 y Longitud: -80.8833. El agregado grueso (piedra chancada), se sustrajo de la cantera Sojo (lugar poblado), en el Distrito de Miguel Checa Departamento de Piura, Provincia de Sullana a una latitud de -4.90083 y Longitud: -80.8158.

**Figura 15: Mapa satelital de canteras de cerro mocho y Sojo**



Fuente: Google maps

## **Cemento**

El cemento utilizado para la elaboración de adoquines de tránsito ligero es el Portland tipo MS, se considera un cemento moderno con propiedades antisalitre, resistente a los ataques de humedad y sulfatos.

## **Agua**

El agua debe ser potable, constituye un factor indispensable en la mezcla, se tiene que seguir a pie de la letra con lo que dice la NTP 339.088 para ser adherida al concreto.

## **Análisis de los agregados en el laboratorio**

Por lo consiguiente se tienen que determinar la calidad de agregados que conformaran la mezcla, ya que estos constituyen el 75% del volumen total de la mezcla. Por lo tanto, se determinarán las propiedades físicas del agregado fino y agregado grueso como son: Peso específico, peso unitario suelto, peso unitario compactado, porcentaje de humedad, porcentaje de absorción, módulo de fineza y tamaño nominal.

## Aparatos y equipos para los ensayos

Tamices. - se emplearon en la investigación según la NTP 400.012. que nos dice que deben ser montados sobre armaduras construidas para tratar de perder material durante el tamizado.

Balanza. – se utilizó una balanza para los agregados fino y grueso, donde la exactitud aproximada fue de 0.1% de la masa de la muestra.

Horno. – se tuvo un horno de medidas apropiadas con una temperatura uniforme de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

## Del muestreo

De acuerdo a lo que estipula la NTP 400.010 es de carácter importante la obtención de muestras que caractericen las propiedades y condiciones de los materiales que representa. Es la etapa donde después del secado de la muestra se mezclan para realizar el cuarteo de los agregados, logrando obtener muestras reducidas para los ensayos.

## Granulometría de agregado fino.

Para medir el módulo de fineza del agregado fino se debe tener en cuenta lo que establece las normas 400.012 y ASTM C33. Luego de estudiar el agregado fino proveniente de la cantera cerro mocho se obtuvieron las siguientes propiedades físicas.

Tabla 13: Propiedades físicas del agregado fino

Propiedades Físicas del agregado fino	
Norma : NTP 400.012/ASTM C33	
Cantera : Cerro mocho	
Tipo : Arena gruesa	
P.E.BULK ( gm/cm <sup>3</sup> )	2.60
Modulo de fineza	2.72
P.U.Suelto ( kg/m <sup>3</sup> )	1583.84
P.U.Compactado ( kg/m <sup>3</sup> )	1702.90
Humedad (%)	0.20
Absorcion (%)	1.03

Fuente: Elaboración propia

La propiedad física principal del agregado fino para nuestro diseño de mezcla es el módulo de fineza, según la NTP 400.037, la cual establece los requisitos de agregados para el concreto, dictamina que el módulo de fineza tiene que estar entre los rangos de  $>3.1$  y  $<2.3$ . Por lo tanto, el resultado de la muestra fue de 2.72 y está dentro de los rangos establecidos por la NORMA.

### **Granulometría de agregado Grueso.**

La NTP 400.012 y ASTM C33 determinan el tamaño de partícula del agregado grueso (especificaciones estándar para agregados). Durante el procedimiento para obtener el tamaño máximo nominal se encamino con las exigencias de la NTP 400.037. la cual establece los requisitos del agregado para el concreto, utilizando las mallas #2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", #4, que después de haber tamizado se obtuvo un tamaño nominal de 1/2 para el diseño de mezcla.

Tabla 14: Propiedades físicas del agregado grueso

Propiedades Físicas del agregado grueso	
Norma : NTP 400.012/ASTM C33	
Cantera : sojo	
Tipo : Piedra chancada	
P.E.BULK ( gm/cm <sup>3</sup> )	2.72
TMN(")	1/2
P.U.Suelto ( kg/m <sup>3</sup> )	1432.07
P.U.Compactado ( kg/m <sup>3</sup> )	1536.60
Humedad (%)	0.08
Absorción (%)	0.61

Fuente: Elaboración propia

## Diseño de mezcla ACI 211

### Datos para el diseño de mezcla

#### Cemento

- Tipo: MS antisalitre
- Marca: Inka
- Peso específico: 2.900.kg/cm<sup>3</sup>
- Peso de cemento por bolsa: 42.5kg.

#### Agua:

- Agua potable de la red pública de Piura
- Peso específico: 1.000 kg/cm<sup>3</sup>

#### Diseño:

- Se diseño para una resistencia nominal de 380kg/cm<sup>2</sup>

#### Slump: 4"

Figura 16: Slump de 4" para el diseño de mezcla



Fuente: el autor

El asentamiento que se observa en la figura #15 es el recomendado según el Comité 211 ACI para la consistencia del concreto, la tabla # 12 muestra la consistencia y asentamientos según diseños requeridos.

Tabla 15: Consistencia y asentamientos

consistencia	Asentamiento
Seca	0" ( 0mm) a 2" ( 50mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" ( 100mm)
Fluida	>=5" (125mm)

Fuente: Comité ACI 211

Tabla 16: Resumen de ensayos de agregados para diseño de mezcla

Propiedades	Unidad	Agregado fino	Agregado grueso
P.E.BULK	kg/cm3	2.6	2.72
Modulo de fineza	—	2.72	—
P.U.Suelto	kg/cm3	1583.84	1432.07
P.U.Compactado	kg/cm3	1702.9	1536.6
Humedad	%	0.2	0.08
Absorcion	%	1.03	0.61
TMN	—	—	1/2

## 1) Cálculo de la resistencia requerida

Tabla 17: Cuadro para decidir la resistencia

Resistencia promedio a la compresion	
f'c (kg/cm2) Especificada	f'c (kg/cm2) Requerida
<210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
>350	f'c + 98

Fuente: Comité 211 ACI

Según este método ACI 211, decreta que, si no hay una data de registro de obras anteriores para una resistencia requerida, se suma un factor a la resistencia nominal que se está buscando. Por lo tanto, para un  $f'c=380$  kg/cm<sup>2</sup> según la tabla #14 debemos sumarle 98kg/cm<sup>2</sup>; entonces:

$$f'_{cr} = f'_c + 98$$

$$f'_{cr} = 380 + 98$$

$$f'_{cr} = 478 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

## 2) Seleccionar el contenido de aire atrapado

Tabla 18: cuadro para encontrar en contenido de aire atrapado

Contenido de aire atrapado	
TNM del agregado Grueso (pulgadas)	Aire Atrapado %
3/8	3
1/2	2.5
3/4	2
1	1.5
1 1/2	1
2	0.5
3	0.3
4	0.2

Fuente: Comité ACI 211

De acuerdo con la granulometría del agregado se obtuvo un TMN DE ½ entonces corresponde a **2.5%** de contenido de aire atrapado.

## 3) Determinación del volumen de agua

Tabla 19: cuadro para encontrar el volumen de agua

Volumen de agua por m <sup>2</sup>								
Asentamiento	Agua en lt/m <sup>3</sup> , para TNM agregados y consistencias indicadas							
	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	187	184	174	166	154	-

Fuente: Comité ACI 211

De acuerdo con la TMN ½ y el asentamiento que esta entre los rangos de 3” a 4” se considera un volumen de **216 lt/m3**.

#### 4) Seleccionar la relación agua/cemento

Tabla 20: Tabla para determinar la relación A/C por resistencia

Relación agua/cemento por resistencia		
f'cr (kg/cm2)	relacion a/c en peso	
	concreto sin aire incorporado	concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: Comité ACI 211

¿Se presentan problemas por **durabilidad**? (si o no)

- **NO**

Entonces hallamos relación agua cemento por “**resistencia**”. Para un f'cr= 478kg/cm2. Interpolando tenemos:

$$\begin{array}{r}
 400 \quad 0.43 \\
 450 \quad 0.38 \\
 478 \quad x \\
 \hline
 \frac{478 - 400}{x - 0.43} = \frac{450 - 400}{0.38 - 0.43}
 \end{array}$$

$$x = 0.35$$

$$\text{Relacion a/c} = \mathbf{0.35}$$



## 5) Cálculo de contenido de cemento

Para determinar el contenido cemento reemplazamos en la siguiente fórmula el contenido de agua entre la relación a/c (respecto a f'cr).

$$\text{cantidad de cemento} = \frac{\text{Contenido de agua}}{\text{Relacion a/c (f'cr)}}$$

$$\text{Cantidad de cemento} = \frac{216}{0.35}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 617.14\text{kg}$$

$$\text{Factor cemento} = 617.14 / 42.5 = \mathbf{14.52 \text{ bolsas}}$$

## 6) Peso del agregado grueso

De acuerdo con el tipo de agregado grueso se obtiene un factor de la Tabla #18, el cual se tiene que multiplicar por el P.U. compactado (ver tabla #13).

El módulo fineza es de 2.72 y según la tabla está entre los rangos de 2.60 y 2.80. por lo tanto, de la interpolación se obtiene lo siguiente:

$$\begin{array}{r} 2.60 \quad 0.57 \\ 2.72 \quad x \\ 2.80 \quad 0.55 \\ \hline \frac{2.80 - 2.60}{0.55 - 0.57} = \frac{2.80 - 2.72}{0.55 - x} \end{array}$$

$$x = 0.56$$

Tabla 21: Tabla para determinar el volumen del agregado grueso

Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto				
TNM del agregado grueso	volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos Modulos de Fineza del fino (b/bo)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4	0.66	0.64	0.62	0.60
1	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2	0.76	0.74	0.72	0.70
2	0.78	0.76	0.74	0.72
3	0.81	0.79	0.77	0.75
6	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Comité ACI 211

*Peso del agregado grueso x P.U compactado = (0.56) x (1536.60) = 860.50kg*

### 7) Cálculo de la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino.

Tabla 22: Volúmenes absolutos de materiales sin considerar agregado fino

Material	Peso Seco (kg)	Peso específico (kg/m3)	Volumen (m3)
Cemento (kg)	617.14	2900	0.2128
Agua (lt)	216.00	1000	0.2160
Agregado Grueso (Kg)	860.50	2720.00	0.3164
aire (%)	2.5		0.0250
<b>Total</b>			<b>0.7702</b>

Fuente Comité ACI 211

Se obtiene **0.7702** del volumen total de materiales de la división del peso seco entre el peso específico de cada material.

### 8) Cálculo del volumen del agregado fino

Se aplica la siguiente formula:

$$\text{Volumen del agregado fino} = (1 - \text{volumen absoluto})$$

$$\text{Entones} = (1 - 0.7702) = \mathbf{0.2298} \text{ de peso de agregado fino}$$

## 9) Cálculo del peso del agregado fino en estado seco

Se aplica la siguiente formula:

$$\text{Peso seco del agregado fino} = (\text{volumen del agregado fino}) \times (\text{P.E bulk A.F})$$

$$\text{Peso seco del A.F.} = (0.2298\text{m}^3) \times (2600.00\text{m}^3)$$

$$\text{Peso seco del A. F} = 597.48\text{kg}$$

## 10) Presentación de diseño de materiales en estado seco

Tabla 23: Presentación de diseño en estado seco

Material	Peso Seco / m3
Cemento	617.14 kg
Agua	216 lt
Agregado Grueso	860.50 kg
Agregado Fino	597.48 kg
Aire	2.5 %

Fuente Comité ACI 211

## 11) Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados

Tomamos como referencias los datos de contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados.

Propiedades	Unidad	Agregado fino	Agregado grueso
Humedad	%	0.2	0.08
Absorción	%	1.03	0.61

Para el agregado fino: 0.2%

$$\text{Peso húmedo del A.F} = (\% \text{ de humedad}) \times (\text{peso seco del A.F})$$

$$\text{Peso húmedo del A.F} = (0.2\%) \times (597.48) = 11.95$$

$$\text{Peso húmedo del A.F} = 597.48 + 11.95 = \mathbf{609.50\text{kg}}$$

Para el agregado grueso: 0.08%

*Peso húmedo del A.G = (% de humedad) X (peso seco del A.G)*

$$Peso\ húmedo\ del\ A.G = (0.08\%) \times (860.50) = 0.69$$

$$Peso\ húmedo\ del\ A.G = 860.50 + 0.69 = \mathbf{861.19kg}$$

Como siguiente paso se determina la humedad superficial de los agregados: se debe restar el % de absorción al contenido de humedad.

$$Hum.Sup.\ del\ agregado\ fino = 0.2\% - 0.08\% = 0.12\%$$

$$Hum.Sup.\ del\ agregado\ grueso = 1.03\% - 0.61\% = 0.42\%$$

## **12)Aporte de agua a la mezcla**

*Para el agregado fino:*

$$Aporte\ de\ agua\ a\ la\ mezcla = (peso\ seco) \times (Hum.Sup\ del\ A.F)$$

$$Aporte\ de\ agua\ a\ la\ mezcla = (597.48) \times (0.12\%) = 0.72kg$$

*Para el agregado grueso:*

$$Aporte\ de\ agua\ a\ la\ mezcla = (peso\ seco) \times (Hum.Sup\ del\ A.G)$$

$$Aporte\ de\ agua\ a\ la\ mezcla = (860.50) \times (0.42\%) = 3.62kg$$

Por lo tanto, se deduce que:

$$\Sigma\ de\ aporte\ de\ agua\ de\ A.F\ y\ A.G = 0.72 + 3.62 = 4.34kg$$

Entonces el agua efectiva será:

$$A.\ Efectiva = (A.\ Diseño) + (\Sigma\ de\ aporte\ de\ agua\ de\ A.F\ y\ A.G)$$

$$A.\ Efectiva = (216) + (4.34) = \mathbf{220.34It}$$

Corrigiendo la relación agua/cemento se tiene:

$$Relacion\ a/c = 220.34/617.14$$

$$Relacion\ a/c = 0.36 \longrightarrow \text{corregido}$$

### 13)Diseño de materiales por M3 corregido para una resistencia nominal de 380kg/cm<sup>2</sup>

Tabla 24: Diseño de materiales por M3 corregido

Material	Peso Seco / m <sup>3</sup>	
Cemento	617.14kg	14.52 bolsas
Agua	220.34lt	0.22m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	861.19kg	0.60m <sup>3</sup>
Agregado Fino	609.5kg	0.61m <sup>3</sup>
Aire	2.50%	

Fuente Comité ACI 211

El diseño de mezcla para la presente investigación utilizando el método ACI 211 es el siguiente:

Proporcion en peso	1.0	1.0	1.4	15.0 b/cemento
Proporcion en volumen	1.0	0.9	1.5	15.0 b/cemento

#### Proporciones de diseño para la muestra de la investigación

Se realizarán 48 muestras en diferentes dosificaciones en función por el peso del cemento, por lo tanto, se tiene las siguientes porciones para el total de la muestra según ACI 211.

Tabla 25: Proporciones en peso para el diseño de mezcla de la investigación

Proporcion para un adoquin : su area es = 0.0016m <sup>3</sup>			
Cemento ( kg)	Agua (lt)	Agregado grueso(kg)	Agregado fino (kg)
0.99	0.35	1.38	0.98
Proporcion para 12 adoquines de muestra patron : 0.00% de adiccion			
11.88	4.2	16.56	11.76
Proporcion para 12 adoquines con 3% de adiccion de CBCA			
11.52	4.2	16.56	11.76
Proporcion para 12 adoquines con 5% de adiccion de CBCA			
11.28	4.2	16.56	11.76
Proporcion para 12 adoquines con 10% de adiccion de CBCA			
10.69	4.2	16.56	11.76

Fuente: Comité ACI 211

## Proceso de elaboración de adoquines

- ✚ **Dosificación:** es el proceso donde se calculan las proporciones necesarias para la elaboración de los especímenes, según los datos obtenidos en el diseño de mezcla (ver tabla #22).

Figura 17: Dosificación de materiales



Fuente: El autor

- ✚ **Mezclado:** en esta etapa se vierten los materiales en forma seca, puede ser de manera manual (carretilla buggy), o mecánica (mezcladora de concreto), luego se le agrega la cantidad necesaria de agua hasta conseguir una consistencia homogénea en la mezcla, es indispensable considerar la relación a/c para no alterar la resistencia mecánica de los especímenes.

Figura 18: Mezcla de materiales



Fuente: El autor

- ✚ **Moldeado:** en este proceso consiste en colocar la mezcla dentro de los moldes con medidas normadas según el tipo de adoquines, los moldes son de 20cm x 10cm x 8cm y están hechos a base de melamina el cual nos facilita al momento del desmoldado. Cabe recalcar que con la finalidad de que no queden vacíos en los moldes se aplica la técnica del chuseo con una barra de acero.

Figura 19: vaciado de moldes de 20 cm x 10cm x 8cm



Fuente: El autor

- ✚ **Secado:** es el proceso que consiste en el endurecimiento del concreto, se colocan los especímenes en un ambiente cerrado, donde no estén expuestos a vientos o al sol que puede ocasionar pérdidas de humedad y disminuir sus efectos mecánicos.
- ✚ **Curado:** por último se sumergen las muestras dentro de un bidón de agua por un lapso de 28 días calendario, tiempo en el cual se procederán a ejecutar los ensayos físicos y mecánicos en los diferentes tiempos de curado.



Figura 20: curado de adoquines



Fuente: El autor

### 3.6 Métodos de Análisis de Datos

“Se realiza tomando en cuenta los niveles de medición de las variables y mediante programas estadísticos (software SPSS, Aplicación MegaStat), a través de un esquema descriptivo” (HERNANDEZ, METOLOGIA DE LA INVESTIGACION, 2014, pág. 270)

### 3.7 Aspectos éticos

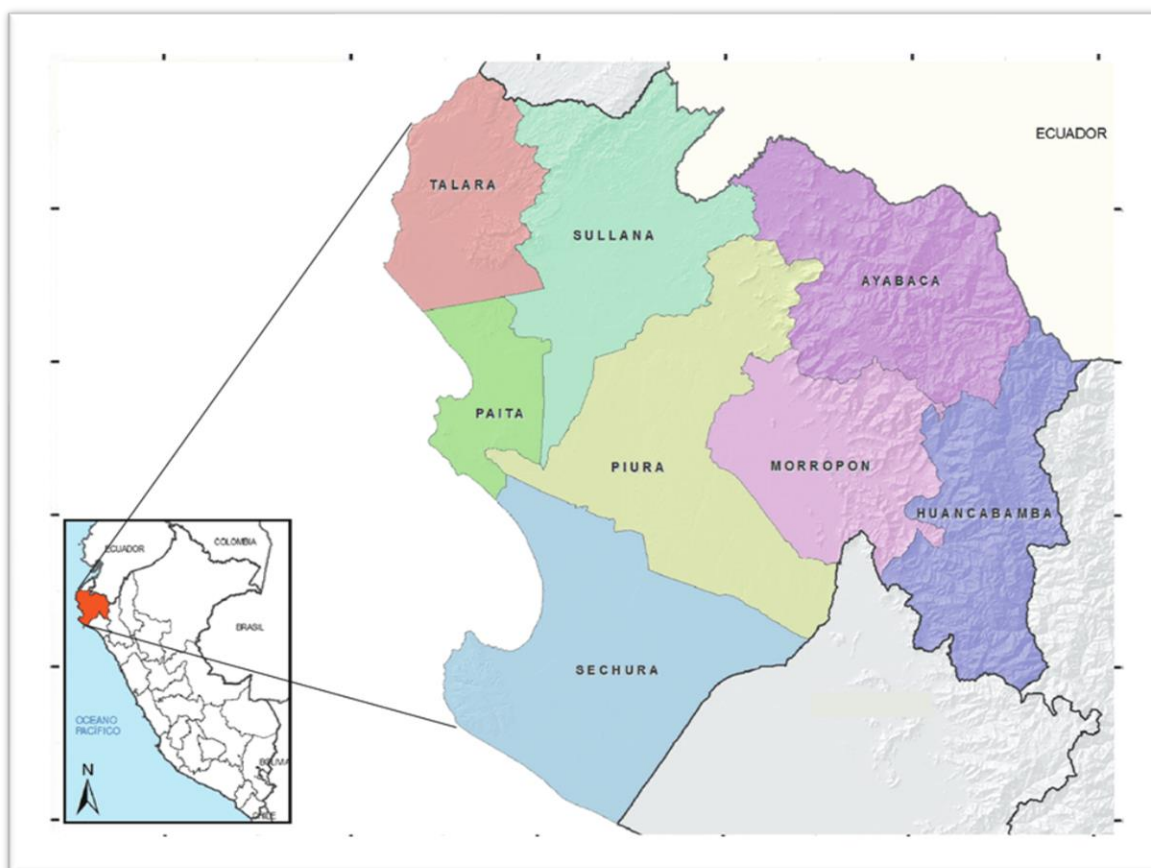
La presente investigación cumple con los requisitos de autenticidad en la recopilación de información, se respetaron las Normas ISO para citar según los formatos del desarrollo de proyecto. La parte experimental se realizaron en un laboratorio confiable con muchos años de experiencia en el rubro de Ensayos de Materiales para todo tipo de concretos.

## IV. RESULTADOS

### Memoria descriptiva del proyecto

La presente investigación que lleva como título “Influencia de reemplazo de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre las propiedades físico – mecánicas en adoquines para tránsito ligero, Piura - 2022”, se desarrolló en el departamento de Piura, conocida por ser la ciudad del eterno calor y casa Museo del Almirante Miguel Grau, y está dividida en 8 provincias y 64 distritos. Se encuentra a una elevación de 55 metros sobre el nivel de mar, con una superficie de 621.2km<sup>2</sup> y según el censo en el año 2017 existe una población estimada de 484.456 Hab.

Figura 21: Mapa del departamento de Piura



Fuente: Google

### Ubicación Geográfica

- Por el norte - con Tumbes y el Ecuador
- Por el sur - con Lambayeque

- Por el este – con Cajamarca y Ecuador
- Por el Oeste – con el Océano Pacífico

### **Descripción del proyecto de investigación**

El actual proyecto de investigación es el requisito indispensable para obtener el grado de Ingeniero Civil Titulado, es una investigación experimental que busca el aprovechamiento de residuos naturales (ceniza de bagazo de caña de azúcar), para adicionarlo al concreto en la elaboración de adoquines para uso de tránsito ligero en la ciudad de Piura. Se respetaron los lineamientos que se estipula en las diferentes NTP en el procedimiento de los ensayos físico – mecánicos.

Se recolectaron agregados de las canteras de cerro mocho y Sojo, luego se hicieron estudios en cuanto a sus propiedades físicas para obtener la data que nos permitió realizar el diseño de mezcla según el método Comité ACI 211 para una resistencia nominal de 380kg/cm<sup>2</sup>.

La norma principal que rige la investigación es la 399.611 (adoquines de concreto para pavimentos), certificada por la INACAL. Tiene como propósito establecer los requisitos que deben cumplir los adoquines de concreto en sus 3 tipos y usos (uso peatonal, tránsito ligero, tránsito pesado). Según lo que dictamina esta norma, en el presente capítulo se darán a conocer los resultados de los ensayos en el laboratorio y se evaluarán los objetivos específicos de la matriz de consistencia.

### **Resultados de propiedades físicas**

#### **✚ Tolerancia Dimensional (399.611:2015)**

Como primer ensayo físico realizado a los especímenes se realizó la tolerancia dimensional, el cual consiste en tomar las medidas de su largo, ancho y espesor para evidenciar si cumplen con lo que se estipula en la NTP. En las siguientes tablas de muestra la variación dimensional de los 48 adoquines, aplicamos la siguiente fórmula:

$$\text{Variación dimensional (mm)} = \text{Dimensiones obtenidas} - \text{Dimensiones previstas}$$

- **Tolerancia dimensional de adoquines patrón**

Tabla 26: Tolerancia dimensional de adoquines Muestra patrón

Identificación del espécimen	Dimensiones previstas			Dimensiones obtenidas			Variación dimensional			NTP 399.611 para largo y ancho	NTP 399.611 para espesor
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Variación de largo (mm)	Variación de ancho (mm)	Variación de espesor (mm)		
M.Patron 1	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	82.00	0.00	0.00	2.00	(+ - 1.6mm)	(+ - 3.2mm)
M.Patron 2	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	81.00	0.00	0.00	1.00		
M.Patron 3	200.00	100.00	80.00	200.30	101.00	83.00	0.30	1.00	3.00		
M.Patron 4	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	80.00	0.00	0.00	0.00		
M.Patron 5	200.00	100.00	80.00	200.50	100.00	82.00	0.50	0.00	2.00		
M.Patron 6	200.00	100.00	80.00	200.00	101.00	80.00	0.00	1.00	0.00		
M.Patron 7	200.00	100.00	80.00	200.00	99.00	83.00	0.00	-1.00	3.00		
M.Patron 8	200.00	100.00	80.00	205.00	100.00	80.00	5.00	0.00	0.00		
M.Patron 9	200.00	100.00	80.00	201.00	100.00	80.00	1.00	0.00	0.00		
M.Patron 10	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	82.00	0.00	0.00	2.00		
M.Patron 11	200.00	100.00	80.00	200.00	102.00	80.00	0.00	2.00	0.00		
M.Patron 12	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	80.00	0.00	0.00	0.00		

Fuente: Elaboración propia

- **Tolerancia dimensional de adoquines con 3% de CBCA**

Identificación del espécimen	Dimensiones previstas			Dimensiones obtenidas			Variación dimensional			NTP 399.611 para largo y ancho	NTP 399.611 para espesor
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Variación de largo (mm)	Variación de ancho (mm)	Variación de espesor (mm)		
3% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	99.00	81.00	0.00	-1.00	1.00	(+ - 1.6mm)	(+ - 3.2mm)
3% De CBCA	200.00	100.00	80.00	201.00	101.00	80.00	1.00	1.00	0.00		
3% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	83.00	0.00	0.00	3.00		
3% De CBCA	200.00	100.00	80.00	199.00	103.00	80.00	-1.00	3.00	0.00		
3% De CBCA	200.00	100.00	80.00	201.00	102.00	83.00	1.00	2.00	3.00		
3% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	81.00	0.00	0.00	1.00		
3% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	83.00	0.00	0.00	3.00		
3% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	80.00	0.00	0.00	0.00		
3% De CBCA	200.00	100.00	80.00	195.00	100.00	81.00	-5.00	0.00	1.00		
3% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	82.00	0.00	0.00	2.00		
3% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	81.00	0.00	0.00	1.00		
3% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	80.00	0.00	0.00	0.00		

Tabla 27: Tolerancia dimensional de adoquines con 3% de CBCA

Fuente: Elaboración propia

- **Tolerancia dimensional de adoquines con 5% de CBCA**

Tabla 28: Tolerancia dimensional de adoquines con 5% de CBC

Identificación del espécimen	Dimensiones previstas			Dimensiones obtenidas			Variación dimensional			NTP 399.611 para largo y ancho	NTP 399.611 para espesor
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Variación de largo (mm)	Variación de ancho (mm)	Variación de espesor (mm)		
5% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	83.00	0.00	0.00	3.00	(+ - 1.6mm)	(+ - 3.2mm)
5% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	101.00	80.00	0.00	1.00	0.00		
5% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	83.00	0.00	0.00	3.00		
5% De CBCA	200.00	100.00	80.00	199.00	100.00	80.00	-1.00	0.00	0.00		
5% De CBCA	200.00	100.00	80.00	201.00	101.00	83.00	1.00	1.00	3.00		
5% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	81.00	0.00	0.00	1.00		
5% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	83.00	0.00	0.00	3.00		
5% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	81.00	0.00	0.00	1.00		
5% De CBCA	200.00	100.00	80.00	199.00	100.00	81.00	-1.00	0.00	1.00		
5% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	83.00	0.00	0.00	3.00		
5% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	83.00	0.00	0.00	3.00		
5% De CBCA	200.00	100.00	80.00	199.00	101.00	80.00	-1.00	1.00	0.00		

Fuente: Elaboración propia

- **Tolerancia dimensional de adoquines con 10% de CBCA**

Tabla 29: Tolerancia dimensional de adoquines con 10% de CBC

Identificación del espécimen	Dimensiones previstas			Dimensiones obtenidas			Variación dimensional			NTP 399.611 para largo y ancho	NTP 399.611 para espesor
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Variación de largo (mm)	Variación de ancho (mm)	Variación de espesor (mm)		
10% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	81.00	0.00	0.00	1.00	(+ - 1.6mm)	(+ - 3.2mm)
10% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	81.00	0.00	0.00	1.00		
10% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	81.00	0.00	0.00	1.00		
10% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	80.00	0.00	0.00	0.00		
10% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	80.00	0.00	0.00	0.00		
10% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	81.00	0.00	0.00	1.00		
10% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	80.00	0.00	0.00	0.00		
10% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	81.00	0.00	0.00	1.00		
10% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	81.00	0.00	0.00	1.00		
10% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	79.00	0.00	0.00	-1.00		
10% De CBCA	200.00	100.00	80.00	200.00	100.00	79.00	0.00	0.00	-1.00		

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** en el contexto total de los resultados sobre tolerancia dimensional, se puede evidenciar que cumplen con los parámetros establecidos por la NTP 399.611 en todas sus dosificaciones.

### ✚ Absorción (399.611:2015)

La muestra para el ensayo de absorción fueron 12 especímenes (3 muestras para cada dosificación y para la muestra patron), los mismos que se tomaron medidas (largo, ancho y espesor) y pesos (saturado, sumergido y seco). Luego de una serie de cálculos se obtuvieron los siguientes resultados.

Figura 22: Muestras y procedimientos para ensayo de absorción



Fuente: El autor

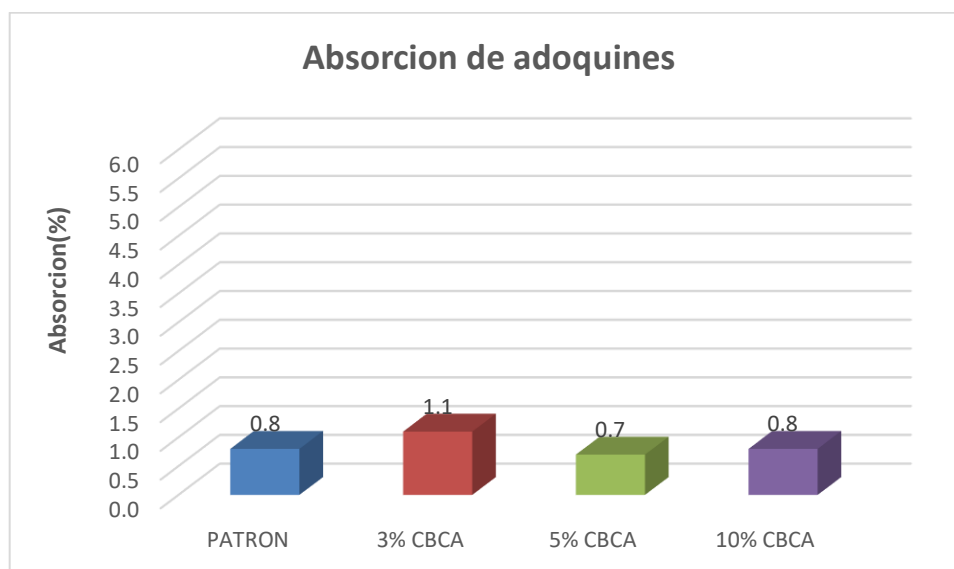
Tabla 30: Absorción de adoquines en todas las dosificaciones

N° Probeta	Identificación de especímenes	Peso Saturado ws(kg)	Peso Seco wd(kg)	Resultado de absorción de adoquines (%)		Absorción maxima de adoquines	
				Unidades individuales	Promedio de 3 unidades	NTP 399.611 Unidades individuales (%)	NTP 399.611 Promedio de 3 unidades (%)
1	ADOQUIN PATRON (8*10*20)	3920	3890	0.8	0.8	7.5	6.0
2		3980	3950	0.8			
3		4010	3980	0.8			
1	ADOQUIN 3% DE CBCA (8*10*20)	3890	3867	0.6	1.1		
2		3984	3915	1.8			
3		3979	3943	0.9			
1	ADOQUIN 5% DE CBCA (8*10*20)	3810	3780	0.8	0.7		
2		3915	3890	0.6			
3		3910	3880	0.8			
1	ADOQUIN 10 DE CBCA% (8*10*20)	3895	3865	0.8	0.8		
2		3860	3830	0.8			
3		3985	3955	0.8			

Fuente: Elaboración propia

La tabla #30 muestra los resultados del ensayo de absorción realizados a 12 especímenes (3 para cada dosificación (patron,0.03%,0.05%,0.10%), se evidencia que están dentro de los parámetros permisibles por la NTP 399.611.

Figura 23: Diagrama estadístico de absorción de adoquines



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** el diagrama de barras muestra la absorción promedio por 3 unidades de ensayo, se puede apreciar que están dentro de los parámetros permisibles por la NTP para adoquines de tránsito ligero. Presenta la menor absorción en 5% de adición de CBCA con una variación de 0.1% con respecto a la muestra patron.

### Resultados de propiedades mecánicas

#### ✚ Resistencia a compresión (399.611:2015)

La fecha de moldeo de los adoquines fue el 14/11/2022 por lo tanto correspondía realizar el primer ensayo de rotura el día 21/11/2022 con 7 días de curado.

La tabla # 31 muestran los resultados de 12 especímenes sometidos a ensayos de rotura, se puede evidenciar que presenta resistencias menores a las del diseño requerido, pero se debe tener en cuenta que la mayor resistencia del concreto se obtiene a mayor tiempo de curado, por lo tanto,

se espera que incremente gradualmente sus propiedades mecánicas a los 14 y 28 días de curado.

Figura 24: Muestras y procedimientos para ensayo de resistencia a la compresión



Tabla 31: Resultado de resistencia a compresión a 7 días

N° PROBET A	Identificación del Especimen	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad de Ensayo (días)	Dimensiones		Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia a Compresion por Unidad Individual (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a Compresion por Promedio de 3 Unidad (kg/cm <sup>2</sup> )
				Largo (cm)	Ancho (cm)				
1	Adoquin Muestra Patron (8*10*20)	380	7	20.00	10.00	200.0	55077.06	275	273.38
2		380	7	20.00	10.00	200.0	54258.24	271	
3		380	7	20.30	10.10	205.0	56071.26	273	
4	Adoquin 3% de CBCA (8*10*20)	380	7	20.00	9.90	198.0	47252.90	239	239.72
5		380	7	20.10	10.10	203.0	48150.23	237	
6		380	7	20.00	10.00	200.0	48665.18	243	
7	Adoquin 5% de CBCA (8*10*20)	380	7	20.00	10.00	200.0	44522.14	223	222.57
8		380	7	20.00	10.10	202.0	44545.59	221	
9		380	7	20.00	10.00	200.0	44915.75	225	
10	Adoquin 10% de CBCA (8*10*20)	380	7	20.00	10.00	200.0	39957.96	200	199.03
11		380	7	20.00	10.00	200.0	40453.54	202	
12		380	7	20.00	10.00	200.0	39008.62	195	

Fuente: Elaboración propia



La tabla # 32 muestran los resultados de 12 especímenes sometidos a ensayos de rotura, donde las evidencias nos muestran resistencias menores a las del diseño requerido, esperando mejores con respecto a que la mayor resistencia del concreto se obtiene a más tiempo de curado, por lo tanto, se espera que incremente gradualmente sus propiedades mecánicas a los 28 días de curado.

Tabla 32: Resultado de resistencia a compresión a 14 días

N° PROBETA	Identificación del Especimen	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad de Ensayo (días)	Dimensiones		Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia a Compresion por Unidad Individual (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a Compresion por Promedio de 3 Unidad (kg/cm <sup>2</sup> )
				Largo (cm)	Ancho (cm)				
1	Adoquin Muestra Patron (8*10*20)	380	14	20.00	10.00	200.0	55600.16	278	279.74
2		380	14	20.50	10.00	205.0	57372.40	280	
3		380	14	20.10	10.10	203.0	57117.48	281	
4	Adoquin 3% de CBCA (8*10*20)	380	14	20.00	10.00	200.0	52977.49	265	265.56
5		380	14	20.10	10.10	203.0	53290.54	263	
6		380	14	20.00	10.00	200.0	53858.51	269	
7	Adoquin 5% de CBCA (8*10*20)	380	14	20.00	10.00	200.0	51121.64	256	255.28
8		380	14	20.00	10.10	202.0	51273.58	254	
9		380	14	20.00	10.00	200.0	51280.71	256	
10	Adoquin 10% de CBCA (8*10*20)	380	14	20.00	10.00	200.0	49235.19	246	246.29
11		380	14	20.00	10.00	200.0	49671.63	248	
12		380	14	20.00	10.00	200.0	48870.14	244	

Fuente: Elaboración Propia

La tabla # 33 mostramos en resultados de 12 especímenes sometidos a ensayos de rotura, con las evidencias nos muestran resistencias similares o mayor a las del diseño requerido, a los 28 días de curado.

Tabla 33: Resultado de resistencia a compresión a 28 días

N° PROBETA	Identificación del Especimen	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad de Ensayo (días)	Dimensiones		Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia a Compresion por Unidad Individual (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a Compresion por Promedio de 3 Unidad (kg/cm <sup>2</sup> )
				Largo (cm)	Ancho (cm)				
1	Adoquin Muestra Patron	380	28	20.00	10.00	200.0	75995.18	380	384.73
2		380	28	20.00	10.20	204.0	79868.00	392	
3		380	28	20.00	10.00	200.0	76543.78	383	
4	Adoquin 3% de CBCA (8*10*20)	380	28	20.00	10.00	200.0	75096.83	375	375.33
5		380	28	20.00	10.00	200.0	75234.49	376	
6		380	28	20.00	10.00	200.0	74869.43	374	
7	Adoquin 5% de CBCA (8*10*20)	380	28	20.00	10.00	200.0	73816.08	369	369.48
8		380	28	20.00	10.00	200.0	73956.80	370	
9		380	28	19.90	10.10	201.0	74280.05	370	
10	Adoquin 10% de CBCA (8*10*20)	380	28	20.00	10.00	200.0	72755.60	364	361.54
11		380	28	20.00	10.00	200.0	72259.00	361	
12		380	28	20.00	10.00	200.0	71909.24	360	

Fuente: Elaboración Propia

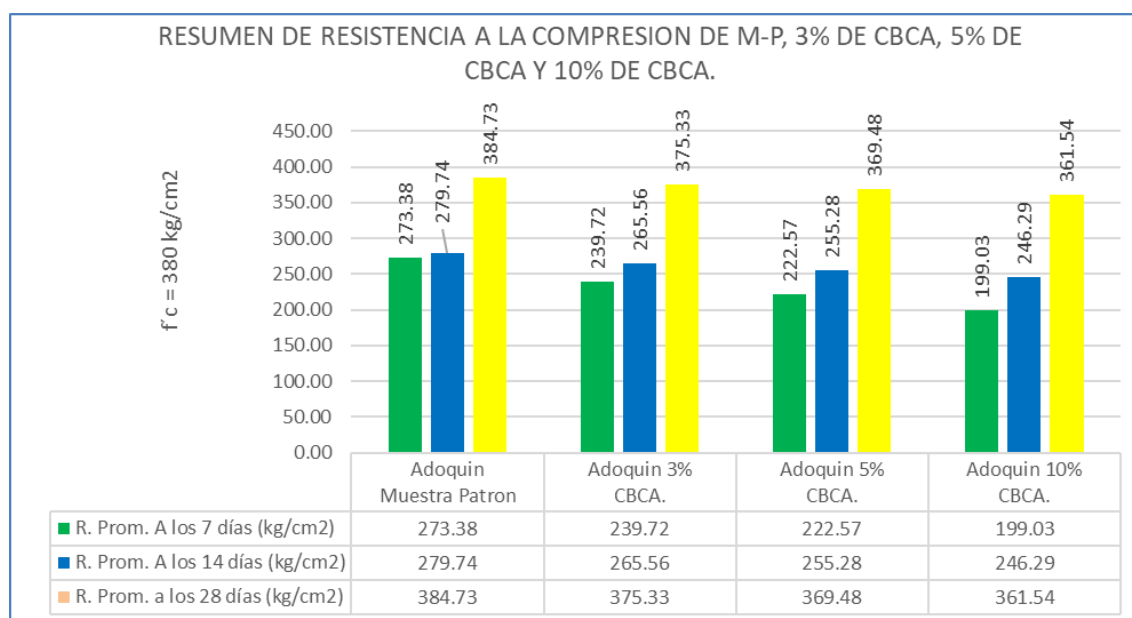
En la Tabla N° 34, podemos demostrar un consolidado de resultados del diseño de la muestra patrón, del diseño con adición de CBCA al 3%, adición de CBCA al 5% y Adición de CBCA al 10%, resultado que has sido obtenidos durante los ensayos de rotura de adoquine en laboratorio considerando los tiempos de curado como fue a los 7, 14 y 28 días.

TABLA N° 34. Resumen de resultados de resistencia de la compresión durante los 7, 14 y 28 días.

CONSOLIDACION DE RESULTADOS DE TODAS LAS MUESTRAS			
Muestra de Adoquin	R. Prom. A 7 días (kg/cm <sup>2</sup> )	R. Prom. A 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )	R. Prom. A 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )
Adoquin Muestra Patron	273.38	279.74	384.73
Adoquin 3% CBCA.	239.72	265.56	375.33
Adoquin 5% CBCA.	222.57	255.28	369.48
Adoquin 10% CBCA.	199.03	246.29	361.54

Fuente: Elaboración propia

Figura 25: resumen de resultados de resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días en cada uno de los diseños de mezcla



**Interpretación:** Tenemos que en la figura N° 25 nos muestra todos los resultados de manera estadística de la resistencia a la compresión durante las roturas en cada uno de los tiempos de curado para cada una de las muestras y su respectiva adición de la CBCA, donde podemos ver e interpretar de acuerdo con los resultados de laboratorio, que en la adición del 3% de la CBCA, es donde se aproxima al diseño de muestra patrón mientras que en el 10% de adición. Donde también podemos interpretar que, durante la varianza de adición de la CBCA, la resistencia a la compresión es menor.

## Resultados de costos

Los costos dentro de mi investigación se realizó una comparación en las mejores formas para poder llegar a comparar los diferentes resultados con los que he podido descifrar en tablas de la siguiente manera para poder así cumplir con la interpretación de la mejor forma y donde lo podemos desarrollar de la mejor manera posible.

TABLA N° 35. Cantidad de materiales utilizados en el diseño de mezcla

Diseño de Mezcla con Adición de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar				
MATERIALES	MUESTRA PATRON	3 % DE CBCA	5% DE CBCA	10 % DE CBCA
Cemento (kg/cm <sup>3</sup> )	18135.6	17591.53	17228.82	16322.04
Agregado Fino (kg/cm <sup>3</sup> )	11204.48	11204.48	11204.48	11204.48
Agregado Grueso (kg/cm <sup>3</sup> )	28070	28070	28070	28070
Agua (Lt/m <sup>3</sup> )	8450	8450	8450	8450
CBCA (kg/cm <sup>3</sup> )	0	544.07	906.78	1813.56

Elaboración Propia.

TABLA N° 36. Análisis de costos unitarios para el diseño de muestra patrón

ANÁLISIS DE COSTOS DE LA MUESTRA PATRÓN					
DESCRIPCIÓN DE RECURSO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO PARCIAL	PRECIO TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>18.8</b>
Técnico de Suelos	hh	1.0	0.10	150.00	15.0
Oficial	hh	0.5	0.05	75.00	3.8
<b>MATERIALES</b>					<b>29.3</b>
Piedra Chancada 1/2"	m <sup>3</sup>		28.07	0.07	2.0
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>		11.20	0.06	0.7
Cemento	bls		18.14	1.42	25.8
Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar	m <sup>3</sup>		0.00	0.00	0.0
Agua	m <sup>3</sup>		8.45	0.11	0.9
<b>EQUIPOS</b>					<b>0.6</b>
Herramientas Manuales	% mo		3.00	18.75	0.56
<b>COSTO TOTAL DE DISEÑO (M-P)</b>					<b>48.63</b>

Elaboración Propia.

TABLA N° 37. Análisis de costos con 3% de adición de CBCA.

ANALISI DE COSTOS CON 3% DE ADICION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR					
DESCRIPCION DE RECURSO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO PARCIAL	PRECIO TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>18.8</b>
Tecnico de Suelos	hh	1.0	0.10	150.00	15.0
Oficial	hh	0.5	0.05	75.00	3.8
<b>MATERIALES</b>					<b>28.6</b>
Piedra Chancada 1/2"	m3		28.07	0.07	2.0
Arena Gruesa	m3		11.20	0.06	0.7
Cemento	bls		17.59	1.42	25.0
Ceniza de Bagazo de Caña de Azucar	m3		0.54	0.01	0.01
Agua	m3		8.45	0.11	0.9
<b>EQUIPOS</b>					<b>0.6</b>
Herramientas Manuales	% mo		3.00	18.75	0.56
<b>COSTO TOTAL DE DISEÑO CON 3% DE ADICION DE CBCA</b>					<b>47.86</b>

Elaboración Propia.

TABLA N° 38. Análisis de costos con 5% de adición de CBCA.

ANALISI DE COSTOS CON 5% DE ADICION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR					
DESCRIPCION DE RECURSO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO PARCIAL	PRECIO TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>18.8</b>
Tecnico de Suelos	hh	1.0	0.10	150.00	15.0
Oficial	hh	0.5	0.05	75.00	3.8
<b>MATERIALES</b>					<b>28.0</b>
Piedra Chancada 1/2"	m3		28.07	0.07	2.0
Arena Gruesa	m3		11.20	0.06	0.7
Cemento	bls		17.23	1.42	24.5
Ceniza de Bagazo de Caña de Azucar	m3		0.91	0.01	0.01
Agua	m3		8.45	0.11	0.9
<b>EQUIPOS</b>					<b>0.6</b>
Herramientas Manuales	% mo		3.00	18.75	0.56
<b>COSTO TOTAL DE DISEÑO CON 5% DE ADICION DE CBCA</b>					<b>47.35</b>

Elaboración Propia.

TABLA N° 39. Análisis de costos con 10% de adición de CBCA.

ANALISI DE COSTOS CON 10% DE ADICION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR					
DESCRIPCION DE RECURSO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO PARCIAL	PRECIO TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>18.8</b>
Tecnico de Suelos	hh	1.0	0.10	150.00	15.0
Oficial	hh	0.5	0.05	75.00	3.8
<b>MATERIALES</b>					<b>26.8</b>
Piedra Chancada 1/2"	m3		28.07	0.07	2.0
Arena Gruesa	m3		11.20	0.06	0.7
Cemento	bls		16.32	1.42	23.2
Ceniza de Bagazo de Caña de Azucar	m3		1.81	0.01	0.02
Agua	m3		8.45	0.11	0.9
<b>EQUIPOS</b>					<b>0.6</b>
Herramientas Manuales	% mo		3.00	18.75	0.56
<b>COSTO TOTAL DE DISEÑO CON 10% DE ADICION DE CBCA</b>					<b>46.07</b>

Elaboración Propia.

TABLA N° 40. Costos de los materiales en el mercado al momento de la adquisición dentro de la ciudad.

COSTOS DE MATERIALES EN EL MERCADO			
DESCRIPCION	CANTIDAD (kg)	COST/MERCA (S/.)	COSTO (S/.)
CEMENTO	42.5	30	1.42
A.FINO	1000	60	0.06
A.GRUESO	1000	70	0.07
AGUA POTABLE	1000	110	0.11
CBCA	1000	10	0.01

Elaboración Propia.

## V. DISCUSIÓN

Para efecto de discusión en este proyecto de investigación citaremos algunos autores con antecedentes en resultados evidentes a mis objetivos como desarrollo y parte de la investigación.

**Objetivo general** tenemos: Determinar la influencia al adicionar CBCA en las propiedades físico – mecánicas en adoquines de tránsito ligero, Piura – 2022.

Casique y Cueva (2021), Su **objetivo principal**, adicionar al concreto ceniza de caña de azúcar para mejorar las propiedades mecánicas en adoquines de tipo II para tránsito ligero, obtuvo los siguientes, **resultados**, mediante ensayos elaborados en el laboratorio pretendieron mejorar la resistencia nominal requerida para este tipo de adoquines, el cual la norma estipula que debe tener un  $f' = 380 \text{ kg/cm}^2$ , se evidenciaron resultados a 7 días de curado se obtuvo lo siguiente: muestra patrón  $301.94 \text{ kg/cm}^2$ , con 4% de CCA ( $312.41 \text{ kg/cm}^2$ ), con 7% de CCA ( $359.08 \text{ kg/cm}^2$ ), y con 10% de CCA ( $329.81 \text{ kg/cm}^2$ ). Con 14 días de curado: muestra patrón  $348.88 \text{ kg/cm}^2$ , con 4% de CCA ( $372.70 \text{ kg/cm}^2$ ), con 7% de CCA ( $390.34 \text{ kg/cm}^2$ ), con 10% de CCA ( $349.55 \text{ kg/cm}^2$ ). Con 28 días de curado: muestra patrón  $427.21 \text{ kg/cm}^2$ , con 4% de CCA ( $451.03 \text{ kg/cm}^2$ ), con 7% de CCA ( $494.84 \text{ kg/cm}^2$ ), con 10% de CCA ( $391.22 \text{ kg/cm}^2$ ). La **conclusión** nos da la convicción de que a los 28 días de curado es donde alcanza la mayor resistencia en las propiedades mecánicas del concreto, según los resultados se obtuvo la máxima resistencia con adición de 7% de CCA (dosificación óptima). Mejoro un  $67.63 \text{ kg/cm}^2$  con respecto al adoquín convencional (sin adición de ceniza de caña). Por lo tanto, resulta adverso adicionar mayores cantidades de ceniza porque perjudica la resistencia en el concreto.

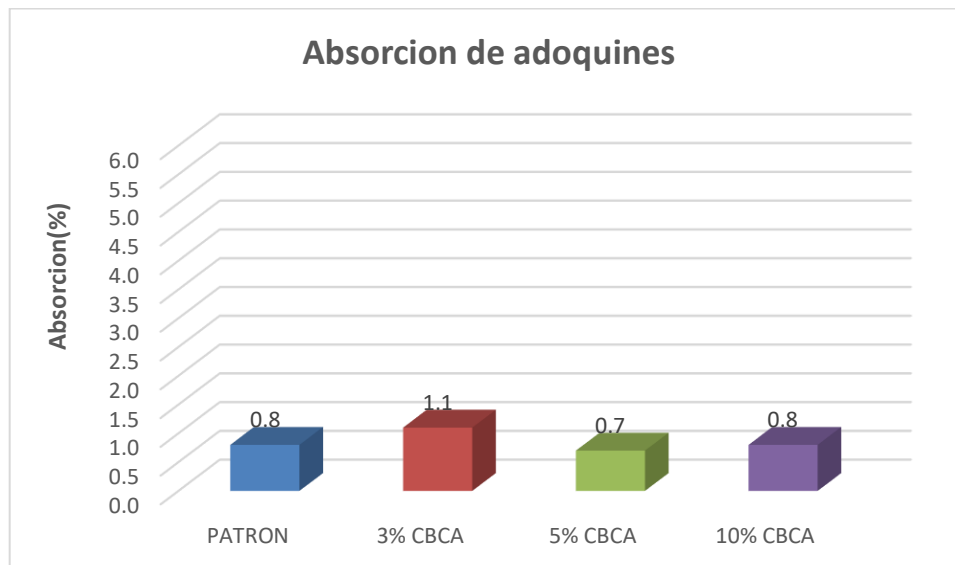
Mija (2022) para la muestra patrón a los 28 días de  $f'c = 384.73 \text{ kg/cm}^2$ , se obtuvo y se llegó a la discusión que mientras mas adición de CBCA, la resistencia va variando a menor resistencia mientras que a mayor adición de CBCA va a aumentar la absorción.

El cuadro siguiente se puede ver y discutir los resultados en la investigación de Casique y Cueva los resultados varían a mayores días de curado aumenta la resistencia.

CONSOLIDACION DE RESULTADOS DE TODAS LAS MUESTRAS			
Muestra de Adoquin	R. Prom. A 7 días (kg/cm <sup>2</sup> )	R. Prom. A 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )	R. Prom. A 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )
Adoquin Muestra Patron	273.38	279.74	384.73
Adoquin 3% CBCA.	239.72	265.56	375.33
Adoquin 5% CBCA.	222.57	255.28	369.48
Adoquin 10% CBCA.	199.03	246.29	361.54

Veles (2019), propuso como **objetivo principal** decretar posibles mejoras en las propiedades del hormigón, incorporando porcentajes de CBCA en sustitución por el cemento. De los **resultados** se puede deducir que la aleación de CBCA disminuyen la absorción (propiedades físicas), se tomaron nota de los siguientes datos del laboratorio: con adición de 5% de ceniza y por un lapso de 90 días de curado = tuvo una absorción de 37%, con 10% de adición de ceniza y un curado de 30 días = obtuvo un 46%, entonces queda evidenciado que mientras aumenta el curado reduce el porcentaje de absorción. Con respecto a las propiedades mecánicas (resistencia a la comprensión), en las pruebas de rotura de probetas se obtuvieron los siguientes datos: a 30 días de curado hay una similitud de resistencia con respecto a la muestra patrón.

Mija (2022) obtuvo como resultado y para discusión que al adicionar el 3% de CBCA, es donde obtiene su mayor absorción en un curado de 07 días, mientras que a Veles (2019), a mayor adición de CBCA, su absorción va a ser mayor mientras menos sean los días de curado.



## VI. CONCLUSIONES

1. La influencia al reemplazar los porcentajes del cemento con la ceniza de bagazo de caña de azúcar para un diseño de mezclas de  $f'c = 380 \text{ kg/}$  para tránsito ligero (tipo II). He podido evidenciar al momento de realizar el moldeo, que la mezcla presenta más trabajabilidad, la superficie del adoquín queda con una leve textura rígida lo cual lo hace mas eficiente para el pavimento en este caso para el tránsito ligero
2. Se pudo evidenciar que, en el contexto total de los resultados sobre tolerancia dimensional, cumplen con los parámetros establecidos por la NTP 399.611 en todas sus dosificaciones, el largo y el ancho no supera el 1,6 mm. Mientras que por su parte el espesor no supero los 3.2 mm que manda la norma. donde nos da la varianza mayor es en la muestra patrón, en la muestra con 3% y el 5% de adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) tienen mas similitud y parentesco en las dimensiones, en cambio la muestra con adición del 10 % de (CBCA) se asimila ala muestra patrón.
3. Se logro definir en el diagrama de barras muestra la absorción promedio por 3 unidades de ensayo, se puede apreciar que están dentro de los parámetros permisibles por la NTP 399.6111. para adoquines de tránsito ligero. Presenta la menor absorción en 5% de adición de CBCA con una variación de 0.1% con respecto a la muestra patrón, donde podemos analizar también que en el 5% de adición de la (CBCA) por lo tanto esa varianza del 0.1% nos da la confiabilidad que la resistencia es mas favorable para nuestro desarrollo de la investigación.
4. Luego de obtener los resultados de los ensayos de la resistencia a la compresión de los 48 especímenes podemos concluir llego a un optimo por sobre de lo requerido en un  $4.73 \text{ kg/cm}^2$ . Y en comparación a nuestro porcentaje mayor de adición como es el 10% de CBCA, llego con un  $23.19 \text{ kg/cm}^2$  en comparación ala muestra patrón. Donde también podemos concluir que a mayor adición de CBCA, disminuye la resistencia lo cual nos permite interpretar para la adición de un aditivo que sea Adherente, plastificante, y mejores las resistencias, es aditivo que se asemeja a esas características se llama "**SIKALATEX**" (es un aditivo que adhiere, plastifica y mejora la resistencia de morteros y concretos, sikalateX es una emulsión a base de resinas sintéticas)
5. Analizar los costos a base de insumos y materiales utilizados legando a la conclusión que a mayor adición de CBCA menor es el gasto de insumos según el análisis de costos unitarios. Comparando tenemos que el análisis de costos unitario en la Muestra Patrón es = 48.63 soles y en la muestra con 10% de adición de CBCA es = 46.07 soles.



## VII. RECOMENDACIONES

1. Dado que dicha investigación se centró en el estudio, análisis e influencia de reemplazo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre las propiedades físico – mecánicas en adoquines para tránsito ligero, el reemplazo de la CBCA es como adición en porcentaje de 3%, 5% y 10% del cemento, donde puedo implementar y recomendar que para otros desarrollos de investigación sea con mayor porcentaje de adición al cemento o se puede agregar como agregado fino en el diseño de mezclas y que también se considere para tránsito liviano (Tipo II) ya que al adicionar este componente al concreto nos permite disminuir costos ya que la resistencia se puede mejorar con ayuda de aditivos aglomerantes que nos permitan tener una mezcla más sólida.
2. Durante la elaboración del diseño de mezclas, se pudo observar que, al reemplazar dicho porcentaje de cemento por la CBCA, la mezcla necesitaba más porcentaje de agua, es ahí donde nace la recomendación y la propuesta y recomendación de adicionar un aditivo con propiedades aglomerantes y plastificantes para así no tener que agregar agua ya que si se realiza la adición de agua baja la resistencia al diseño de muestra patrón.
3. Al adicionar en mayor porcentaje la CBCA, no solo estamos disminuyendo costos si no estamos también utilizando la materia prima del mismo a mayor cantidad ya que a mayor utilización, estamos ayudando a que haya menos de este material en los lugares de acopio y así ayudar al medio ambiente y contrarrestar a los gases que esto emiten al estar en la intemperie es donde recomiendo la mayor utilización no solo para elaboración de adoquines como es mi investigación si no para diferentes estudios y diferentes proyectos que podemos analizar y desarrollar durante la investigación que nos permita la mejora de muchos proyectos en el aspecto de investigación y de construcción.

## REFERENCIAS

- ARIAS, j., VILLASIS, m., & MIRANDA, m. (2016). *El protocolo de investigación III: la población de estudio* (Vol. 63). Mexico: Revista Alergia México.
- ARIAS, j., VILLASIS, m., & MIRANDA, m. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. 63(2).
- BAENA, g. (2017). *Metologia de la Investigacion*. Mexico: Grupo Editorial PATRIA.
- BAENA, g. (2017). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. Mexico: Grupo Editorial Patria.
- BAENA, g. (2017). *Metologia de la Investigacion*. Mexico: Grupo Editorial PATRIA.
- FARFAN, m., & PASTOR, h. (2018). *Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del*. Lambayeque - Chiclayo: UCV HACER Rev. Inv. Cult.
- Farfan, M. -P. (2018). *Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto*. Universidad Cesar Vallejo, Piura, piura. Obtenido de [https://www.redalyc.org/journal/5217/521758012002/html/#redalyc\\_521758012002\\_ref16](https://www.redalyc.org/journal/5217/521758012002/html/#redalyc_521758012002_ref16)
- Guerrero, S. (2020). *Ceniza de bagazo de caña de azúcar en el concreto. Exploracion preliminar del potencial de uso de la ceniza del valle del Chira*. universidad de piura, Piura, piura. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4609/ICI\\_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4609/ICI_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- HERNANDEZ, r. (2014). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico D.F: Mc Graw Hill Education.
- HERNANDEZ, r. (2014). *METOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. Mexico D.F: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- HERNANDEZ, r. (2014). *METOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. Mexico D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- HERNANDEZ, r. (2014). *METOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. MEXICO D. F: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- HERNANDEZ, r. (2014). *METOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. Mexico D.F: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- HERNANDEZ, r. (2014). *METOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- JAIMES, I., & TORRES, k. (2019). *APROVECHAMIENTO DEL GCR PARA LA ELABORACION DE ADOQUINES ECOLOGICOS COMO ALTERNATIVA A LA INDUSTRIA CONSTRUCTIVA*. COLOMBIA: : karinaptorres@unicesar.edu.co. Obtenido de : [karinaptorres@unicesar.edu.co](mailto:karinaptorres@unicesar.edu.co)
- NORMA E 0.60., c. (2019). Lima: SENCICO.
- NORMA E.060. (2019). *Propuesta de Norma e.060 Concreto Armado*. Obtenido de <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>

- NTP 334.009. (2005). *CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos*. Lima: R.0032-2005/INDECOPI-CRT.Publicada el 2005-04-02.
- NTP 400.037 . (2002). *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigon ( concreto )*. Lima: R.0013-2002/INDECOPI-CTR.Publicada el 2002-02-27.
- NTP, 399.611. (2015). *UNIDADES DE ALBAÑILERIA . Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos*. Lma, Peru: R.N°010-2015-INACAL/DN. Publicada el 2015-12-25.
- PALOMINO, e., & TORRES, j. (2021). *CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR*. Lima: Publicaciones Futura.
- POLLACK manuel, HELFGOTT salomon, & TEJADA jorge. (2018). *El cultivo de caña de azúcar en la Costa del Perú durante los eventos de El Niño 1982-83 y 1997-98 (Vol. 17)*. LIMA: Eco .apl.
- POLLACK manuel, HELFGOTT salomon, & TEJADA jorgue. (2018). *El cultivo de caña de azúcar en la Costa del Perú durante los eventos de El Niño 1982-83 y 1997-98 (Vol. 17)*. LIMA: Ecol .Apl.
- PRIETO , j., QUINTANA, r., RODRIGUEZ, e., & MOLLINEDA, a. (2016). *Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la remoción de zinc en soluciones acuosas (Vol. 43)*. Santa Clara , Villa Clara, Cuba.: centro azucar.
- ROLDAN, p., & FACHELLI, s. (2015). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION SOCIAL CUANTITATIVA .* Barcelon - España: Creative Commons.
- URIEL, h. (2011). *COMPORTAMIENTO MECANICO Y FISICO DEL MORTERO A BASE DE CBCA COMO ARIDO EN APLANADOS Y MUROS*. VERACRUZ.
- URIEL, h. (2011). *COMPORTAMIENTO MECANICO Y FISICO DEL MORTERO A BASE DE CBCA COMO ARIDO EN APLANADOS Y MUROS*. VERACRUZ.

## Anexo 01: Matriz de consistencia

**TITULO:** “Influencia de reemplazo de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre las propiedades físico – mecánicas en adoquines para transito ligero, Piura - 2022”

**AUTOR:** MIJA CÓRDOVA, Claudio Raúl

ANEXO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA						
INFLUENCIA DE REMPLAZO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS EN ADOQUINES PARA TRANSITO LIGUERO, PIURA - 2022.						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGIA
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Variable independiente: Ceniza de bagazo de caña de azúcar			Tipo de Estudio
¿De qué manera influye la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades - físico mecánicas en adoquines de transito ligero ,Piura, 2022?	Determinar la influencia al adicionar ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades físico - mecánicas en adoquines de transito ligero ,Piura, 2022?	La adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar mejorara las propiedades físico - mecánicas en adoquines de transito ligero ,Piura, 2022?	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	<b>Metodo:</b> Científico <b>Tipo de Investigacion:</b> Aplicada  <b>Enfoque:</b> Cuantitativa  <b>Nivel:</b> Aplicativa Causal Correlacional  <b>Diseño:</b> Experimental  <b>Poblacion:</b> Es infinita en cuanto se trate de cantidades de concreto  <b>Muestra:</b> 48 Especimenes  <b>Muestreo:</b> Muestreo no Probabilistico  <b>Tecnica</b> Observacion Directa <b>Instrumento de Investigacion</b> Recopilacion de Datos
Problemas Específicos: ¿De qué manera influye la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades físicas en adoquines de transito ligero ,Piura, 2022?	Objetivos Específicos: Evaluar la influencia al adicionar ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades físicas en adoquines de transito ligero ,Piura, 2022?	Hipótesis específicas: La adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en las las propiedades físicas en adoquines de transito ligero ,Piura, 2022?	Dosificación	3% De adición por el peso del cemento	Balanza de medición	
				5% De adición por el peso del cemento		
				10% De adición por el peso del cemento		
			Variable Dependiente: Adoquines de concreto			
			Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	
¿De qué manera influye la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas en adoquines de transito ligero Piura, 2022?	Evaluar la influencia al adicionar ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas en adoquines de transito ligero Piura, 2022?	La adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en las las propiedades mecánicas en adoquines de transito ligero ,Piura, 2022?	Propiedades físicas	Absorción	Ficha de registros de datos del ensayo de aborsorción y ensayos granulometricos	
				Tolerancia dimensional		
¿De qué manera influye los costos en la elaboracion de adoquines con adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar para transito ligero ,Piura, 2022?	Evaluar la viabilidad de costos en la produccion de adoquines con ceniza de bagazo de caña de azúcar para transito ligero ,Piura, 2022	Sera factible en costos, la produccion de adoquines con ceniza de bagazo de caña de azúcar para transito ligero ,Piura, 2022	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresion	Ficha de registros de datos de ensayos a la compresion	



## Anexo 02: Matriz de operacionalización de la variable


**TITULO:** “Influencia de reemplazo de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre las propiedades físico – mecánicas en adoquines para transito ligero, Piura - 2022”

**AUTOR:** MIJA CÓRDOVA, Claudio Raúl

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE, CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR</b>		Para la elaboracion de adoquines se utilizara cemento, agregados, agua , y ceniza de bagazo de caña de azucar , en porcentajes de 3%,5% y 10% por el peso total del cemento	Dosificación	3% de adición por el Peso del cemento	De Razón
				5% de adición por el peso del cemento	
				10% de adicción por el peso del cemento	
<b>VARIABLE DEPENDIENTE, ADOQUINES DE CONCRETO.</b>	De acuerdo con la ( NTP 399.611 ,pag. 4), enfatiza que son piezas de concreto simple de diferentes formas , y que resisten cargas según las especificaciones y diseños que se le apliquen. Por otro lado define a los adoquines como piezas que poseen diferentes propiedades fisicas - mecanicas depende del uso y del tipo de pavimento que se van a emplear ( CHAVEZ, pag 12).	Las propiedades fisicas de adoquines se obtienen a traves de ensayos de absorcion a 24 horas de curado, y tolerancia dimensional que se le hacen a todos los especimenes. Las propiedades mecanicas a los adoquines se obtienen de los ensayos de rotura que son sometidos, en los distintos tiempos de curado de 7,14 y 28 dias.	Propiedades fisicas	absorcion	De Razón
				tolerancia dimensional	
			Propiedades mecanicas	resistencia a la compresion	

# ANEXOS 03: Instrumentos de recolección de datos

		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES ESTUDIO DE SUELOS		
		DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO  METODO ACI 211		
<b>DATOS GENERALES</b>				
<b>PROYECTO:</b>	"INFLUENCIA DE REEMPLAZO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS EN ADOQUINES PARA TRANSITO LIGERO, PIURA - 2022"			
<b>UBICACIÓN :</b>	PIURA - PIURA			
<b>SOLICITANTE :</b>	CLAUDIO RAUL MIJA CORDOVA			
<b>TECNICO :</b>	ELMER ZAPATA S.			
<b>ING RESP :</b>	ALLEN MALDONADO B.		<b>FECHA:</b> 01/11/2022	
ORDEN DE SERVICIO		202-2022		
CERTIFICADO		E&ZU-D°C°H°-056-2022		
<b>CONCRETO HIDRÁULICO</b>				
<b>TIPO DE CEMENTO:</b>	Cemento Portland Tipo M5	<b>f'c =</b>	<b>380</b> kg/cm2	
<b>AGREGADO FINO (AF):</b>	Arena - Cantera Cerro mocho			
<b>AGREGADO GRUESO (AG):</b>	Piedra chancada. Cantera sojo			
<b>AGUA:</b>	Potable			
<b>ADITIVO:</b>	-			
<b>SLUMP:</b>	4"			
<b>PROPIEDADES DE LOS MATERIALES</b>				
	AF	AG	Cemento	Aditivo
P. E. BULK [gm/cm3]:	2.60	2.72	-	-
Módulo de finiza:	2.72	-	-	-
P. U. Suelto [Kg/m3]:	1583.84	1432.07	-	-
P. U. Compactado [Kg/m3]:	1702.90	1536.60	-	-
Humedad [%]:	0.20	0.08	-	-
Absorción [%]:	1.03	0.61	-	-
TMN [°]:	-	1/2	-	-
P. E. [Kg/l]:	-	-	3.05	-
<b>DOSIFICACIÓN</b>				
<b>MATERIALES POR m3 EN ESTADO SECO</b>				
Cemento	613.60 Kg			
Agua	216.00 l			
Agregado fino	605.93 Kg			
Agregado grueso	856.8 Kg			
Aditivo	- l			
Peso Unitario del Concreto	2292.33 kg/m3			
<b>MATERIALES POR m3 EN ESTADO HUMEDO (CORREGIDO POR HUMEDAD)</b>				
Cemento	613.60 Kg	→	14.44 bolsas	
Agua	225.58 l	→	0.23 m3	
Agregado fino	607.14 Kg	→	0.38 m3	
Agregado grueso	857.50 Kg	→	0.60 m3	
Aditivo	- l	→	- kg	
Peso Unitario del Concreto	2303.81 kg/m3			
<b>DISEÑO FINAL</b>				
Asentamiento	4"			
Factor cemento	14.4 bolsas			
Relacion a/c de diseño	a/c			
Relacion a/c de obra	0.37			
<b>PROPORCIÓN EN PESO</b>	1.0	1.0	1.4 / 15.0 l bolsa de cemento	
<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN</b>	1.0	0.7	15.0 l bolsa de cemento	
<b>OBSERVACIONES</b>				
Ing. Allen Jesus Maldonado Balarezo ESPECIALISTA CONTROL DE CALIDAD CIP. 165897		 Elmer Zapata Sandoval JEFE DE LABORATORIO E&ZU INGENIEROS E.I.R.L.		

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO AGREGAFO FINO	NTP
	400.012, MITC E 204	

**DATOS GENERALES**

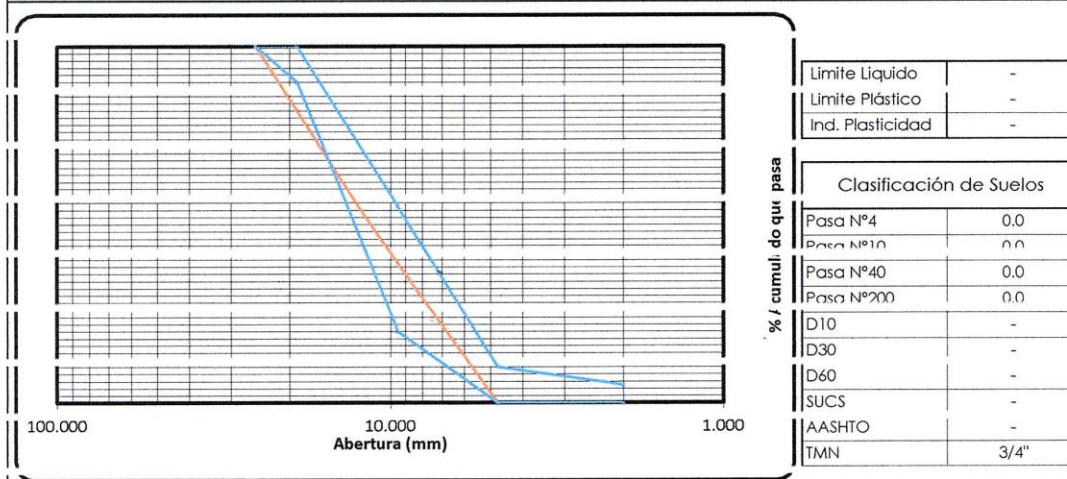
PROYECTO: ENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES PA	CANTERA: SOJO
CLIENTE: Claudio R. Miña Córdova	FECHA: 25/10/2022
TECNICO: Emer Zapata S.	MATERIAL: PIEDRA CHANCADA
ING. RESP: Allen Maldonado B	

**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA**

(a) Peso Muestra Humeda:	5934.64 gr
(b) Peso Muestra Seca:	5911 ar
Humedad (a-b)/b x 100 (%):	0.08 %

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones HUSO N° 67	
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.0		
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.050	1070.0	18.10	18.10	81.90	90	100
1/2"	12.700	1534.0	25.95	44.05	55.95		
3/8"	9.525	1010.0	17.09	61.14	38.86	20	55
N°4	4.760	2297.00	38.86	100.00	0.00	0	10
N° 8	2.000	0.00	0.00	100.00	0.00	0	5
N°16	0.834						
N°30	0.420						
N°50	0.250						
N°100	0.106						
N°200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00		
Fondo		0.00	0.00	100.00	0.00		

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**OBSERVACIONES**

ING. RESIDENTE	RESPONSABLE DE CALIDAD	JEFE DE SUBESTACION
 Ing. Allen Jesus Maldonado Balarezo ESPECIALISTA CONTROL DE CALIDAD CIP. 165897		 Elmer Zapata Sandoval JEFE DE LABORATORIO E&ZU INGENIEROS E.I.R.L.



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS  
400.012, MTC E 204

NTP

**DATOS GENERALES**

PROYECTO : "INFLUENCIA DE REEMPLAZO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS EN ADOQUINES PARA TRANSITO LIGERO, PIURA - 2022"

UBICACION: PIURA - PIURA

CANTERA : CERRO MOCHO

CLIENTE : CLAUDIO RAUL MIJA CORDOVA

FECHA : 25/10/2022

TECNICO : ELMER ZAPATA S.

MATERIAL: ARENA GRUESA - M3

ING RESP: CARLOS HUAMAN H.

**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA**

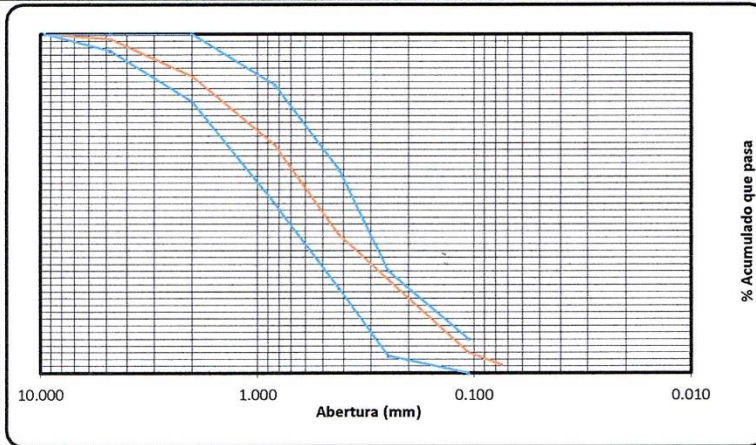
(a) Peso Muestra Humeda: 707.7 gr

(b) Peso Muestra Seca: 710.5 gr

Humedad (a-b)/b x 100 (%): 0.20 %

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
3"	76.200						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525	1.0	0.14	0.14	99.86	100	100
N°4	4.760	8.90	1.25	1.39	98.61	95	100
N° 8	2.000	77.90	10.96	12.36	87.64	80	100
N°16	0.834	144.80	20.38	32.74	67.26	50	85
N°30	0.420	188.40	26.52	59.25	40.75	25	60
N°50	0.250	94.50	13.30	72.55	27.45	5	30
N°100	0.106	152.70	21.49	94.05	5.95	0	10
N°200	0.075	25.40	3.57	97.62	2.38		
Fondo		10.90	1.53	99.16	0.84		

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Límite Líquido	-
Límite Plástico	-
Ind. Plasticidad	NP

Clasificación de Suelos	
Pasa N°4	98.6
Pasa N° 8	87.6
Pasa N°30	40.7
Pasa N°200	2.4
D10	-
D30	-
D60	-
SUCS	-
AASHTO	-
MODULO FINEZA	2.72

**OBSERVACIONES**

ING RESIDENTE

RESPNSABLE DE CALIDAD

ING DE SUPERVISIÓN

Ing. Allen Jesus Maldonado Balarezo  
ESPECIALISTA CONTROL DE CALIDAD  
CIP. 165397



Elmer Zapata Sandoval  
JEFE DE LABORATORIO  
E&ZU INGENIEROS E. R. L.





LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES  
ESTUDIO DE SUELOS

FICHA DE VERIFICACION ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO NTP 339.611 / ASTM C944M

PROYECTO	DPI - TESIS - "INFLUENCIA DE REEMPLAZO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS EN ADOQUINES PARA TRANSITO LIGERO, PIURA - 2022"		
SOLICITANTE	CLAUDIO RAUL, MIJA CORDOVA		
UBICACIÓN	PIURA - PIURA		
BENEFICIARIO	CLAUDIO RAUL, MIJA CORDOVA	DNI: 46798427	CODIGO: M-P

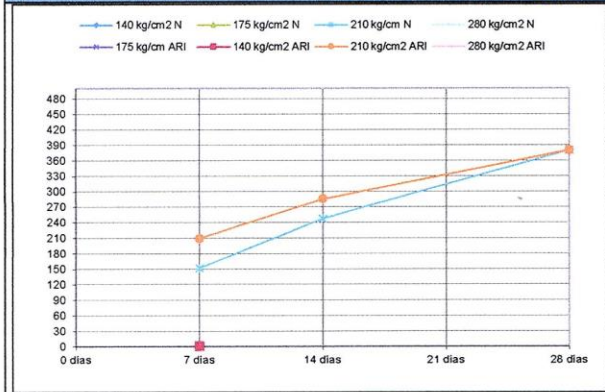
TECNICO ELMER ZAPATA S.  
ING RESP ALLEN MALDONADO B.

ORDEN DE SERVICIO: 100 - 2022  
CERTIFICADO : E&ZU-R\*C\*C\*-049-2022

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO  
NTP 339.611 / ASTM C944M**

Nº ADOQUINES	CÓDIGO DE ADOQUINES	ELEMENTO VACIADO	f'c [kg/cm2]	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD [días]	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	DIÁMETR O [cm]	CARGA MÁXIMA [Kg]	RESISTENCIA A COMPRESIÓN [Kg/cm2]	PROMEDIO FC (KG/CM2)	ESTADO
1	M-P	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGUERO MUESTRA PATRON	380	14/11/2022	21/11/2022	7	20.00	10.00	200.0	55077.06	275	273.38	CONFORME
2	M-P	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGUERO MUESTRA PATRON	380	14/11/2022	21/11/2022	7	20.00	10.00	200.0	54258.24	271		
3	M-P	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGUERO MUESTRA PATRON	380	14/11/2022	21/11/2022	7	20.30	10.10	205.0	56071.26	273		

**REFERENCIA NORMATIVA - EHE 08 (INSTRUCCIÓN ESPAÑOLA DE HORMIGON ESTRUCTURAL)**



CEMENTO PORTLAND NORMAL (N)			
EDAD	RESIST.	380	
7 días	40%	152 kg/cm2	
14 días	65%	247 kg/cm2	
28 días	100%	380 kg/cm2	
90 días	120%	456 kg/cm2	
360 días	135%	513 kg/cm2	

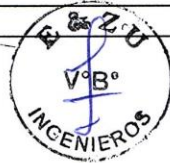
  

CEMENTO PORTLAND ALTA RESISTENCIA INICIAL (ARI)			
EDAD	RESIST.	380	
7 días	55%	209 kg/cm2	
14 días	75%	285 kg/cm2	
28 días	100%	380 kg/cm2	
90 días	115%	437 kg/cm2	
360 días	120%	456 kg/cm2	

- El muestreo, moldeo, custodia y curado de los testigos de concreto, es exclusivamente responsabilidad del solicitante.
- Los ensayos son realizados en una prensa automatizada marca ZHEJIANG modelo STYE-1000 serie de 1300411 de 1000 kn de capacidad.
- Como elementos de distribución de cargas en los extremos de los testigos se usan pads de neopreno conforme a la norma ASTM C1231.
- La fecha de vaciado y la edad de ensayo nominal (días) de los testigos ha sido indicada por el solicitante en la orden de servicio.

Observaciones: probetas alcapasadas por el solicitante

Ing. Allen Jesus Maldonado Balarazo  
ESPECIALISTA CONTROL DE CALIDAD  
CIP. 165897



*Elmer Zapata Sandoval*  
JEFE DE LABORATORIO  
E&ZU INGENIEROS E.I.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES  
ESTUDIO DE SUELOS

FICHA DE VERIFICACION ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO NTP 339.611 / ASTM C944M

PROYECTO	DPI - TESIS - "INFLUENCIA DE REEMPLAZO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS EN ADOQUINES PARA TRANSITO LIGERO, PIURA - 2022"		
SOLICITANTE	CLAUDIO RAUL, MIJA CORDOVA		
UBICACION	PIURA - PIURA		
BENEFICIARIO	CLAUDIO RAUL, MIJA CORDOVA	DNI: 46798427	CODIGO: CBCA - 3%

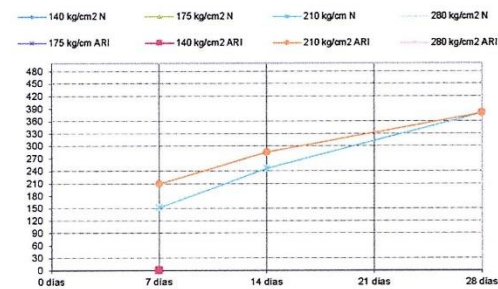
TECNICO: ELMER ZAPATA S.  
ING RESP: ALLEN MALDONADO B.

ORDEN DE SERVICIO: 103 - 2022  
CERTIFICADO: E&ZU-R<sup>o</sup>C<sup>o</sup>-049-2022

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO  
NTP 339.611 / ASTM C944M**

Nº ADOQUINES	CÓDIGO DE ADOQUINES	ELEMENTO VACIADO	f'c [kg/cm <sup>2</sup> ]	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD [días]	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	DIÁMETRO [cm]	CARGA MÁXIMA [Kg]	RESISTENCIA A COMPRESION	PROMEDIO FC (KG/CM2)	ESTADO
1	CBCA - 3%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	21/11/2022	7	20.00	9.90	198.0	47252.90	239	239.72	CONFORME
2	CBCA - 3%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	21/11/2022	7	20.10	10.10	203.0	48150.23	237		
3	CBCA - 3%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	21/11/2022	7	20.00	10.00	200.0	48685.18	243		

**REFERENCIA NORMATIVA - EHE 08 (INSTRUCCIÓN ESPAÑOLA DE HORMIGON ESTRUCTURAL)**



CEMENTO PORTLAND NORMAL (N)			
EDAD	RESIST.	380	
7 días	40%	152 kg/cm <sup>2</sup>	
14 días	65%	247 kg/cm <sup>2</sup>	
28 días	100%	380 kg/cm <sup>2</sup>	
90 días	120%	456 kg/cm <sup>2</sup>	
360 días	135%	513 kg/cm <sup>2</sup>	

CEMENTO PORTLAND ALTA RESISTENCIA INICIAL (ARI)			
EDAD	RESIST.	380	
7 días	55%	209 kg/cm <sup>2</sup>	
14 días	75%	285 kg/cm <sup>2</sup>	
28 días	100%	380 kg/cm <sup>2</sup>	
90 días	115%	437 kg/cm <sup>2</sup>	
360 días	120%	456 kg/cm <sup>2</sup>	

- El muestreo, moldeo, custodia y curado de los testigos de concreto, es exclusivamente responsabilidad del solicitante.
- Los ensayos son realizados en una prensa automatizada marca ZHEJIANG modelo STYE-1000 serie de 1300411 de 1000 kn de capacidad.
- Como elementos de distribución de cargas en los extremos de los testigos se usan pads de neopreno conforme a la norma ASTM C1231.
- La fecha de vaciado y la edad de ensayo nominal (días) de los testigos ha sido indicada por el solicitante en el orden de servicio.

Observaciones: probetas alcanzadas por el solicitante

*Allen Maldonado Balarezo*  
Ing. Allen Jesus Maldonado Balarezo  
ESPECIALISTA CONTROL DE CALIDAD  
CIP. 165897



*Elmer Zapata Sandoval*  
Elmer Zapata Sandoval  
JEFE DE LABORATORIO  
E&ZU INGENIEROS E.I.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES  
ESTUDIO DE SUELOS

FICHA DE VERIFICACION ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO NTP 339.611 / ASTM C944M

PROYECTO	DPI - TESIS - "INFLUENCIA DE REEMPLAZO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS EN ADOQUINES PARA TRANSITO LIGERO, PIURA - 2022"		
SOLICITANTE	CLAUDIO RAUL, MIJA CORDOVA		
UBICACION	PIURA - PIURA		
BENEFICIARIO	CLAUDIO RAUL, MIJA CORDOVA	DNI: 46798427	CODIGO: CBCA - 5%
TECNICO	ELMER ZAPATA S.		
ING RESP	ALLEN MALDONADO B.		
ORDEN DE SERVICIO: 102 - 2022			
CERTIFICADO : E&ZU-R°C°C-049-2022			

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO  
NTP 339.611 / ASTM C944M**

Nº ADOQUINES	CÓDIGO DE ADOQUINES	ELEMENTO VACIADO	f'c [kg/cm2]	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD [días]	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	DIÁMETRO [cm]	CARGA MÁXIMA [Kg]	RESISTENCIA A COMPRESION [Kg/cm2]	PROMEDIO FC (KG/CM2)	ESTADO
1	CBCA - 5%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	21/11/2022	7	20.00	10.00	200.0	44522.14	223	222.57	CONFORME
2	CBCA - 5%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	21/11/2022	7	20.00	10.10	202.0	44545.59	221		
3	CBCA - 5%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	21/11/2022	7	20.00	10.00	200.0	44915.75	225		

**REFERENCIA NORMATIVA - EHE 08 (INSTRUCCIÓN ESPAÑOLA DE HORMIGON ESTRUCTURAL)**

Legend for Graph:

- 140 kg/cm<sup>2</sup> N (Blue line)
- 175 kg/cm<sup>2</sup> N (Yellow line)
- 210 kg/cm<sup>2</sup> N (Cyan line)
- 280 kg/cm<sup>2</sup> N (Light Blue line)
- 175 kg/cm<sup>2</sup> ARI (Purple line)
- 140 kg/cm<sup>2</sup> ARI (Pink line)
- 210 kg/cm<sup>2</sup> ARI (Orange line)
- 280 kg/cm<sup>2</sup> ARI (Light Orange line)

CEMENTO PORTLAND NORMAL (N)			
EDAD	RESIST.	380	
7 días	40%	152 kg/cm <sup>2</sup>	
14 días	65%	247 kg/cm <sup>2</sup>	
28 días	100%	380 kg/cm <sup>2</sup>	
90 días	120%	456 kg/cm <sup>2</sup>	
360 días	135%	513 kg/cm <sup>2</sup>	

CEMENTO PORTLAND ALTA RESISTENCIA INICIAL (ARI)			
EDAD	RESIST.	380	
7 días	55%	209 kg/cm <sup>2</sup>	
14 días	75%	285 kg/cm <sup>2</sup>	
28 días	100%	380 kg/cm <sup>2</sup>	
90 días	115%	437 kg/cm <sup>2</sup>	
360 días	120%	456 kg/cm <sup>2</sup>	

- El muestreo, moldeo, custodia y curado de los testigos de concreto, es exclusivamente responsabilidad del solicitante.
  - Los ensayos son realizados en una prensa automatizada marca ZHEJIANG modelo STYE-1000 serie de 1300411 de 1000 kn de capacidad.
  - Como elementos de distribución de cargas en los extremos de los testigos se usan pads de neopreno conforme a la norma ASTM C1231.
  - La fecha de vaciado y la edad de ensayo nominal (días) de los testigos ha sido indicada por el solicitante en el orden de servicio.
- Observaciones: probetas alcanzadas por el solicitante

*Allen Maldonado Balarezo*  
Ing. Allen Jesús Maldonado Balarezo  
ESPECIALISTA CONTROL DE CALIDAD  
CIP. 165897



*Elmer Zapata Sandoval*  
Elmer Zapata Sandoval  
JEFE DE LABORATORIO  
E&ZU INGENIEROS E.I.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES  
ESTUDIO DE SUELOS

FICHA DE VERIFICACION ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO  
NTP 339.611 / ASTM C944M

**PROYECTO:** DPI - TESIS - "INFLUENCIA DE REEMPLAZO DE CENIZA DE BAGAJO DE CAÑA DE AZUCAR SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS EN ADOQUINES PARA TRANSITO LIGERO, PIURA - 2022"

**SOLICITANT:** CLAUDIO RAUL, MIJA CORDOVA

**UBICACION:** PIURA - PIURA

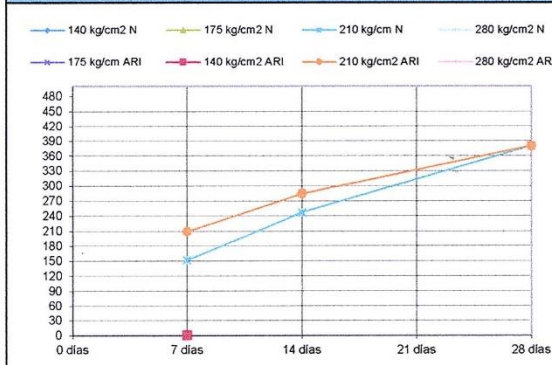
**EFECIAR:** CLAUDIO RAUL, MIJA CORDOVA      DNI: 46798427      CODIGO: CBCA - 10%

**TECNICO:** ELMER ZAPATA S.  
**ING RESP:** ALLEN MALDONADO B.  
**ORDEN DE SERVICIO:** 101 - 2022  
**CERTIFICADO:** E&ZU-R°C°C-049-2022

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO  
NTP 339.611 / ASTM C944M**

Nº ADOQUINES	CÓDIGO DE ADOQUINES	ELEMENTO VACIADO	f <sub>c</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD [días]	LARG O (cm)	ANCH O (cm)	DIÁMETR O [cm]	CARGA MÁXIMA [kg]	RESISTEN CIA A COMRPES	PROME DIO F' C (KG/CM)	ESTADO
1	CBCA - 10%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGUERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	21/11/2022	7	20.00	10.00	200.0	39957.96	200	199.03	CONFORME
2	CBCA - 10%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGUERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	21/11/2022	7	20.00	10.00	200.0	40453.54	202		
3	CBCA - 10%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGUERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	21/11/2022	7	20.00	10.00	200.0	39008.62	195		

**REFERENCIA NORMATIVA - EHE 08 (INSTRUCCIÓN ESPAÑOLA DE HORMIGON ESTRUCTURAL)**



CEMENTO PORTLAND NORMAL (N)			
EDAD	RESIST.	380	
7 días	40%	152 kg/cm <sup>2</sup>	
14 días	65%	247 kg/cm <sup>2</sup>	
28 días	100%	380 kg/cm <sup>2</sup>	
90 días	120%	456 kg/cm <sup>2</sup>	
360 días	135%	513 kg/cm <sup>2</sup>	

CEMENTO PORTLAND ALTA RESISTENCIA INICIAL (ARI)			
EDAD	RESIST.	380	
7 días	55%	209 kg/cm <sup>2</sup>	
14 días	75%	285 kg/cm <sup>2</sup>	
28 días	100%	380 kg/cm <sup>2</sup>	
90 días	115%	437 kg/cm <sup>2</sup>	
360 días	120%	456 kg/cm <sup>2</sup>	

1. El muestreo, moldeo, custodia y curado de los testigos de concreto, es exclusivamente responsabilidad del solicitante.
2. Los ensayos son realizados en una prensa automatizada marca ZHEJIANG modelo STYE-1000 serie de 1300411 de 1000 kn de capacidad.
3. Como elementos de distribución de cargas en los extremos de los testigos se usan pads de neopreno conforme a la norma ASTM C1231
4. La fecha de vaciado y la edad de ensayo nominal (días) de los testigos ha sido indicada por el solicitante en la orden de servicio.

Observaciones: probetas alcansadas por el solicitante

*Allen Maldonado*  
Ing. Allen Jesus Maldonado Balarezo  
ESPECIALISTA CONTROL DE CALIDAD  
CIP. 165897



*Elmer Zapata*  
**Elmer Zapata Sandoval**  
JEFE DE LABORATORIO  
E&ZU INGENIEROS E.I.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES  
ESTUDIO DE SUELOS

FICHA DE VERIFICACION ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO NTP 339.611 / ASTM C944M

PROYECTO	DPI - TESIS - "INFLUENCIA DE REEMPLAZO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS EN ADOQUINES PARA TRANSITO LIGERO, PIURA - 2022"		
SOLICITANTE	CLAUDIO RAUL, MIJA CORDOVA		
UBICACION	PIURA - PIURA		
BENEFICIARIO	CLAUDIO RAUL, MIJA CORDOVA	DNI: 46798427	CODIGO: M-P

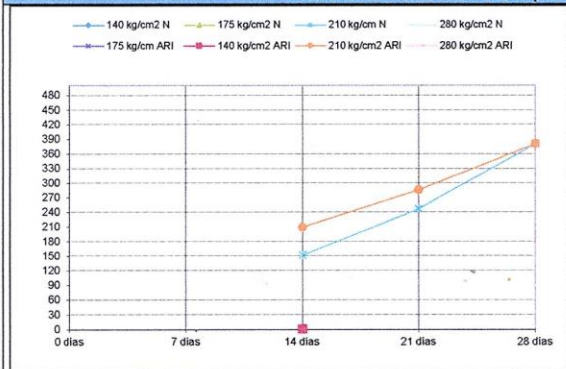
TECNICO	ELMER ZAPATA S.
ING RESP	ALLEN MALDONADO B.

ORDEN DE SERVICIO: 104 - 2022  
CERTIFICADO : E&ZU-R°C°C°-049-2022

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO  
NTP 339.611 / ASTM C944M

Nº ADOQUINES	CÓDIGO DE ADOQUINES	ELEMENTO VACIADO	f'c [kg/cm2]	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD [días]	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	DIÁMETR O [cm]	CARGA MÁXIMA [Kg]	RESISTENCIA A COMPRESION [Kg/cm2]	PROMEDIO F'c (KG/CM2)	ESTADO
1	M-P	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGERO MUESTRA PATRON	380	14/11/2022	28/11/2022	14	20.00	10.00	200.0	55600.16	278	270.74	CONFORME
2	M-P	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGERO MUESTRA PATRON	380	14/11/2022	28/11/2022	14	20.50	10.00	205.0	57372.40	280		
3	M-P	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGERO MUESTRA PATRON	380	14/11/2022	28/11/2022	14	20.10	10.10	203.0	57117.48	281		

REFERENCIA NORMATIVA - EHE 08 (INSTRUCCIÓN ESPAÑOLA DE HORMIGON ESTRUCTURAL)



CEMENTO PORTLAND NORMAL (N)			
EDAD	RESIST.	380	
14 días	40%	152 kg/cm2	
21 días	65%	247 kg/cm2	
28 días	100%	380 kg/cm2	
90 días	120%	456 kg/cm2	
360 días	135%	513 kg/cm2	

CEMENTO PORTLAND ALTA RESISTENCIA INICIAL (ARI)			
EDAD	RESIST.	380	
14 días	55%	209 kg/cm2	
21 días	75%	285 kg/cm2	
28 días	100%	380 kg/cm2	
90 días	115%	437 kg/cm2	
360 días	120%	456 kg/cm2	

1. El muestreo, moldeo, custodia y curado de los testigos de concreto, es exclusivamente responsabilidad del solicitante.
2. Los ensayos son realizados en una prensa automatizada marca ZHEJIANG modelo STYE-1000 serie de 1300411 de 1000 kn de capacidad .
3. Como elementos de distribución de cargas en los extremos de los testigos se usan pads de neopreno conforme a la norma ASTM C1231.
4. La fecha de vaciado y la edad de ensayo nominal (días) de los testigos ha sido indicada por el solicitante en la orden de servicio.

Observaciones: probetas alcanzadas por el solicitante

Ing. Allen Jesus Maldonado Balarezo  
ESPECIALISTA CONTROL DE CALIDAD  
CIP. 165897



Elmer Zapata Sandoval  
JEFE DE LABORATORIO  
E&ZU INGENIEROS E.I.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES  
ESTUDIO DE SUELOS

FICHA DE VERIFICACION ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO NTP 339.611 / ASTM C944M

PROYECTO	DPI - TESIS - "INFLUENCIA DE REEMPLAZO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS EN ADOQUINES PARA TRANSITO LIGERO, PIURA - 2022"		
SOLICITANTE	CLAUDIO RAUL MIJA CORDOVA		
UBICACION	PIURA - PIURA		
BENEFICIARIO	CLAUDIO RAUL MIJA CORDOVA	DNI: 46798427	CODIGO: CBCA - 3%

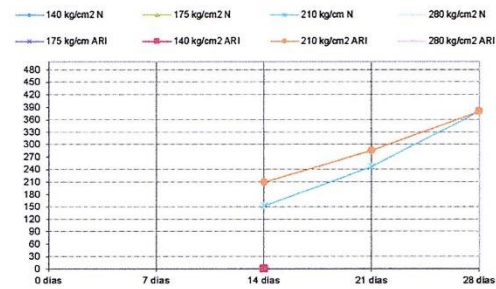
TECNICO: ELMER ZAPATA S.  
ING RESP: ALLEN MALDONADO B.

ORDEN DE SERVICIO: 107 - 2022  
CERTIFICADO: E&ZU-R°C°C-049-2022

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO  
NTP 339.611 / ASTM C944M**

N° ADOQUINES	CÓDIGO DE ADOQUINES	ELEMENTO VACIADO	f'c [kg/cm2]	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD [días]	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	DIÁMETRO [cm]	CARGA MÁXIMA [Kg]	RESISTENCIA A COMPRESION	PROMEDIO FC (KG/CM2)	ESTADO
1	CBCA - 3%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGUERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	28/11/2022	14	20.00	9.90	198.0	52977.49	288	266.45	CONFORME
2	CBCA - 3%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGUERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	28/11/2022	14	20.10	10.10	203.0	53290.54	283		
3	CBCA - 3%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGUERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	28/11/2022	14	20.00	10.00	200.0	53858.51	289		

**REFERENCIA NORMATIVA - EHE 08 (INSTRUCCION ESPAÑOLA DE HORMIGON ESTRUCTURAL)**



CEMENTO PORTLAND NORMAL (N)			
EDAD	RESIST.	380	
14 días	40%	152 kg/cm2	
21 días	65%	247 kg/cm2	
28 días	100%	380 kg/cm2	
90 días	120%	456 kg/cm2	
360 días	135%	513 kg/cm2	

CEMENTO PORTLAND ALTA RESISTENCIA INICIAL (ARI)			
EDAD	RESIST.	380	
14 días	55%	209 kg/cm2	
21 días	75%	285 kg/cm2	
28 días	100%	380 kg/cm2	
90 días	115%	437 kg/cm2	
360 días	120%	456 kg/cm2	

- El muestreo, moldeo, custodia y curado de los testigos de concreto, es exclusivamente responsabilidad del solicitante.
- Los ensayos son realizados en una prensa automatizada marca ZHEJIANG modelo STYE-1000 serie de 1300411 de 1000 kn de capacidad.
- Como elementos de distribución de cargas en los extremos de los testigos se usan pads de neopreno conforme a la norma ASTM C1231.
- La fecha de vaciado y la edad de ensayo nominal (días) de los testigos ha sido indicada por el solicitante en el orden de servicio.

Observaciones: probetas alcanzadas por el solicitante

Ing. Allen Jesus Maldonado Balarezo  
ESPECIALISTA CONTROL DE CALIDAD  
CIP. 165897



Elmer Zapata Sandoval  
JEFE DE LABORATORIO  
E&ZU INGENIEROS E.I.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES  
ESTUDIO DE SUELOS

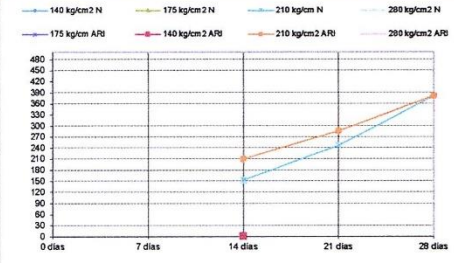
FICHA DE VERIFICACION ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO NTP 339.611 / ASTM C944M

PROYECTO	DPI - TESIS - INFLUENCIA DE REEMPLAZO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS EN ADOQUINES PARA TRANSITO LIGERO, PIURA - 2022		
SOLICITANTE	CLAUDIO RAUL, MIJA CORDOVA		
UBICACION	PIURA - PIURA		
BENEFICIARIO	CLAUDIO RAUL, MIJA CORDOVA	DNI: 46796427	CODIGO: CBCA - 5%
TECNICO	ELMER ZAPATA S.		
ING RESP	ALLEN MALDONADO B.		
ORDEN DE SERVICIO: 106 - 2022			
CERTIFICADO : E&ZU-R*C*049-2022			

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO  
NTP 339.611 / ASTM C944M**

N° ADOQUINES	CODIGO DE ADOQUINES	ELEMENTO VACIADO	f'c [kg/cm2]	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD [dias]	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	DIAMETRO [cm]	CARGA MÁXIMA [Kg]	RESISTENCIA A COMPRESION	PROMEDIO FC (KG/CM2)	ESTADO
1	CBCA - 5%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	28/11/2022	14	20.00	10.00	200.0	51121.64	256	255.28	CONFORME
2	CBCA - 5%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	28/11/2022	14	20.00	10.10	202.0	51273.58	254		
3	CBCA - 5%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	28/11/2022	14	20.00	10.00	200.0	51280.71	256		

**REFERENCIA NORMATIVA - EHE 08 (INSTRUCCIÓN ESPAÑOLA DE HORMIGON ESTRUCTURAL)**



CEMENTO PORTLAND NORMAL (N)			
EDAD	RESIST.	380	
14 dias	40%	152 kg/cm2	
21 dias	65%	247 kg/cm2	
28 dias	100%	380 kg/cm2	
90 dias	120%	456 kg/cm2	
360 dias	135%	513 kg/cm2	

CEMENTO PORTLAND ALTA RESISTENCIA INICIAL (ARI)			
EDAD	RESIST.	380	
14 dias	55%	209 kg/cm2	
21 dias	75%	285 kg/cm2	
28 dias	100%	380 kg/cm2	
90 dias	115%	437 kg/cm2	
360 dias	120%	456 kg/cm2	

- El muestreo, moldeo, custodia y curado de los testigos de concreto, es exclusivamente responsabilidad del solicitante.
- Los ensayos son realizados en una prensa automatizada marca ZHEJIANG modelo STYE-1000 serie de 1300411 de 1000 kn de capacidad.
- Como elementos de distribución de cargas en los extremos de los testigos se usan pads de neopreno conforme a la norma ASTM C1231.
- La fecha de vaciado y la edad de ensayo nominal (días) de los testigos ha sido indicada por el solicitante en el orden de servicio.

Observaciones: probetas alcanzadas por el solicitante

*Allen Maldonado B.*  
Ing. Allen Jesus Maldonado Balarazo  
ESPECIALISTA CONTROL DE CALIDAD  
CIP. 165897



*Elmer Zapata S.*  
Elmer Zapata Sandoval  
JEFE DE LABORATORIO  
E&ZU INGENIEROS E.I.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES  
ESTUDIO DE SUELOS

FICHA DE VERIFICACION ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO  
NTP 339.611 / ASTM C944M

PROYECTO	DPI - TESIS - "INFLUENCIA DE REEMPLAZO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS EN ADOQUINES PARA TRANSITO LIGERO, PIURA - 2022"		
SOLICITANTE	CLAUDIO RAUL, MIJA CORDOVA		
UBICACIÓN	PIURA - PIURA		
ENEFICIARIO	CLAUDIO RAUL, MIJA CORDOVA	DNI: 46798427	CODIGO: CBCA - 10%

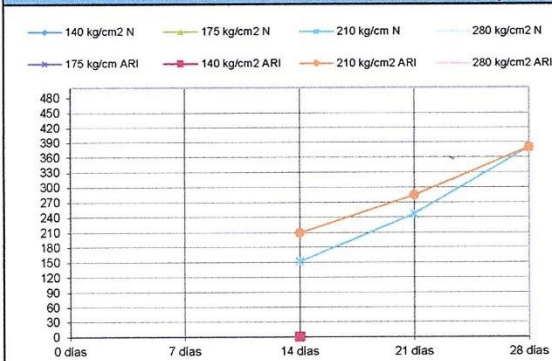
TECNICO ELMER ZAPATA S.  
ING RESP ALLEN MALDONADO B.

ORDEN DE SERVICIO: 105 - 2022  
CERTIFICADO : E&ZU-R°C°C°-049-2022

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO  
NTP 339.611 / ASTM C944M

Nº ADOQUINES	CÓDIGO DE ADOQUINES	ELEMENTO VACIADO	f <sub>c</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD [días]	LARG O (cm)	ANCH O (cm)	DIÁMETR O [cm]	CARGA MÁXIMA [Kg]	RESISTEN CIA A COMRPES	PROME DIO FC (KG/CM)	ESTADO
1	CBCA - 10%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGUERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	28/11/2022	14	20.00	10.00	200.0	49235.19	246	246.29	CONFORME
2	CBCA - 10%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGUERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	28/11/2022	14	20.00	10.00	200.0	49671.63	248		
3	CBCA - 10%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGUERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	28/11/2022	14	20.00	10.00	200.0	48870.14	244		

REFERENCIA NORMATIVA - EHE 08 (INSTRUCCIÓN ESPAÑOLA DE HORMIGON ESTRUCTURAL)



- El muestreo, moldeo, custodia y curado de los testigos de concreto, es exclusivamente responsabilidad del solicitante.
- Los ensayos son realizados en una prensa automatizada marca ZHEJIANG modelo STYE-1000 serie de 1300411 de 1000 kn de capacidad.
- Como elementos de distribución de cargas en los extremos de los testigos se usan pads de neopreno conforme a la norma ASTM C1231.
- La fecha de vaciado y la edad de ensayo nominal (días) de los testigos ha sido indicada por el solicitante en la orden de servicio.

Observaciones: probetas alcanzadas por el solicitante

Ing. Allen Jesus Maldonado Balarezo  
ESPECIALISTA CONTROL DE CALIDAD  
CIP. 165897



Elmer Zapata Sandoval  
JEFE DE LABORATORIO  
E&ZU INGENIEROS E.I.R.L.





LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES  
ESTUDIO DE SUELOS

FICHA DE VERIFICACION ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO NTP 339.611 / ASTM C944M

<b>PROYECTO</b>	TESIS - "INFLUENCIA DE REEMPLAZO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS EN ADOQUINES PARA TRANSITO LIGERO, PIURA - 2022"		
<b>SOLICITANTE</b>	CLAUDIO RAUL, MIJA CORDOVA		
<b>UBICACIÓN</b>	PIURA - PIURA		
<b>BENEFICIARIO</b>	CLAUDIO RAUL, MIJA CORDOVA	DNI: 46798427	<b>CODIGO:</b> M-P

**TECNICO** ELMER ZAPATA S.  
**ING RESP** ALLEN MALDONADO B.

**ORDEN DE SERVICIO:** 108 - 2022  
**CERTIFICADO :** E&ZU-R°C°C-049-2022

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO  
NTP 339.611 / ASTM C944M**

N° ADOQUINES	CÓDIGO DE ADOQUINES	ELEMENTO VACIADO	f <sub>c</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD [días]	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	DIÁMETRO [cm]	CARGA MÁXIMA [Kg]	RESISTENCIA A COMPRESIÓN [Kg/cm <sup>2</sup> ]	PROMEDIO F <sub>C</sub> (KG/CM <sup>2</sup> )	ESTADO
1	M-P	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGUERO MUESTRA PATRON	380	14/11/2022	12/12/2022	28	20.00	10.00	200.0	75995.18	380	384.73	CONFORME
2	M-P	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGUERO MUESTRA PATRON	380	14/11/2022	12/12/2022	28	20.00	10.20	204.0	79868.00	392		
3	M-P	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGUERO MUESTRA PATRON	380	14/11/2022	12/12/2022	28	20.00	10.00	200.0	76543.78	383		

**REFERENCIA NORMATIVA - EHE 08 (INSTRUCCIÓN ESPAÑOLA DE HORMIGON ESTRUCTURAL)**

CEMENTO PORTLAND NORMAL (N)			
EDAD	RESIST.	380	
28 días	100%	380 kg/cm <sup>2</sup>	
90 días	120%	456 kg/cm <sup>2</sup>	
360 días	135%	513 kg/cm <sup>2</sup>	
CEMENTO PORTLAND ALTA RESISTENCIA INICIAL (ARI)			
EDAD	RESIST.	380	
28 días	100%	380 kg/cm <sup>2</sup>	
90 días	115%	437 kg/cm <sup>2</sup>	
360 días	120%	456 kg/cm <sup>2</sup>	

1. El muestreo, moldeo, custodia y curado de los testigos de concreto, es exclusivamente responsabilidad del solicitante.
2. Los ensayos son realizados en una prensa automatizada marca ZHEJIANG modelo STYE-1000 serie de 1300411 de 1000 kn de capacidad.
3. Como elementos de distribución de cargas en los extremos de los testigos se usan pads de neopreno conforme a la norma ASTM C1231.
4. La fecha de vaciado y la edad de ensayo nominal (días) de los testigos ha sido indicada por el solicitante en la orden de servicio.

Observaciones: probetas alcansadas por el solicitante

*Allen Maldonado Balarezo*  
Ing. Allen Jesus Maldonado Balarezo  
ESPECIALISTA CONTROL DE CALIDAD  
CIP. 165897



*Elmer Zapata Sandoval*  
Elmer Zapata Sandoval  
JEFE DE LABORATORIO  
E&ZU INGENIEROS E.I.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES  
ESTUDIO DE SUELOS

FICHA DE VERIFICACION ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO NTP 339.611 / ASTM C944M

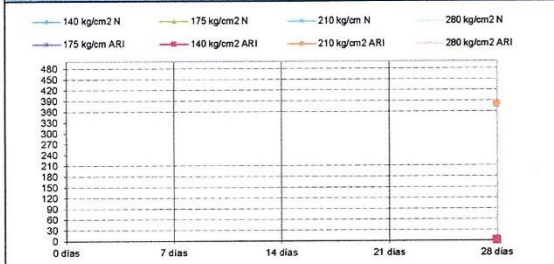
PROYECTO	DPI - TESIS - *INFLUENCIA DE REEMPLAZO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS EN ADOQUINES PARA TRANSITO LIGERO, PIURA - 2022*		
SOLICITANTE	CLAUDIO RAUL MIJA CORDOVA		
UBICACIÓN	PIURA - PIURA		
BENEFICIARIO	CLAUDIO RAUL MIJA CORDOVA	DNI: 46798427	CODIGO: CBCA - 3%

TECNICO	ELMER ZAPATA S.
ING RESP	ALLEN MALDONADO B.
ORDEN DE SERVICIO: 109 - 2022	
CERTIFICADO: E&ZU-R°C°C-049-2022	

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO**  
**NTP 339.611 / ASTM C944M**

N° ADOQUINES	CÓDIGO DE ADOQUINES	ELEMENTO VACIADO	f'c [kg/cm2]	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD [días]	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	DIÁMETRO [cm]	CARGA MÁXIMA [Kg]	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	PROMEDIO F'c (KG/CM2)	ESTADO
1	CBCA - 3%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGUERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	12/12/2022	28	20.00	10.00	200.0	75098.83	375	375.33	CONFORME
2	CBCA - 3%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGUERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	12/12/2022	28	20.00	10.00	200.0	75234.49	376		
3	CBCA - 3%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGUERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	12/12/2022	28	20.00	10.00	200.0	74869.43	374		

**REFERENCIA NORMATIVA - EHE 08 (INSTRUCCIÓN ESPAÑOLA DE HORMIGON ESTRUCTURAL)**



CEMENTO PORTLAND NORMAL (N)			
EDAD	RESIST.	380	
28 días	100%	380 kg/cm2	
90 días	120%	456 kg/cm2	
360 días	135%	513 kg/cm2	

CEMENTO PORTLAND ALTA RESISTENCIA INICIAL (ARI)			
EDAD	RESIST.	380	
28 días	100%	380 kg/cm2	
90 días	115%	437 kg/cm2	
360 días	120%	456 kg/cm2	

1. El muestreo, moldeo, custodia y curado de los testigos de concreto, es exclusivamente responsabilidad del solicitante.
2. Los ensayos son realizados en una prensa automatizada marca ZHEJIANG modelo STYE-1000 serie de 1300411 de 1000 kn de capacidad.
3. Como elementos de distribución de cargas en los extremos de los testigos se usan pads de neopreno conforme a la norma ASTM C1231.
4. La fecha de vaciado y la edad de ensayo nominal (días) de los testigos ha sido indicada por el solicitante en el orden de servicio.

Observaciones: probetas alcansadas por el solicitante

*Allen Maldonado B.*  
Ing. Allen Jesus Maldonado Balazero  
ESPECIALISTA CONTROL DE CALIDAD  
CIP. 165897



*Elmer Zapata S.*  
Elmer Zapata Sandoval  
JEFE DE LABORATORIO  
E&ZU INGENIEROS E.I.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES  
ESTUDIO DE SUELOS

FICHA DE VERIFICACION ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO NTP 339.611 / ASTM C944M

PROYECTO	TESIS - "INFLUENCIA DE REEMPLAZO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS EN ADOQUINES PARA TRANSITO LIGERO, PIURA - 2022"		
SOLICITANTE	CLAUDIO RAUL, MIJA CORDOVA		
UBICACION	PIURA - PIURA		
INGENIERO OFICIAL	CLAUDIO RAUL, MIJA CORDOVA	DNI: 46798427	CODIGO: CBCA - 10%

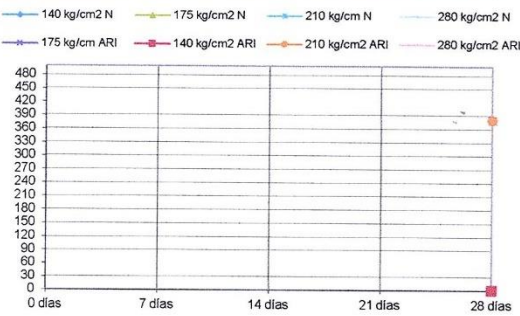
TECNICO ELMER ZAPATA S.  
INGENIERO RESF ALLEN MALDONADO B.

ORDEN DE SERVICIO: 111 - 2022  
CERTIFICADO : E&ZU-R°C°-049-2022

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO  
NTP 339.611 / ASTM C944M

N° ADOQUIN	CODIGO DE ADOQUIN	ELEMENTO VACIADO	f'c [kg/cm2]	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD [días]	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	DIÁMETRO [cm]	CARGA MÁXIMA [kg]	RESISTENCIA A COMPRESION [kg/cm2]	PROMEDIO F'c (kg/cm2)	ESTADO
1	CBCA - 10%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	12/12/2022	28	20.00	10.00	200.0	72755.60	364	361.54	CONFORME
2	CBCA - 10%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	12/12/2022	28	20.00	10.00	200.0	72259.00	361		
3	CBCA - 10%	ADOQUIN PARA TRANSITO LIGERO MUESTRA ADICION 10% DE CBCA.	380	14/11/2022	12/12/2022	28	20.00	10.00	200.0	71909.24	360		

REFERENCIA NORMATIVA - EHE 08 (INSTRUCCION ESPAÑOLA DE HORMIGON ESTRUCTURAL)

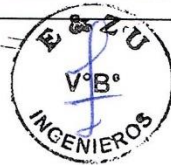


CEMENTO PORTLAND NORMAL (N)			
EDAD	RESIST.	380	
28 días	100%	380 kg/cm2	
90 días	120%	456 kg/cm2	
360 días	135%	513 kg/cm2	
CEMENTO PORTLAND ALTA RESISTENCIA INICIAL (ARI)			
EDAD	RESIST.	380	
28 días	100%	380 kg/cm2	
90 días	115%	437 kg/cm2	
360 días	120%	456 kg/cm2	

- El muestreo, moldeo, custodia y curado de los testigos de concreto, es exclusivamente responsabilidad del solicitante.
- Los ensayos son realizados en una prensa automatizada marca ZHEJIANG modelo STYE-1000 serie de 1300411 de 1000 kn de capacidad.
- Como elementos de distribución de cargas en los extremos de los testigos se usan pads de neopreno conforme a la norma ASTM C1231.
- La fecha de vaciado y la edad de ensayo nominal (días) de los testigos ha sido indicada por el solicitante en la orden de servicio.

Observaciones: probetas alcansadas por el solicitante

Ing. Allen Jesus Maldonado Balarezo  
ESPECIALISTA CONTROL DE CALIDAD  
CIP. 165897



Elmer Zapata Sandoval  
JEFE DE LABORATORIO  
E&ZU INGENIEROS E.I.R.L.

## ANEXO 04: Calibración de Equipos

	<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> N° 0378-081-2021	Página 1 de 2
<b>Arsou Group</b> Laboratorio de Metrología		
Fecha de emisión:	2021/03/29	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realicen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p>
Solicitante:	ZAPATA SANDOVAL ELMER	
Instrumento de medición:	TAMIZ 3/4"	
Identificación:	0378-081-2021	
Marca:	ARSOU	
Modelo:	NO INDICA	
Serie:	023N21	
Diámetro:	8"	
Estructura:	ACERO	
Procedencia:	PERÚ	
Lugar de calibración:	Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.	
Fecha de calibración:	2021/03/29	
Método/Procedimiento de calibración:	La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pte de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.	



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Ing. Hugo Luis Alvarado Cruz  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0159-026-2021

Página 1 de 2

## Arsoú Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/02/04  
Solicitante ZAPATA SANDOVAL ELMER

Instrumento de medición TAMIZ 1/2"  
Identificación 0159-026-2021  
Marca ARSOU  
Modelo NO INDICA  
Serie 005G19  
Diámetro 8"  
Estructura ACERO  
Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2021/02/04

### Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

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

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

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



### ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

### ARSOU GROUP S.A.C.

Fig. Hugo Luis Álvarez Canales  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0170-026-2021

Página 1 de 3

**Arso Group**

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/02/25  
Solicitante ZAPATA SANDOVAL ELMER  
Instrumento de medición BALANZA  
Identificación 0170-026-2021  
Intervalo de indicación 30000 g  
División de escala Resolución 1 g  
División de verificación (e) 1 g  
Tipo de indicación Digital  
Marca / Fabricante PATRICKS  
Modelo NO INDICA  
N° de serie ACS\_708W  
Procedencia CHINA  
Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.  
Fecha de calibración 2021/02/25  
Método/Procedimiento de calibración  
\*Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y III\* (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

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

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

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



ARSOU GROUP S.A.C.  
ING. NISOLUIS ARNALDO CARRERA  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Avac. Vlv. Las Flores de San Diego Ma C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Tel: +51 301 9080 / Cel: +51 918 196 793 / Cel: +51 915 151 437



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0170-026-2021

Página 2 de 3

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología  
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0828-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0826-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0827-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0170-CLM-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga 11= 15000 g			Carga 11= 30000 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	15000.0	0	0	30000	0	0
2	15000.0	0	0	30000	0	0
3	15000.0	0	0	30000	0	0
4	15000.0	0	0	30000	0	0
5	15000.0	0	0	30000	0	0
6	15000.0	0	0	30000	0	0
7	15000.0	0	0	30000	0	0
8	15000.0	0	0	30000	0	0
9	15000.0	0	0	30000	0	0
10	15000.0	0	0	30000	0	0

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
15000	1	1
30000	0	5



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Ma C Lobo 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301 5680 / Cel: +51 938 306 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arriola Caralita  
METROLOGÍA



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de $E_0$				Determinación de $E_0$				
	Carga Mín <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	$\Delta L$ (g)	$E_0$ (g)	Carga L (g)	I (kg)	$\Delta L$ (g)	E (g)	$E_c$ (g)
1	1	1	0	0	500	500	0	0	0
2		1	0	0		500	0	0	0
3		1	0	0		500	0	0	0
4		1	0	0		500	0	0	0
5		1	0	0		500	0	0	0

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(1)</sup> (g)
	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	$E_c$ (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	$E_c$ (g)	
1	1.00	0	0	0	1.00	0	0	0	1
5	5.00	0	0	0	5.00	0	0	0	1
10	10.00	0	0	0	10.00	0	0	0	1
500	500.00	0	0	0	500.00	0	0	0	1
1000	1000.00	0	0	0	1000.00	0	0	0	1
2500	2500.00	0	0	0	2500.00	0	0	0	1
5000	4999.00	0	0	0	4999.00	0	0	0	1
10000	9999.00	0	0	0	9999.00	0	0	0	1
15000	15000.00	0	0	0	15000.00	0	0	0	5
20000	20000.00	0	0	0	20000.00	0	0	0	5
30000	30000.00	0	0	0	30000.00	0	0	0	5

Leyenda

I: Indicación de la balanza

$\Delta L$ : Carga incrementada

E: Error encontrado

$E_0$ : Error en cero

$E_c$ : Error corregido

EMP: Error máximo permitido

Observaciones

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



ARSO GROUP S.A.C.

Av. Vía Las Flores de San Diego M.C. Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-5080 / Cel: +51 920 186 703 / Ctl: +51 925 351 437

contact@arsoingroup.com

www.arsoingroup.com

ARSO GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Álvarez Carasa  
METROLOGÍA





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0169-026-2021

Página 1 de 2

## Arsou Group

### Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/02/25

Solicitante ZAPATA SANDOVAL ELMER

Instrumento de medición ASENTAMIENTO DE CONCRETO FRESCO

Identificación 0169-026-2021

Marca ARSOU

Modelo CS402

Serie 2647451

Estructura METALICA

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2021/02/25

#### Método/Procedimiento de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma del MTC 117 – Ensayo para determinar la densidad de los suelos en el campo por el método de cono de arena.

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

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

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

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



#### ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mc C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 908 396 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carroza  
METROLOGÍA

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 527 - 2022

Página 1 de 2

*Datos*  
Expediente : 133-2022  
Fecha de emisión : 2022-07-25

1. Solicitante : QUALITY PAVEMENTS S.A.C.  
*Camelto*  
Dirección : JR. LOS PINOS BLOCK H DPTO NRO. 102 RES. GRAU - PIURA - PIURA  
*sol*

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : KAIZA CORP  
Modelo de Prensa : STYE-2000  
Serie de Prensa : 180360  
Capacidad de Prensa : 2000 kN  
Código de Identificación : QPALC-2019-000005

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

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

3. Lugar y fecha de Calibración  
URB. LOS FICUS MZ. K LOTE 43 VEINTISEIS DE OCTUBRE - PIURA  
21 - JULIO - 2022

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	22,6	22,5
Humedad %	60	61

#### 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.



*[Signature]*  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

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.



# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 527 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	99,660	100,010	0,34	-0,01	99,84	0,17	-0,35
200	199,840	200,080	0,08	-0,04	199,96	0,02	-0,12
300	299,000	299,690	0,33	0,10	299,35	0,22	-0,23
400	401,230	402,250	-0,31	-0,56	401,74	-0,43	-0,25
500	500,100	500,220	-0,02	-0,04	500,16	-0,03	-0,02
600	601,850	601,680	-0,31	-0,28	601,77	-0,29	0,03
700	703,040	702,140	-0,43	-0,31	702,59	-0,37	0,13

**NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN**

- 1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
- 2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- 3.- Coeficiente Correlación :       $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,9955x + 1,0423$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
 y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1

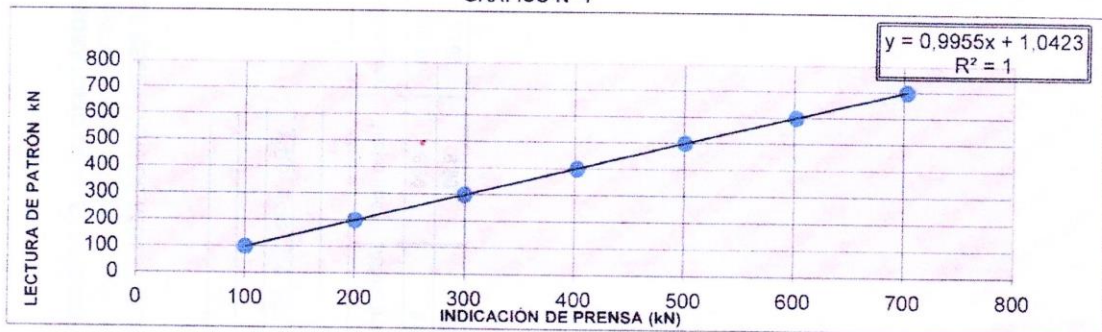
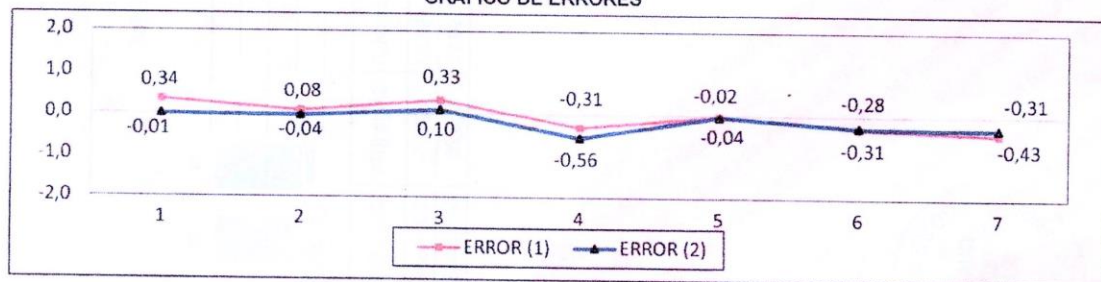
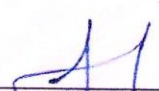


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



  
 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

## PANEL FOTOGRAFICO

Inspeccion de cada aduquin antes de vada ensayo



Ensayo de rotura de aduquines  $f'c$



Ensayos de absorcion en aduquines



Ensayo Dimencional





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, DIAZ RODRIGUEZ BREITNER GUILLERMO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Influencia de reemplazo de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre las propiedades físico – mecánicas en adoquines para tránsito ligero, Piura - 2022", cuyo autor es MIJA CORDOVA CLAUDIO RAUL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

PIURA, 20 de Junio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
DIAZ RODRIGUEZ BREITNER GUILLERMO <b>DNI:</b> 43153608 <b>ORCID:</b> 0000-0001-6733-2868	Firmado electrónicamente por: BGDIAZRO el 10-07- 2023 09:02:29

Código documento Trilce: TRI - 0546090