



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**ELABORACIÓN DEL MORTERO SECO USANDO  
CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA  
DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
EN MUROS DE ALBAÑILERÍA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**Autor:**

**Bach. Gonzales Esquen Graciela Elizabeth**

**<https://orcid.org/0000-0001-8458-1516>**

**Asesor:**

**Mg. Muñoz Pérez Sócrates Pedro**

**<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>**

**Línea de Investigación**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**

**2020**

**“ELABORACIÓN DEL MORTERO SECO USANDO  
CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR  
LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN MUROS DE  
ALBAÑILERÍA”**

**Aprobación de tesis**

---

**Mg. Muñoz Pérez Sócrates Pedro  
Asesor**

---

**Mg. Salinas Vásquez Néstor Raúl  
Presidente de Jurado de Tesis**

---

**Mg. Idrogo Pérez Cesar Antonio  
Secretario de Jurado de Tesis**

---

**Mg. Villegas Granados Luis Mariano  
Vocal de Jurado de Tesis**

## **DEDICATORIA**

Me siento tan agradecida a Dios que sin él no tenía las fuerzas suficientes para salir adelante, me distes tu fuerza, tu hombro y sobre todo la fe de creer en ti y seguir adelante porque siempre iba contar contigo.

A mi hija, quien fue mi motivo de salir adelante, me siento muy orgullosa, me entendiste y estuviste ahí a pesar de todo lo que pasamos juntas, gracias por tu paciencia y amor, todo lo que soy es por ambas.

Y varios porque a pesar que no creían en mí me daban la fuerza de demostrarle que se equivocaban y que por más caídas que haya tenido las reemplazaba con logros, a todos ustedes por ser la piedra en mi camino que me impulsa para lograr lo más alto.

**Graciela Elizabeth Gonzáles Esquen**

## Resumen

En el presente proyecto de investigación presenta un producto satisfactorio en la utilización de la ceniza del bagazo de caña, procedente de la quema que es sometida a temperatura de 700°C, dando un índice de actividad alto, se realizó un estudio de la molienda teniendo como antecedente a la mejora de sus propiedades puzolánicas, se tuvieron en cuenta los componentes a utilizar en el desarrollo del proyecto, analizando así el agregado fino, seleccionando el cemento tipo I y el ladrillo King Kong hueco procediéndose a realizar el mortero con una relación 1:4 para las dosificaciones de Control y sustituciones del 2%, 4% y 6%, así mismo se realizaron los ensayos respectivos a las unidades de albañilería para clasificar el tipo de ladrillo y comparar con los requisitos mínimos exigidos en la NTP E.0.70, por último los resultados obtenidos de la resistencia a compresión axial en pilas y en diagonal en muretes son los que determinan que el mortero óptimo a utilización es el reemplazo del 4% de ceniza por cemento teniendo una resistencia mayor a lo indicado en la norma, es por ello que la sustitución es viable además de ser favorable tanto en la económica y el medioambiente.

**Palabras claves:** Ceniza de bagazo de caña, mortero, unidades de albañilería, pilas, muretes, puzolana.

## **Abstract**

In this research project, it presents a satisfactory product in the use of ash from cane bagasse, from burning that is subjected to a temperature of 700 ° C, giving a high activity index, a study of grinding was carried out taking As a precedent to the improvement of its pozzolanic properties, the components to be used in the development of the project were taken into account, thus analyzing the fine aggregate, selecting the type I cement and the hollow King Kong brick proceeding to perform the mortar with a ratio 1 : 4 for Control dosages and substitutions of 2%, 4% and 6%, likewise the respective tests to the masonry units were carried out to classify the type of the brick and compare with the minimum requirements required in the Peruvian Technical Standard E.0.70, finally the results obtained from axial compressive strength in piles and diagonal compression in walls are what determines that the mo The best alternative to use is the replacement of 4% of cement ash having a greater resistance than indicated in the standard, which is why the substitution is viable in addition to being favorable both in the economic and environmental.

**Keywords: Cane bagasse ash, mortar, masonry units, batteries, walls, pozzolana.**

# INDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	10
<b>1.1 Realidad Problemática</b> .....	10
<b>1.2 Trabajos previos</b> .....	10
1.2.1    Ámbito Internacional.....	10
1.2.2    Ámbito nacional.....	12
<b>1.3 Teorías relacionadas al tema</b> .....	14
1.3.1    ¿Qué es Mortero seco?.....	14
1.3.2    Cemento Portland.....	15
1.3.3.    Materiales alternativos.....	16
1.3.2.    Agregado Fino.....	19
1.3.4    Unidad de Albañilería.....	20
<b>1.4 Formulación del Problema</b> .....	21
<b>1.5 Justificación e importancia del estudio</b> .....	21
<b>1.6 Hipótesis</b> .....	21
<b>1.7 Objetivo General</b> .....	22
1.7.1    Objetivos Específicos.....	22
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	22
<b>2.1 Tipo y Diseño de Investigación</b> .....	22
<b>2.2 Variables, Operacionalización</b> .....	22
<b>2.3 Población y muestra</b> .....	23
2.3.1    Población.....	23
2.3.2    Muestra.....	23
<b>2.4 Procedimiento de análisis de datos</b> .....	23
2.4.1    Procedimiento.....	24
<b>2.5 Criterios éticos</b> .....	24
2.5.1    Ética de la recolección de Datos.....	24
2.5.2    Ética de la publicación.....	24
2.5.3    Ética de la Aplicación.....	24
<b>2.6 Criterios de Rigor Científico</b> .....	24
2.6.1    Credibilidad.....	24
2.6.2    Transferibilidad o aplicabilidad.....	25
2.6.3    Dependencia.....	25
2.6.4    Confirmabilidad.....	25
<b>III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	25
<b>3.1 RESULTADOS</b> .....	25

<b>A)</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA</b>	25
3.1.1	Fluorescencia de Rayos X	25
3.1.2	Difracción de Rayos X	26
3.1.3	Índice de Actividad Resistente	28
3.1.4	Tamizado y Molienda	28
<b>B)</b>	<b>PROPIEDADES FISICO – MECÁNICAS PARA DISEÑO DE MEZCLA</b>	28
3.1.5	Estudio Granulométrico NTP. 400.012 y Modulo de Finura	28
3.1.6	Peso Unitario Suelto	29
3.1.7	Peso Unitario Compactado	30
3.1.8	Contenido de Humedad	31
3.1.9	Peso Específico y Porcentaje de Absorción NTP. 400.022	31
3.1.10	Ensayos de Compresión en cubos de mortero NTP 334.051	32
3.1.10.1	Diseño del mortero patrón	32
3.1.10.2	Resistencia a Compresión ( $f'c$ )	33
<b>C)</b>	<b>PROPIEDADES FISICOS Y MECANICOS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b>	35
a)	Variación dimensional	35
b)	Resistencia a Compresión	35
c)	Absorción	36
d)	Porcentaje de vacíos	37
e)	Succión	37
<b>D)</b>	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL</b>	39
1.	COMPRESIÓN AXIAL POR PILA	39
2.	COMPRESIÓN EN DIAGONAL DE MURETE	41
3.2	DISCUSIONES	43
<b>IV.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	44
<b>VI.</b>	<b>REFERENCIA</b>	45
<b>VII.</b>	<b>ANEXOS</b>	47
	ANEXO 01: FLUORESCENCIA DE RAYOS X, DIFRACCIÓN DE RAYOS X , ÍNDICE DE ACTIVIDAD CON EL CEMENTO y TAMIZADO - MOLIENDA	48
	ANEXO 02: OBTENER LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS PARA DISEÑO DE MEZCLAS	53
	ANEXO 03: PROPIEDADES FISICOS Y MECANICOS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	61
	ANEXO 04: RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS Y COMPRESIÓN EN DIAGONAL DE MURETES	67

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>TABLA 1 PORCENTAJE PROMEDIO DE COMPONENTES EN EL CEMENTO .....</i>	<i>15</i>
<i>TABLA 2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE CENIZA DE BAGAZO CUBANO .....</i>	<i>19</i>
<i>TABLA 3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE CENIZAS DE BAGAZO CUBANO Y BAGAZO PERUANO.....</i>	<i>19</i>
<i>TABLA 4. GRADACIÓN SEGÚN LOS LÍMITES.....</i>	<i>20</i>
<i>TABLA 5. LIMITE PERMISIBLE.....</i>	<i>20</i>
<i>TABLA 6. PARÁMETROS DEFINIDOS PARA LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA.....</i>	<i>21</i>
<i>TABLA 7. CUADRO DE VARIABLE Y OPERACIONALIZACIÓN .....</i>	<i>22</i>
<i>TABLA 8 COMPOSICIÓN QUÍMICO DE LA CBC POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X .....</i>	<i>25</i>
<i>TABLA 9 COMPOSICIÓN MINERALÓGICA.....</i>	<i>27</i>
<i>TABLA 10 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO.....</i>	<i>29</i>
<i>TABLA 11 PESO UNITARIO SUELTO.....</i>	<i>30</i>
<i>TABLA 12 DATOS Y CÁLCULOS DETERMINAR EL PUC DEL AGREGADO FINO.....</i>	<i>30</i>
<i>TABLA 13 CALCULO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO ...</i>	<i>31</i>
<i>TABLA 14 DETERMINACIÓN DEL CÁLCULO DEL PESO ESPECIFICO.....</i>	<i>31</i>
<i>TABLA 15 RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS PROPIEDADES DEL AGREGADO .....</i>	<i>32</i>
<i>TABLA 16 DISEÑO DE PATRÓN DEL MORTERO.....</i>	<i>33</i>
<i>TABLA 17 DATOS RECOPIADOS PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA EN MORTERO.....</i>	<i>33</i>
<i>TABLA 18 RESULTADOS DE F'B DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.....</i>	<i>36</i>
<i>TABLA 19 RESUMEN DEL % DE ABSORCIÓN .....</i>	<i>36</i>
<i>TABLA 20 RESULTADO DEL % DE VACÍOS .....</i>	<i>37</i>
<i>TABLA 21 DATOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN.....</i>	<i>38</i>
<i>TABLA 22 RESULTADOS DE SUCCIÓN.....</i>	<i>38</i>
<i>TABLA 23 RESUMEN PARA DISEÑO DE ALBAÑILERÍA .....</i>	<i>38</i>
<i>TABLA 24 FACTORES DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ.....</i>	<i>40</i>
<i>TABLA 25 RESUMEN DE RESULTADOS POR EDADES PARA OBTENCIÓN DE F'M.....</i>	<i>40</i>
<i>TABLA 26 DETALLE DE RESULTADOS OBTENIDOS A 28 DIAS V'M.....</i>	<i>42</i>



# Índice de Ilustraciones

<b>ILUSTRACIÓN 1</b> PROCESO DE GENERACIÓN DE LA CBCA (PINEL, 2014) .....	18
<b>ILUSTRACIÓN 2</b> REQUISITOS QUÍMICOS .....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> DIFRACTOGRAMA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA .....	27
<b>FIGURA 2</b> REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL AGREGADO FINO .....	29
<b>FIGURA 3</b> REPRESENTACION GRAFICA DE LA RESISTENCIA DE LOS MORTEROS.....	35
<b>FIGURA 4</b> RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE VARIACIÓN DIMENSIONAL .....	35
<b>FIGURA 5</b> COMPARATIVO DE LOS ESPECÍMENES EN DIFERENTES EDADES .....	40
<b>FIGURA 6</b> COMPARATIVO DE RESULTADOS DE V'M .....	42

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Realidad Problemática.**

A nivel global se ha podido diagnosticar un crecimiento en el desarrollo urbano, siendo este un incremento en el consumo de materiales en la construcción de viviendas, la creciente demanda requiere de viviendas de material noble donde a utilizar los materiales principales es el cemento y el ladrillo siendo indispensable para la construcción. Por lo tanto, esta industria involucra alto requerimiento energéticos y genera fuerte emisión de contaminantes.

En el tiempo de los egipcios utilizaban barro para sus construcciones, pero estos no eran resistente a la humedad, continuando así los romanos descubrieron materiales directos llamados “puzolánicos” que para producir una mezcla adherente utilizaban la cal con cenizas que se encontraban en un lugar llamado “Pozzouli” y aun en la actualidad estas edificaciones se mantienen en pie (Garcia, 2002, p.79).

Existen muchas propuesta e incógnitas respecto a los nuevos materiales adherentes si son durables, si mantiene la resistente mecánica, si soporta las temperaturas altas- bajas, si se puede apreciar estéticamente. Estas incógnitas son las que nos conlleva a realizar diversos estudios donde la principal idea es solidez y durabilidad de la construcción que están vinculadas con las vidas humanas.

En este sentido, esta investigación acudirá a la utilización de este material puzolánico con características físicas similares al cemento, este material es un residuo azucarero, donde obtendremos ventajas como en la reducción de costos y contaminación ambiental.

## **1.2 Trabajos previos**

### **1.2.1 Ámbito Internacional**

Qing, Tao, Gao, Yang y Wu (2018), realizo un articulo sobre: “Las características y aplicaciones de la Ceniza del Bagazo de Caña en materiales cementosos”, donde concluye:

La heterogeneidad de CBC limita la aplicación a gran escala en materiales cementicios, la incinerada es un factor importante en la composición característica de la CBCA. Se debe centrar más la atención en el diseño del cogenerador, el control del calculo y el proceso de secado del bagazo, siendo estos necesarios para obtener la actividad puzolánica deseable. Así mismo los estudios de comparación demuestra las ventajas y limitaciones para procesamiento que no afecten su característica puzolánica (p.15).

La investigación antes mencionada nos manifiesta una acotación importante que para obtener actividad puzolánica deseable se debe analizar diferentes puntos: el diseño del cogenerador, el control de calculo y el proceso de secado de bagazo, cabe resaltar que no son los unicos parámetros que se debe tomar en cuenta entre ellos tenemos: dimension de la partícula, grados y tiempo de quemada, disforme cristalina y estructura química. Tomándose así estos datos se podrá tener un análisis de comparación demostrando ventajas y limitaciones del material en la sustitución del cemento.

Según Berenguer, et al. (2012) en la Revista ALCONPAT en su estudio sobre: "La influencia de la CBCA como relevo parcial del cemento en la resistencia especifica de los morteros" donde concluye:

Con base en los procedimientos y equipos adoptados en el estudio hacia la evaluacion del esfuerzo maximo y a traccion del mortero... Su crecimiento a 91 días fue de aproximadamente 8% en mezclas echas de CBCA mientras que en las mezclas sin reemplazo parcial de la masa de cemento fue solo de un 5% a la misma edad.

Estos resultados alientan la esgrimir la CBCA como sustitucion parcial del cemento en diversas aplicaciones del entorno de la Ingeniería, con la ventaja adicional de producir dos efectos secundarios importantes y beneficios: a) reducir el impacto medio ambiental que este residuo agroindustrial provoca en la naturaleza cuando es despejado y b) disminuir el consumo de cemento y en consecuencia reducir significativamente el impacto en el medioambiente (p.36)

De acuerdo a la investigación que publico la revista nos hace conocimiento que estamos ante un residuo muy productivo como adición en la mezcla de mortero que según los resultados que nos manifiesta y a la vez nos trae como ventaja tanto en lo economico y el impacto ambiental.

reactividad del cemento, tal como lo indica la norma ASTM C618.

Cordeiro; Toledo; Fairbaim (2009, p.3303), realizo un artículo de investigación en la Universidad Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro sobre: "El efecto en la calcinación en la actividad puzolánico de la CBCA"

Siendo uno de los parámetros más importante en el desarrollo del presente estudio es la calcinación y la temperatura en la cual se va a producir la ceniza de bagazo con una actividad puzolánica. Realizando varios ensayos y análisis de las muestras en diferentes temperaturas y se obtuvo un índice puzolánico alto con una temperatura optima de 600°C durante 3h, teniendo un resultado inferior de carbono y área mayor superficial especifica en ambos métodos mecánicos y químicos de evaluación.

Según el artículo de investigación del párrafo anterior nos aporta los parámetros necesarios para obtener un material con reacción puzolánico y una caracterización química – física aceptable en comparación con las características del cemento portland, obteniendo una factible utilización de esta.

Según Araya y Muñoz, 1998 en la investigación que realizó para la Revista de la Universidad de Costa Rica sobre: “Revisión de su Eficacia en el Concreto estructural y el mortero de pega en vivienda”, donde determino que :

Los materiales que se utilizan para realizar tanto el concreto y el mortero son materiales puestos in situ a granel, es por ellos la falta de calidad, producción y la dosificación del agua.

### 1.2.2 Ámbito nacional

Arana (2018, p.23-24), en su estudio de alcanzar el título de Ingeniería Civil respecto a: “CBCA como sustituto parcial del cemento, cuyo propósito fue “Comprobar la proporción adecuada de la CBCA como porcentaje óptimo al obtener una  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>”, donde concluyo:

Las tipologías que se analizaron de la muestra indica un índice de puzolánico y propiedades similares al cemento portland, teniendo resultados favorables para los porcentajes de sustitución de 6% y 8%, sin embargo, no da el caso en la sustitución del 10% la resistencia en la comprensión disminuyó e incluso fueron inferiores al porcentaje de sustitución del 6% de la CBCA. Así mismo se realizó un estudio financiero comparativo en función a los porcentajes estudiados existiendo así una reducción de costos de un 0.80% a la sustitución de 8% siendo este la mayor sustitución óptima en la resistencia de comprensión a reemplazar por cemento, por lo que conlleva que a grandes cantidades se tendría un beneficio económico.

Según la investigación anterior, el investigador se contradice diciendo que ninguna de las sustituciones de porcentajes 6, 8 10% son favorables ya que los resultados incluso a la sustitución de 6% disminuyeron. En lo cual en el siguiente párrafo nos expresa que la sustitución de 8% arroja altos valores en la resistencia a la comprensión, es por ello que su análisis es un tanto contradictorio. Acorde con lo manifestado en el beneficio económico según lo investigado efectivamente da un porcentaje beneficioso comparando a grandes cantidades del cemento, así mismo este material no solo será económico, sino que dará un beneficio al medio ambiente.

Chávez (2017, p.62) en su estudio respecto a: “Utilización de la ceniza, cuyo propósito fue “Determinar la atribución de la ceniza en la resistente a la compresión”, lo cual concluye que:

La añadidura de la CBCA influye determinada en el incremento de la resistencia es por ello que se realizó un hormigón de  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>, teniendo una proporción optimo del 3% de adición para obtener la resistencia requerida

De acuerdo con la investigación nos especifica que se tiene una dosificación optima del 3.24% del volumen de agregado fino (arena), por lo tanto, el uso de estas cenizas es de gran aprovechamiento en la construcción logrando así mayor resistencia y durabilidad del concreto hidráulico. Y beneficiaria a la gran demanda de recursos no renovables.

Calderón y Martínez (2017, p.42), en su tesis sobre: “Influencia del diámetro de partícula y el reemplazo de CBCA por Cemento Portland, donde concluye que:

Se realizaron un análisis respecto al tamaño de la partícula de la ceniza y determinar el porcentaje de reemplazo por cemento tipo I, así mismo se realizó un comparativo de diseño de mezcla con un modelo patrón y la adición de la ceniza la misma que influyo aumentando la resistencia a la compresión hasta un 20% de reemplazo, siendo este el tope máximo para la alcanzar la resistencia requerida con una partícula de 48  $\mu$ m con una resistencia de 110.07kg/cm<sup>2</sup>.

En la tesis anteriormente expuesta indico que el porcentaje máximo que se debería emplear la ceniza como sustituto del cemento es de un 20% siendo esta donde se obtuvo una mayor resistencia con un tamaño de partícula de 48 $\mu$ m. Al llegar a este análisis conlleva a una serie de resultados comparando así con los resultados de un patrón hasta llegar a esta conclusión, además verifico que si se aumentaba el porcentaje de sustitución de cenizas la resistencia iba decreciendo.

Según Vidal, Torres y Gonzales (2014) en la Revista Momento respecto a: “La Ceniza del bagazo como materias primas de la construcción”: concluyo:

Que, las CBC requieren un proceso termico, donde le permie mejorar su indice actividad por lo que su utilizacion disminuira el efecto ambiental positivo, ya que la produccion de este ultimo es altamente contaminante (p.22).

La investigación presentada en parrafo anterior da conocimiento que se tuvo en cuenta la temperatura de calcinacion y por lo que fundamenta, fueron en 3 muestras de diferentes lugares, siendo necesaria conocer su composición minerologica se realizo el ensayo de difracción de rayos X dando a conocer que contuvo sílice y alúmina la cual favorece la

Gomero (2006, p.232), según su tesis cuyo propósito es “Estudiar sus efectos y diferencias entre los aditivos y las adiciones que frecuentemente se emplean en el país”, lo cual concluye que:

Las adiciones deben tener un índice puzolánico similar al concreto que al hacer contacto con el agua se forma un compuesto de silicato de calcio hidratado. Que para obtener resistencias superiores a 600 kg/cm<sup>2</sup> se debe añadir la adición de un mineral (superplastificante) para poder trabajar con una relación a/c < a 0.50; es por ello, que los ingenieros a cargo tanto el proyectista, calidad, contratista y supervisión deben tener conocimiento de las técnicas de empleo para este material y saber las diferencias entre las adiciones de materias inorgánicas y los aditivos siendo esto de gran importancia para llevar a cabo si se desea una modificación del concreto o una adición de tobermorita.

Según la tesis anteriormente expuesta las adiciones contribuyen al incremento de la resistencia del concreto, en este caso las puzolanas pueden ser adecuadas para concretos y morteros, usando micro sílices que son la adición más recomendable y los aditivos que su función es reducir el agua, modificar el tiempo de fraguado y mejorar la trabajabilidad.

Según Babbage (2006) en su informe sobre: “Morteros Secos en el campo de la Construcción”, donde concluye que:

El uso de morteros secos pre-mezclados y pre-empacados no solamente incrementa significativamente la productividad y performance de producción en los sitios de construcción...Actualmente en el Perú no existen normas que regulen la fabricación industrial de morteros secos para asegurar que estos cumplan con los requerimientos esenciales se deben a someterse a: resistencia mecánica y estabilidad; salud, seguridad y medio ambiente; seguridad para el usuario. Por lo tanto se recomienda tomar como referencia las normas Europeas o y las normas de países sudamericana.

De acuerdo a la tesis planteada en párrafo anterior nos presenta una visión más completa con respecto a los beneficios que conllevaría a trabajar con morteros no solo nos beneficiaría en los costos de materiales, sino en la obtención y el costo de mano de obra teniendo como producto de alta calidad, seguros y confiables.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1 ¿Qué es Mortero seco?**

Los morteros mezclados in situ, los morteros secos son producidos industrialmente en fábricas mediante el mezclado en unión de todos los ingredientes necesarios, tales como ligantes, agregados y aditivos químicos. De esta manera, pueden ser producidos distintos

morteros secos con características propias bien definidas y satisfacen las exigencias de aplicaciones específicas. El uso de morteros secos premezclados y preempacados no solamente aumenta significativamente la productividad y performance de la producción en los sitios de construcción, sino que también garantiza un alto grado de confiabilidad en la aplicación para evitar los errores de mezclado in situ. Los morteros secos preempacados que se producen industrialmente en fábricas aseguran que los ligantes, agregados y aditivos de alta y constante calidad sean mezclados en la misma proporción, por lo tanto, aseguran un consistente y alto nivel de calidad de los morteros secos. Los morteros secos están compuestos por lo menos de tres componentes: un ligante (o conglomerante), un agregado y aditivos (Babbage J. E., 2006, p.9).

### 1.3.2 Cemento Portland

El CP-T1 es ligante principalmente compuesto por óxidos de calcio, silicio, aluminio y hierro que teniendo como parámetro sumatorio mínimo de un 95% .

El CP tiene tipologías propias en comparación con otros materiales que se aplican en obra, existen estudios en dos puntos primordiales para su explotación adecuada. Primero en sus métodos de obtención, que implican materias primas, procesamiento térmico y molienda. En secundario término, las complicaciones en la utilización del cemento, se requiere el estudio químico de absorción, interacción con agregados y con fibras, reacciones nocivas, etc. La preparación de un buen concreto está ligada al dominio del proceso (Garcia, 2002, p.80).

#### 1.3.2.1 Composición química del cemento.

Según Jaén, 2011 señala que en el tiempo de la quema en que se produce el Clinker en los cementos, existe un óxido que en combinación con los ácidos realiza una formación que constituyen el 90% del peso del cemento” (p.19).

#### **Tabla 1**

*Porcentaje promedio de componentes en el cemento*

Componente	Formula	Porcentaje
Cal combinada	CaO	62.50%
Sílice	SiO <sub>2</sub>	21.00%
Alúmina	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.50%
Hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.50%
Azufre	SO <sub>3</sub>	2.00%
Cal libre	CaO	0.00%
Magnesia	MgO	2.00%
Perdida de fuego		2.00%
Residuo insoluble		1.00%
Álcalis	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	0.50%

Fuente: Neville y Brooks – Tecnología del Concreto, 1998

### 1.3.3. Materiales alternativos

Dentro de ellos existe una cabida con propiedades de origen cementoso el cual puede contribuir a la disminución de la utilización del cemento que puede ser parcial o total. Siendo este uno de los factores que emite al ambiente una combinación de carbonos. En esta investigación nos interesa el carácter adherente de los materiales alternativos que tenga propiedades cementosas latentes.

¿Cómo se pueden clasificar los materiales alternativos? Existe una categorización adecuada que involucra sus componentes químicos que da lugar a su hidratación en este caso los materiales puzolánicos y a la vez hidráulicos.

#### PUZOLANA

Existe un gran descubrimiento desde ellos tiempos antiguos su utilización y como ha venido evolucionando este material que cuenta con participaciones adhesivas y cohesivas que genera una reacción química al solo contacto del agua. Su historia describe que existía un área terrenal llamado Puzzoll, área que fue cubierta por cenizas de los volcanes que existían en la zona. Es de ahí el nombre proveniente PUZOLANA y que actualmente se siguen investigando comportamiento similar (Gonzales, 1989, p.5)

#### A) Actividad Puzolánica de la Ceniza

Se define en la ceniza porque obtiene una característica de fijar la cal a una temperatura adecuada manifestando así sus propiedades hidráulicas, contiendo una estructura vítrea en su formación y enfriamiento activan su índice puzolánico que a la vez puede también ser contradictorio. Es por ello que se debe tener en cuenta sus factores de origen en que dan como una fuente de datos en su composición química y mineralogía y cantidades amorfas en las áreas de activación ..

#### B) Reacción álcali-sílice (RAS)



Esta reacción es una de las más estudiada en el proceso de elaboración del mortero que tiene un resultado de solución intersticial que contiene el grupo de los óxidos de calcio, sodio y potasio. El calcio tiene una presentación de cristal, todo lo contrario del sodio y potasio que presenta una solución. RAS se obtiene del origen de la disolución alcalina de los poros del mortero y los silicios de algunos áridos reaccionan para fundar un gel, que, al consumir agua, el incremento de volumen (Isabel, 2017, p.13).

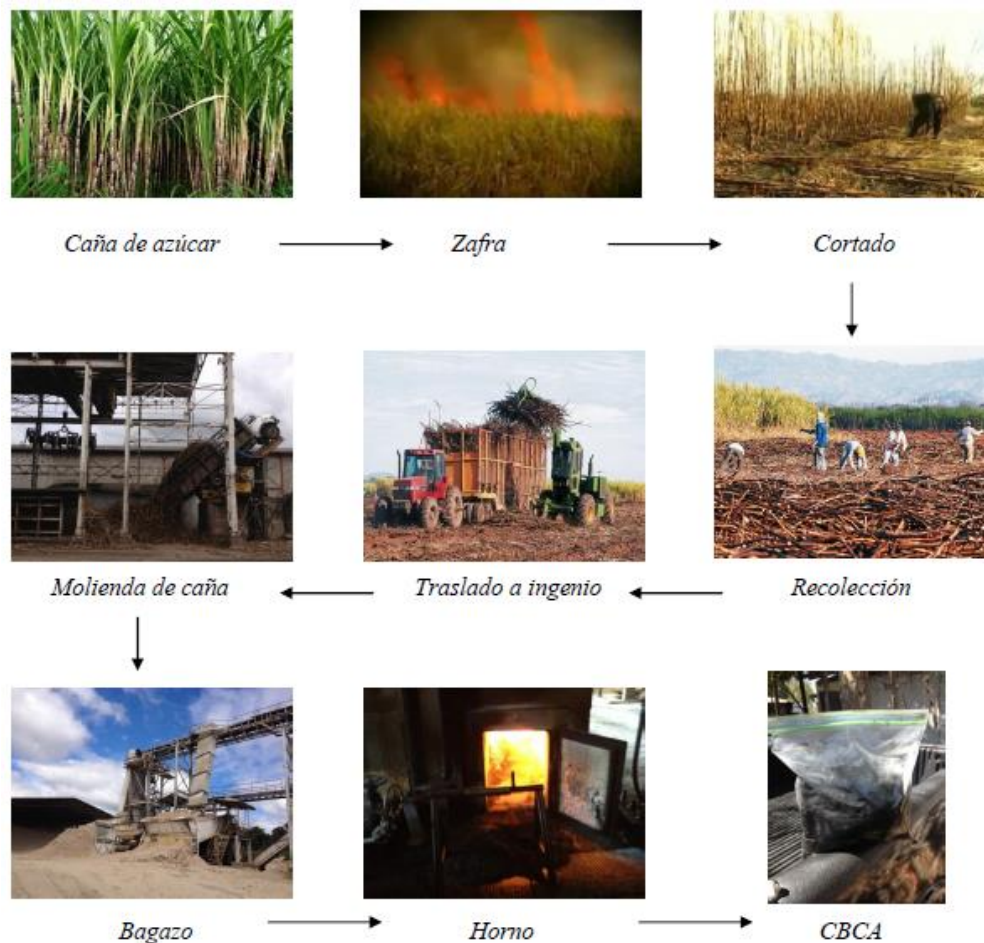
Según Lorca esta reacción solo de origina cuando exista la ausencia de un compuesto llamado sílice reactiva, álcalis de sodio y potasio, además de la humedad. A la vez para que origine fisuración y expansión se requieren que sean demostrativas y que el agua descienda de una afloración limpia (Lorca, 2014).

#### 1.3.3.1 Ceniza de Bagazo de Caña

Siendo este un residuo de la caña en su procesamiento para para obtener el azúcar. Su utilización es apoyo en grandes campos como: agricultura, rellenos y en la construcción, que será de gran beneficio. Tiene características químicas similares al cemento es por ello su utilización como cemento puzolánico. Sabiendo que esta fibra el bagazo representa un 50 % aproximada del volumen de las plantas azucareras (Isabel, 2017, p.15).

La composición de la ceniza depende de diferentes factores como su tiempo de sembrío, calidad de suelo y los fertilizantes a utilizar. Asimismo, la cantidad de quema de esta ceniza depende de la influencia de los suelos, cosecha y clima, sobre el rendimiento de la caña, ambo factores tienen un efecto significativo sobre la producción. (Isabel, 2017, p.15)

La CBCA, que se utiliza para la investigación, mediante especímenes formados por morteros. Este proceso se ilustra a continuación:



**Ilustración 1** Proceso de generación de la CBCA (pinel,2014)

En la ilustración 1, luego del proceso de la molienda de la caña y la extracción de su jugo se genera el bagazo de caña, es almacenado bajo techo, luego con ayuda de cintas transportadoras es llevado hasta la caldera donde es calcinado para la contribución de vapor y energía eléctrica. En el fondo de la caldera se deposita la ceniza del bagazo este se limpia periódicamente y la ceniza de bagazo es llevada a vertederos controlados o es empleada en el campo como fertilizante en el terreno de cultivo. (Pinel, 2014, p.17).

Siendo ultimo residuo generado por la cadena de caña de azúcar; su producción es de cada tonelada arroja un 3% de ceniza, su tiempo es por hora de acuerdo a la cantidad de toneladas de caña. Procediéndose a los avances de la construcción y teniendo como máxima producción de caña el país de Brasil, con una producción anual superior a los 600 millones de toneladas, es por ello que se buscan nuevas alternativas para emplear este residuo. (Pinel, 2014, p.17)

Una de las alternativas de solución fundamentales cuando este residuo es incorporado como aglomerante en hormigones y morteros. Existiendo números estudios se han realizado como adición puzolánica, analizando la reactividad, resistencia mecánica en

hormigones y la durabilidad. De igual manera se han realizado investigaciones en hormigones autocompactantes y hormigones de alta resistencia.

### 1.3.3.1.1 Composición Química de la Ceniza

Su composición es variante se define por diferentes tipos de la caña, la duración, el espécimen de suelo y la variación de fertilizantes. Las cuantías dependen de la situación climática de existir lluvia es entre 2% y 4% del bagazo total. Un contenido al 5% se hace común para el uso de CBCA (Gonzales E. R., 2011, p.37).

**Tabla 2**

*Composición química de ceniza de bagazo cubano*

Nombre	Forma abreviada	Porcentaje
Sílice	SiO <sub>2</sub>	56.40%
Oxide férrico + alúmina	F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.15%
Oxido de calcio + oxido de magnesio	CaO + MgO	9.08%
Álcalis	Na <sub>2</sub> O y K <sub>2</sub> O	12.60%

Fuente: (Criado, 2007)

**Tabla 3.**

*Composición química de cenizas de bagazo cubano y bagazo peruano.*

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>
Cubano	64.71	4.21	13.77	6.22	1.37	6.87	1.00	0.27	0.01
Peruano	67.52	3.50	7.60	3.50	8.95	3.75	2.17	1.70	0.03

Los componentes químicos de la CBCA son óptimos como un material cementante puzolánicos por su alto contenido de óxido de silicio. Fuente: (Chávez Cesar H, 2017)

### 1.3.2. Agregado Fino

Este agregado proviene de una desunión natural o trituración artificial, que se encuentra entre los tamices 9.5mm (3/8”) y retenido en el tamiz 74µm (N°200); cumpliendo así la norma NTP 400.037. (Bazan, 2017, p.15).

#### Propiedades físicas de los agregados

Según Bazán debe comprender el módulo de finura entre 2.3 – 3.1 debiendo encontrarse en una variación de +/-0.2 del valor tomado para la elección de la proporción del diseño de mezcla. En caso de exceder existe unos reajustes que se deben tener cuenta sin perjudicar la reducción del cemento (Bazan, 2017, p.15).

El agregado fino se debe encontrar según los límites que se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 4.**

*Gradación según los límites.*

Tamiz	Porcentaje que pasa
9.5 mm (3/8 pulg)	100
4.75 mm (N°4)	100
2.36 mm (N°8)	95 a 100
1.18 mm (N°16)	70 a 100
600 μm (N°30)	40 a 75
300 μm (N°50)	10 a 35
150 μm (N°100)	02 a 15
75 μm (N°200)	Menos de 2

*Fuente:* Norma NTP 400.037

El agua para el concreto

El agua debe desempeñar dos oficios importantes, en la hidratación y manejabilidad que debe presentar una mezcla, siendo de ella la formación del gel, apropiada manipulación, colocación, lo que convierte en un producto con propiedades y características esperadas (Bazan, 2017, p.15).

**Tabla 5.**

*Limite Permisible*

Descripción	Limite permisible
Sólidos en suspensión	5000 p.p.m máximo
Materia orgánica	3 p.p.m. máximo
Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> )	1000 p.p.m. máximo
Sulfato (Ion SO <sub>4</sub> )	600 p.p.m. máximo
Cloruros (Ion Cl)	1000 p.p.m máximo
pH	5 a 8

*Fuente:* NTP. 339.088

El agua a utilizar no sería agua acida o con residuos minerales, están pueden contener alto porcentajes de sales de sodio o potasio. Podrá utilizarse aguas naturales no potables.

#### 1.3.4 Unidad de Albañilería

Se nombra ladrillo cuya unidad es manipulada con una sola mano teniendo de esta su dimensión y peso. Presenta una serie de clases donde se realizará varios ensayos para poder calificar que tipo de unidad es y si cumple a lo Normado en la NTP.E-0.70.

**Tabla 6.***Parámetros Definidos para la Unidad de Albañilería.*

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN			ALABEO	RESISTENCIA
					CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN
Ladrillo I	+/-8	+/-6	+/-4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	+/-7	+/-6	+/-4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	+/-5	+/-4	+/-3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	+/-4	+/-3	+/-2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	+/-3	+/-2	+/-1	2	17,6 (180)
Bloque P	+/-4	+/-3	+/-2	4	4,9 (50)
Bloque NP	+/-7	+/-6	+/-4	8	2,0 (20)

*Fuente: Norma Técnica Peruana E.070***1.4 Formulación del Problema.**

¿Cómo influye la utilización de la ceniza de bagazo de caña en mortero seco para determinar la resistencia a compresión en muros de albañilería?

**1.5 Justificación e importancia del estudio**

Se necesita demostrar que los residuos de los subproductos como en este caso el bagazo de la caña de azúcar al término del proceso se convierta en ceniza la misma que es eliminada sin aprovechamiento alguno, siendo este material ya estudiado y obteniendo así resultados que sus características son similares al cemento. Así mismo esta investigación dará a lugar el aprovechamiento máximo de este material realizando diferentes tipos de ensayos, así como del mortero verificando la calidad de cada uno de ellos acorde a la Normas Técnicas Peruanas.

Este proyecto investigación tiene la importancia de Fabricar morteros analizando la caracterización morfológica físico – química usando la ceniza de bagazo de caña resultante de los residuos de la Azucarera de Cayaltí, verificando su actividad puzolánica para ser aplicada en los morteros evaluando así la resistencia a compresión de pilas y muretes; siendo esta una alternativa en la construcción para un beneficio económico y ambiental.

**1.6 Hipótesis.**

“Acorde a la variación de porcentajes que se desarrollan, podremos obtener resultados más reales y determinar si podemos aprovechar la utilización de la ceniza en morteros”

## 1.7 Objetivo General

Elaborar mortero seco usando Ceniza de Bagazo de Caña para determinar la resistencia a compresión en muros de albañilería.

### 1.7.1 Objetivos Específicos

Identificar las características de la ceniza de bagazo de caña de azúcar.

Obtener las propiedades físico-mecánicas del agregado fino para el diseño de los morteros en diferentes porcentajes de sustitución del cemento.

Analizar la Calidad de las unidades de albañilería acorde a la Norma E.070 de albañilería.

Analizar la resistencia a compresión axial f'm y corte v'm.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Tipo y Diseño de Investigación.

El diseño de la presente investigación es experimental donde se obtendrá un aporte basado en evidencia. Por lo cual trabajo en mi hipótesis para poder comprobar mediante experimentos (ensayos) y lograr avances tecnológicos que conllevara a obtener el mortero seco óptimo y lograr un producto a menor costo y reduzca el impacto ambiental.

### 2.2 Variables, Operacionalización

**Tabla 7.**

*Cuadro de Variable y Operacionalización*

VARIABLE	DIMENSION	INDICADORES	ITEMS	TECNICA E INSTRUMENTOS
V.I. Elaboración de mortero seco con ceniza de bagazo de caña	Caracterización de la ceniza de bagazo de caña	Fluorescencia de Rayos X	Ver Anexo 1	Informe de Ensayos
		<hr/> Análisis por Difracción de rayos X		
		Índice de Actividad Resistente		Informe Técnico
		<hr/> Molienda		
	Obtener las propiedades físicas - mecánicas para diseño mezclas	Análisis granulometría	Ver Anexo 2	Ficha Técnica
		<hr/> Contenido de Humedad		
		<hr/> Peso unitario y compactado		

		Peso específico y absorción		
		Resistencia a compresión		
<b>VD</b> Resistencia a compresión en muros de albañilería	Evaluar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería	Variación dimensional		
		Succión		
		Absorción	Ver	Ficha Técnica
		% de vacíos	Anexo 3	
		Resistencia a compresión en Unidad		
	Analizar la resistencia en prismas de albañilería	Resistencia a compresión axial de pilas	Ver	Ficha Técnica
		Resistencia de corte en muretes	Anexo 4	

Fuente: Elaboración Propia

## 2.3 Población y muestra

### 2.3.1 Población

El total de la población es: 36 probetas cubicas, 36 pilas y 12 muretes.

### 2.3.2 Muestra

Se realiza 36 especímenes cubicas distribuidas en: patrón 9 especímenes (3 muestras por cada edad 14, 21 y 28) igual se hará para los especímenes de diferente dosificación de 2%, 4% y 6%, habiendo un total de 36 especímenes. Así mismo se hará pilas y muretes con la misma dosificación y se hará se ensayará a los 28 días para su ensayo a compresión.

### Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Se utilizar la toma de datos en todos los ensayos que se realizaran en laboratorio de materiales de la respectiva universidad, esta ficha técnica contendrá todos los indicadores que vincula cada dimensión lo que nos permitirá cumplir con los objetivos señalados.

De acuerdo a los estudios realizados se obtendrá la información necesaria para poder procesarlos y conseguir los resultados satisfactorios que mi investigación requiere, estos formatos están basados acorde a las normas técnicas vigentes.

## 2.4 Procedimiento de análisis de datos.

#### 2.4.1 Procedimiento

Se obtuvo la muestra de ceniza de la Empresa Azucarera Cayaltí salida de la caldera. El agregado fino de la cantera tres tomas y se hará uso del cemento Tipo I. Se analizará la composición química, mineralógica e índice de actividad de los resultados que la universidad solicitó al laboratorio ARPL Tecnología Industrial S.A. y que brindo para la presente tesis y realizó la molienda de la ceniza. Se hizo los ensayos correspondientes al agregado fino, luego se realizó la dosificación y diseño de mortero patrón y partiéndose de ahí un mortero con sus respectivas sustituciones de ceniza por cemento

Posteriormente se procederá a la elaboración de probetas de mortero teniendo testigos patrón y testigos de diferentes porcentajes de sustitución (0%, 2%, 4% y 6%).

Así mismo se procede a realizar el rompimiento de las muestras del mortero para determinar la resistencia del mortero a los 14, 21 y 28 días, se hicieron las pilas con tres hiladas mínimas teniendo en consideración la norma con los mismos porcentajes de sustitución pero el ensayo a compresión se realizó a los 14, 21 y 28 días y finalmente se procedió a ejecutar los muretes para realizar un ensayo a los 28 días acorde a lo normado, por consiguiente, finalizar con el análisis de los datos recolectados y sacar las conclusiones y recomendaciones adecuadas para cada objetivo.

### **2.5 Criterios éticos.**

#### 2.5.1 Ética de la recolección de Datos.

Se aplicará fichas técnicas de laboratorio y formatos de elaboración propia para la evaluación del mortero, siendo estos válidos por un profesional especialista.

#### 2.5.2 Ética de la publicación.

Con los resultados obtenidos de la presente investigación será de gran importancia y apoyo para futuros estudios.

#### 2.5.3 Ética de la Aplicación.

En la presente investigación se obtendrá un gran aporte tecnológico, económico, social y ambiental.

### **2.6 Criterios de Rigor Científico.**

#### 2.6.1 Credibilidad

El rigor científico entorno a la credibilidad implica la valorización de las situaciones en las cuales una investigación pueda ser reconocida como creíble, sus argumentos deben ser fiables que se puedan demostrar en los resultados de la investigación realizada.



### 2.6.2 Transferibilidad o aplicabilidad

Dentro de los criterios de rigor la transferibilidad, no aplicable ni transferibles a otros contextos. Sin embargo, podría ser referente para producir contexto, dependiendo del grado de a proximidad en cuanto a el parecido del proceso desarrollado.

### 2.6.3 Dependencia

Es la seguridad de la obtención de los resultados de los estudios realizados.

### 2.6.4 Confirmabilidad

Este criterio de rigor se refiere a la garantía que tienen los estudios realizados en la investigación, que no muestra ninguna alteración para la satisfacción de los resultados.

## **III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3.1 RESULTADOS**

#### **A) CARACTERÍSTICAS DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA**

##### 3.1.1 Fluorescencia de Rayos X

Este ensayo se realiza por que tiene como ventaja su precisión, exactitud de una muestra sólida, se tomó una muestra de ceniza de la Empresa Agroindustrial de Cayaltí para determinar su composición química, los resultados se presentan a continuación en la siguiente tabla:

#### **Tabla 8**

*Composición Químico de la CBC por Fluorescencia de Rayos X*

Descripción	Simbología	%
Dióxido de silicio	SiO <sub>2</sub>	43.50
Trióxido de aluminio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.90
Trióxido de fierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.73
Oxido de calcio	CaO	8.00
Oxido de magnesio	MgO	1.98
Trióxido de azufre	SO <sub>3</sub>	3.36
Oxido de sodio	Na <sub>2</sub> O	0.26
Oxido de potasio	K <sub>2</sub> O	5.20
Dióxido de titanio	TiO <sub>2</sub>	0.10
Pentóxido de fosforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.60
Oxido de magnesio	<u>MnO</u>	0.00
Oxido de estroncio	<u>SrO</u>	0.00
Perdida por calcinación		33.50
Total		99.10

Fuente: Elaboración Propia

Respecto a la Tabla N°8 se observa un % mayor de Dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) con un 43.50% y la suma de los óxidos representa un 46.13%, acorde con la NTP 334.104 nos indica que se debe cumplir los requisitos mínimos:

Composición Química	Clase		
	N	F	C
Dióxido de silicio (SiO <sub>2</sub> ) + óxido de aluminio(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) + óxido de fierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), % mín.	70,0	70,0	50,0
Trióxido de azufre (SO <sub>3</sub> ), % máx.	4,0	5,0	5,0
Contenido de humedad, % máx.	3,0	3,0	3,0
Pérdida por calcinación, % máx.	10,0	6,0 <sup>A</sup>	6,0

**Ilustración 2** Requisitos químicos

### 3.1.2 Difracción de Rayos X

Se realizó este ensayo para definir su estructura mineralógica de la muestra de la ceniza utilizando la técnica de Difracción de Rayos.

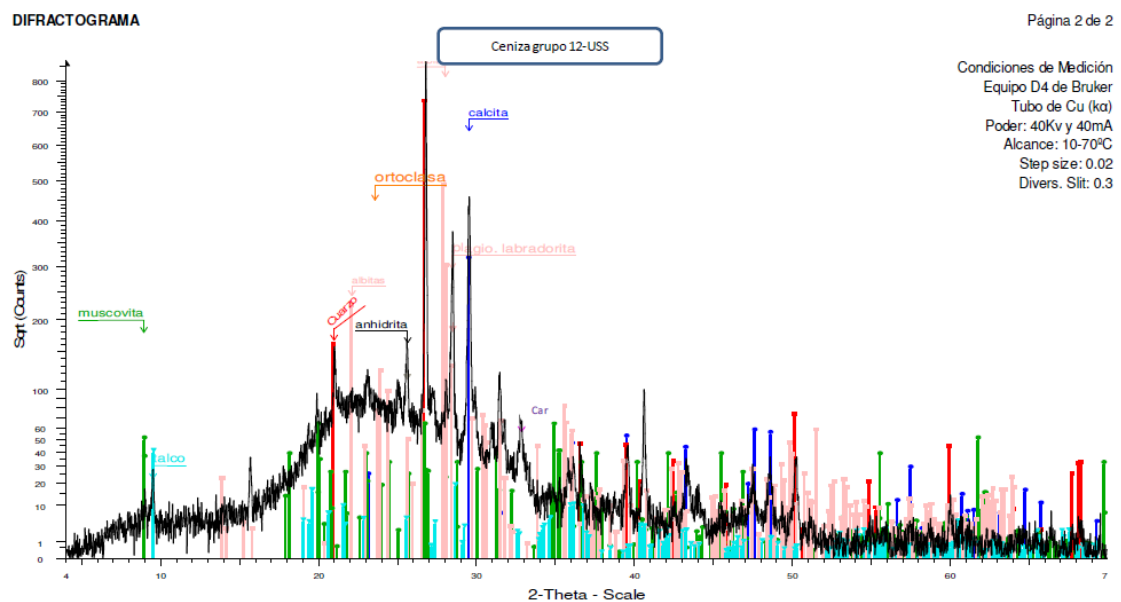
Los resultados de esta muestra sin reducción de tamaño de partícula presentan diferentes compuestos que a continuación presento:

**Tabla 9***Composición Mineralógica*

Mineral identificado	Fórmula Polinómica	Grupo	Comp. %
Amorfo	-	-	65
Calcita	CaCO <sub>3</sub>	Carbonato	11
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	Oxido	9
Anhidrita	CaSO <sub>4</sub>	Sulfato	4
Ortoclasa	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Feldespatos	4
Magnesita	MgCO <sub>3</sub>	Carbonato	3
Lonsdaleite	C	Elemento	2
Labradorita	(Ca,Na)AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Feldespatos	1
Talco	Mg <sub>3</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>	Silicato	1
Muscovita		Mica	1

Fuente: Elaboración Propia

La muestra de la ceniza fue sometida al ensayo de difracción de rayos X sin reducción de partícula, donde los resultados son expresados en la tabla N°9 que se visualiza compuesto mayoritario en la calcita y cuarzo y al mismo tiempo se identifica que existe compuesto minoritario. Se expresa que presenta un área amorfa por debajo de 90counts. Por último, se detecta trazas de calcita por posibles impurezas de suelo en planta y los picos altos son de cuarzo que tiene mayor plano cristalino.



**Figura 1** Difractograma de la ceniza de bagazo de caña

### 3.1.3 Índice de Actividad Resistente

Con la ceniza extraída se procedió a realizar el estudio de índice de actividad con cemento portland, donde se obtuvo una actividad a los 7 días de 96% y a los 28 días de 86%; observando un % mayor de lo requerido. Según la NTP 334.104 se debe cumplir con los requisitos físicos, siendo este un control mínimo que debe de cumplir con un 75% a los 7 y 28 días.

De acuerdo a esta norma nos manifiesta que no se debe considerar el índice de actividad con cemento portland con una medida de la resistencia a la compresión. La cantidad deseable de la ceniza debe determinarse por medio de las propiedades solicitadas del mortero, además es una reactividad con un cemento dado y puede varias dependiendo el origen de la ceniza y el cemento.

### 3.1.4 Tamizado y Molienda

Se extrajo una muestra de ceniza de la Fábrica Azucarera de Cayaltí, se observó que el material llevaba consigo materia orgánica por lo cual se procedió a tamizar por la malla N°4, 8 y 16, luego fue zarandeada se colocó en horno a una temperatura de 110° con un tiempo de 24 hrs., dando a lugar se continuo con la molienda mediante un molino manual para ser tamizado por la malla N°200.obteniendo un material de 48µm.



## **B) PROPIEDADES FISICO – MECÁNICAS PARA DISEÑO DE MEZCLA**

### 3.1.5 Estudio Granulométrico NTP. 400.012 y Modulo de Finura

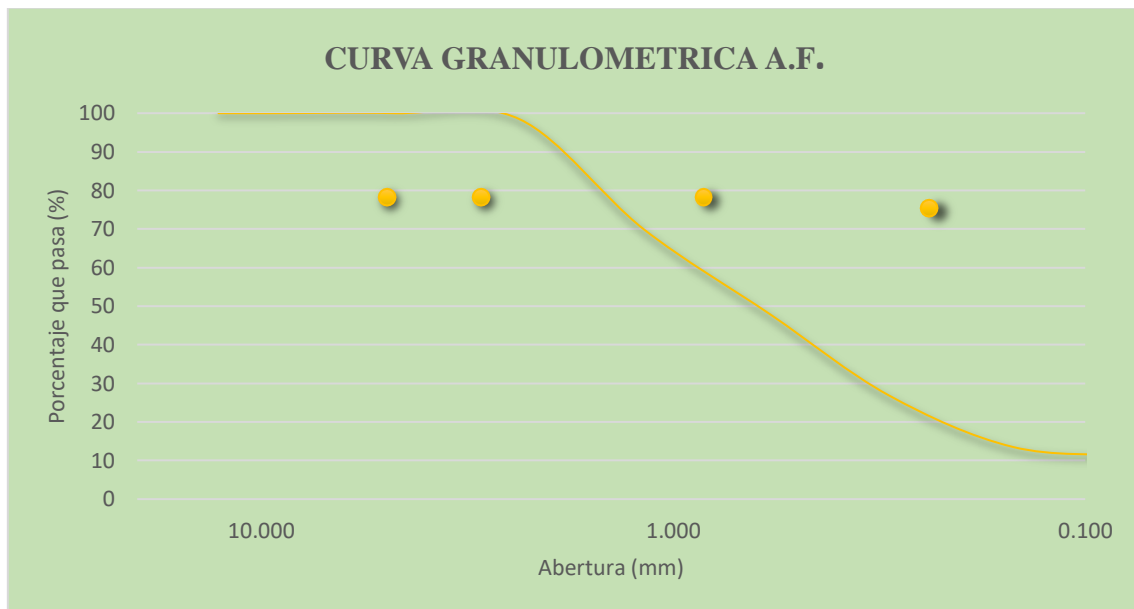
Los resultados obtenidos de la muestra de agregado fino son de la cantera tres tomas. Se realiza este ensayo para obtener el repartimiento del AF, en relación los diferentes diámetros de las partículas, su granulometría debe ser continua. Teniendo una muestra de 498gr.

Se obtiene:

**Tabla 10***Análisis granulométrico del Agregado Fino*

Pulg.	Malla (mm)	Peso Retenido	% Retenido	%Acumulado Retenido	%Acumulado que pasa
1/2"	12.700	0.000	0.000	0.000	100.000
3/8"	9.500	0.000	0.000	0.000	100.000
N°004	4.750	0.001	0.000	0.000	100.000
N°008	2.360	8.000	1.562	1.562	98.438
N°016	1.180	145.800	28.477	30.039	69.961
N°030	0.580	113.500	22.168	52.207	47.793
N°050	0.300	106.900	20.879	73.086	26.914
N°100	0.150	68.500	13.379	86.465	13.535
N°200	0.075	12.000	2.344	88.808	11.192
FONDO		57.300	11.191	100.000	0.000
Módulo de fineza =				2.4336	

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 2** Representación Gráfica del Agregado Fino

En la tabla N°10 observamos el indicador del agregado: módulo de finura sabiendo que por norma es un factor empírico, de gran utilidad para obtener las proporciones del agregado fino en la mezcla del mortero.

Donde obtenemos un **Módulo de Finura de 2.434**

### 3.1.6 Peso Unitario Suelto

Este ensayo busca determinar la cantidad del peso del agregado que rellenaría en un molde para obtener el volumen del agregado ocupado. Se realiza este ensayo para convertir las cantidades de peso a volumen. Se realizaron dos ensayos las mismas que obtenemos en la siguiente tabla y se expresa:

**Tabla 11**

*Peso Unitario Suelto*

DESCRIPCION	UND	M-A	M-B
W de la muestra suelta + depósito	gr.	9647	9216
W del depósito	gr.	5269	5269
W de muestra	gr.	4378	4509
Constante o volumen	m <sup>3</sup>	0.002827	0.002827
Peso unitario suelto húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1548.638	1594.977
Peso unitario suelto húmedo (prom.)	kg/m <sup>3</sup>	1571.808	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.7 Peso Unitario Compactado

Este ensayo es semejante al peso unitario que se busca determinar el volumen unitario, a diferencia con este ensayo se realiza que mientras se vaya llenando el recipiente o molde se realice en tres capas, cada capa debe ser compactado con una varilla lisa con 25 golpes, luego al finalizar se empareja para proceder al pesado.

En la siguiente tabla se expresa de dos muestras para obtener un peso unitario compactado promedio.

**Tabla 12**

*Datos y Cálculos Determinar el PUC del Agregado Fino*

DESCRIPCION	Und	M-A	M-B
Peso de espécimen suelto + recipiente	gr	10102	10098
Peso del recipiente	gr	5269	5269
Peso de espécimen	gr	4833	4829
Volumen	m <sup>3</sup>	0.002827	0.002827
Peso unitario suelto húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1709.586	1708.171
Peso unitario compactado húmedo (promedio)	kg/m <sup>3</sup>	1708.879	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.8 Contenido de Humedad

El contenido de humedad es el que contiene el agregado en estado natural, es un dato importante porque se considera en el diseño de mortero.

A continuación, se muestra los datos y cálculos.

**Tabla 13**

*Calculo para determinar el Contenido de Humedad del Agregado Fino*

DESCRIPCION	UND	M-A	M-B
Peso de muestra humedad	gr.	500	521
Peso de muestra seca	gr.	491.7	509.2
Peso de recipiente	gr.	73	73
Contenido de humedad	%	1.660	2.265
Contenido de humedad (promedio)	%	1.962	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.9 Peso Específico y Porcentaje de Absorción NTP. 400.022

Para determinar este ensayo está basado en función al peso del agregado en donde se obtiene los resultados:

**Tabla 14**

*Determinación del Cálculo del Peso Especifico*

Descripción	Und	Datos
PESO ESPECIFICO DE MASA	gr/cm3.	2.444
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	gr/cm3.	2.527
PESO ESPECIFICO APARENTE	gr/cm3.	2.527
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.342

Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente luego de haber realizado los ensayos al agregado fino se procede a realizar el diseño de mezcla de mortero con los siguientes resultados:

**Tabla 15***Resumen de Resultados Obtenidos de las propiedades del Agregado*

<b>Ensayos</b>	<b>Agregado Fino</b>
Peso unitario compactado	1708.879 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario suelto	1571.808 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico de masa	2.444 gr/cm <sup>3</sup> .
Porcentaje de absorción	1.342 %
Contenido de humedad	1.962 %
Módulo de fineza	2.482

Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenidos los datos del agregado fino se procede a obtener las proporciones de la mezcla de mortero.

#### 3.1.10 Ensayos de Compresión en cubos de mortero NTP 334.051

##### 3.1.10.1 Diseño del mortero patrón

Según la norma NTP 339.085 se debe obtener una fluidez de 105 +/-5; realizo ensayos teniendo como base una relación de agua-cemento (a/c) =0.429; luego de a ver realizado varios ensayos se obtuvo una cantidad satisfactoria de agua de 350ml. Obteniendo una fluidez de **111.54%**, se encuentra dentro del parámetro establecido teniendo una consistencia media que se utiliza para el tipo de estructura **pega de mampostería**.

La proporción a utilizar en mortero (cemento/arena) será 1:4 recomendada para muros portantes de acuerdo a la NTP E-0.70.

Se realizó el método para determinar la resistencia a compresión en 6 cubos de 50mm. Cada lado obteniendo un diseño de mortero, así como lo específico en la tabla 16.



**Tabla 16***Diseño de Patrón del mortero*

DISEÑO DE PATRÓN DEL MORTERO		
MATERIAL	cant.	und.
Cemento	420.00	gr
Arena	1308.00	gr
Agua	335.00	ml
TOTAL	2063.00	
a/c		0.79762
% de fluidez		111.54
Peso Unitario Compactado		2225.00
Rendimiento Final		0.000927
DOSIFICACION FINAL	a/c	1/4/0.798

Fuente: Elaboración Propia

3.1.10.2 Resistencia a Compresión ( $f'c$ )

Con la dosificación final que se obtuvo teniendo en cuenta las características físicas de los agregados, se realizó 9 especímenes cúbicos, los que se procederán a realizar la compresión en diferentes edades de 14, 21 y 28 días, en cada edad se romperán 3 especímenes.

$$F'c = P/A \quad (\text{kg/cm}^2)$$

**Tabla 17***Datos recopilados para determinar la Resistencia en mortero*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO						
DESCRIPCION	MUESTRA	ROTURA	SECCION (cm x cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN	M1 - 1	14	5.0 x 5.0	25.00	3147	124.89
			5.0 x 5.0	25.00	3193	
			5.0 x 5.0	25.00	3027	
	M1 - 2	21	5.0 x 5.0	25.00	3605	142.55
			5.0 x 5.0	25.00	3508	
			5.0 x 5.0	25.00	3578	
M1 - 3	28	5.0 x 5.0	25.00	4501	180.43	
		5.0 x 5.0	25.00	4408		
		5.0 x 5.0	25.00	4623		
SUSTITUCIÓN -2%	M1 - 1	14	5.0 x 5.0	25.00	3152	124.05
			5.0 x 5.0	25.00	3062	
			5.0 x 5.0	25.00	3090	

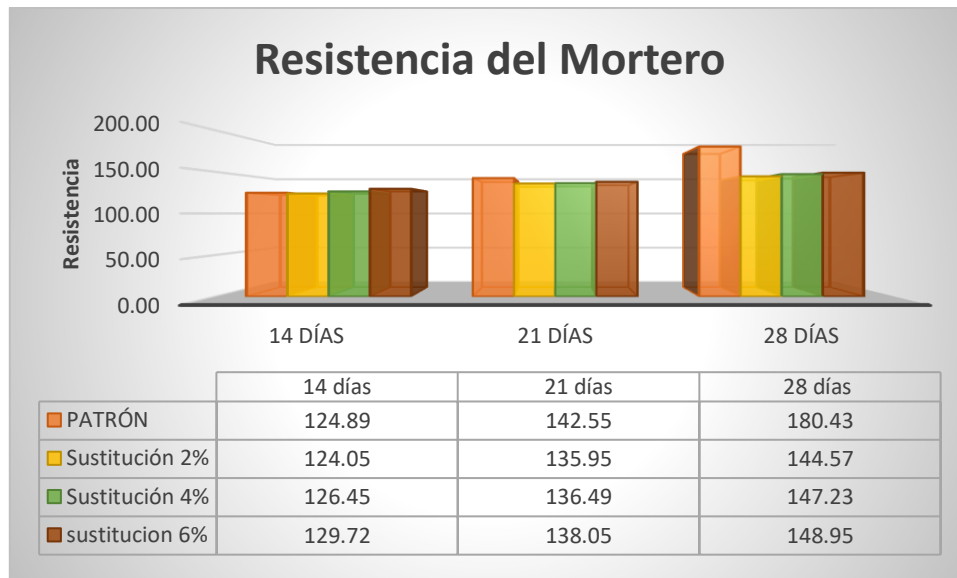
			5.0 x 5.0	25.00	3425	
	M1 - 2	21	5.0 x 5.0	25.00	3368	135.95
			5.0 x 5.0	25.00	3403	
			5.0 x 5.0	25.00	3621	
	M1 - 3	28	5.0 x 5.0	25.00	3598	144.57
			5.0 x 5.0	25.00	3624	
			5.0 x 5.0	25.00	3200	
	M1 - 1	14	5.0 x 5.0	25.00	3178	126.45
			5.0 x 5.0	25.00	3106	
			5.0 x 5.0	25.00	3414	
SUSTITUTCIÓN -4%	M1 - 2	21	5.0 x 5.0	25.00	3398	136.49
			5.0 x 5.0	25.00	3425	
			5.0 x 5.0	25.00	3654	
	M1 - 3	28	5.0 x 5.0	25.00	3701	147.23
			5.0 x 5.0	25.00	3687	
			5.0 x 5.0	25.00	3250	
	M1 - 1	14	5.0 x 5.0	25.00	3303	129.72
			5.0 x 5.0	25.00	3176	
			5.0 x 5.0	25.00	3422	
SUSTITUCIÓN -6%	M1 - 2	21	5.0 x 5.0	25.00	3482	138.05
			5.0 x 5.0	25.00	3450	
			5.0 x 5.0	25.00	3695	
	M1 - 3	28	5.0 x 5.0	25.00	3717	148.95
			5.0 x 5.0	25.00	3759	

**Fuente:** *Elaboración Propia*

La figura N°4 representa un comparativo de resistencia que se obtienen en las diferentes edades de acuerdo a la muestra de Control y la sustitución de ceniza del 2%, 4% y 6% por cemento.

Cabe a recalcar que la muestra de patrón tiene aumento de resistencia conforme vaya ascendiendo la edad lo mismo ocurre con los especímenes de reemplazo, pero a diferencia que las muestras de sustitución se encuentran por debajo del ensayo de control obteniendo un esfuerzo inferior.

Así mismo se analiza que las muestras de reemplazo tienen un incremento mínimo, dando a resaltar que solo a la edad de los 14 días existe una resistencia mayor que la del espécimen de control.



**Figura 3** Representación grafica de la resistencia de los morteros

### C) PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Se analizará las propiedades físicas y mecánicas la unidad de albañilería dentro de ella tenemos:

#### a) Variación dimensional

Es la que define la altura de las hiladas, siendo necesario realizar todas las dimensiones (altura, ancho y espesor) de las unidades de albañilería sabiendo que estas no contemplan medidas exactas; por lo tanto, varía la junta entre unidades entre mayor sea la junta de mortero menos resistente será la albañilería.

Se aplica la siguiente expresión:

$$\%V = \frac{DN - DP * 100}{DN}$$

MUESTRA	L (cm)				L (prom)	V.D	H (cm)				H (prom)	V.D.	A (cm)				A (prom)	V.D
	1	2	3	4			1	2	3	4			1	2	3	4		
1	23.6	23.6	23.5	23.5	23.550	-0.213	9	8.8	9.15	9.05	9.000	2.174	11.7	11.7	11.75	11.65	11.700	2.500
2	23.65	23.45	23.5	23.45	23.513	-0.053	9.3	9.15	9.25	9.2	9.225	-0.272	11.9	11.9	11.9	11.9	11.900	0.833
3	23.6	23.55	23.45	23.6	23.550	-0.213	9.2	9.4	9.37	9.22	9.298	-1.060	11.8	12.05	11.85	11.9	11.900	0.833
4	23.5	23.45	23.6	23.8	23.588	-0.372	9.17	8.9	9.15	9.17	9.098	1.114	11.58	11.75	11.8	11.7	11.708	2.438
5	23.5	23.4	23.6	23.6	23.525	-0.106	9.21	9.18	9.11	9.1	9.150	0.543	11.72	11.6	11.71	11.72	11.688	2.604
6	23.1	23.2	23.9	23.2	23.350	0.638	9.25	9.05	9.2	9.2	9.175	0.272	12.5	11.8	11.92	11.83	12.013	-0.104
7	23.6	23.5	23.5	23.4	23.500	0.000	9	9	8.7	8.75	8.863	3.668	11.9	11.85	11.9	11.9	11.888	0.938
8	23.3	23.5	23.7	23.6	23.525	-0.106	8.9	9.12	9	9.1	9.030	1.848	11.82	11.8	11.8	11.8	11.805	1.625
9	23.5	23.55	23.75	23.65	23.613	-0.479	9.1	9.15	9.2	9.2	9.163	0.408	11.65	11.6	11.9	11.85	11.750	2.083
10	23.4	23.52	23.6	23.4	23.480	0.085	9.1	9.05	9.1	9.1	9.088	1.223	11.7	11.78	11.78	11.8	11.765	1.958
						0.362						1.406						-0.856

**Figura 4** Resultados del porcentaje de variación dimensional

#### b) Resistencia a Compresión

Se realiza este ensayo en 5 medios ladrillos totalmente secos, luego se procede a tomar medidas del largo y ancho para posteriormente continuar con realizar un refrentado en

las superficies de apoyo, en este caso se hizo una mezcla de 1:2 (cemento: yeso), se deja secar en temperatura ambiente 24 horas. Luego de pasado estas horas procede a someter esta unidad a compresión obtenido  $f'b$  y se procede a realizar los cálculos que se detallan en anexo 4.

Se aplica la siguiente expresión:  $\frac{P}{A}$  kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 18**

*Resultados de  $F'b$  de unidades de albañilería*

MUESTRA	Ancho prom.	Largo prom.	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Resistencia $f'b$ (kg/cm <sup>2</sup> )
1	11.76	12.10	142.30	25905	182.0501
2	11.91	12.30	146.43	26377	180.1320
3	11.98	12.50	149.69	25673	171.5106
4	11.84	12.10	143.20	20959	146.3582
5	11.75	12.35	145.11	22989	158.4219
<b>promedio</b>					<b>167.69</b>
<b>s: Desviación estándar</b>					<b>13.54</b>
<b><math>f'b</math></b>					<b>154.16</b>

*Fuente:* Elaboración Propia

**c) Absorción.**

Este ensayo se realiza en 5 unidades enteras cada unidad esta codificada se procede a pesar cada unidad en seco estas se utilizarán para determinar el % de absorción, luego se procede a sumergir totalmente por 24 horas posteriormente se saca las unidades y se deja que vaya drenando por un lapso de 1 minuto y previo secado luego se registrar el peso saturado.

Se aplica la siguiente expresión:

$$Absorcion \% = \frac{W_s - W_d}{W_d} * 100$$

**Tabla 19**

*Resumen del % de absorción*

Espécimen	Peso (Kg)		Absorción
	Seco	24 (hora)	
1	2.400	2.836	15.374%
2	2.520	2.878	12.439%
3	2.596	2.902	10.544%
4	2.506	2.840	11.761%
5	2.714	3.234	16.079%
<b>Promedio</b>			<b>13.239%</b>

*Fuente:* Elaboración Propia

Dando como resultado un porcentaje de absorción menor al 22% la unidad es aceptada y cumple de acuerdo a NTP E0.70.

#### d) Porcentaje de vacíos

Para proceder a calcular el porcentaje de vacíos primero se tendrá que registrar las dimensiones para calcular sus áreas.

Luego se realiza el llenado en las perforaciones de la unidad poniendo como base una tela o bolsa que permita abarcar toda la arena que cae de forma vertical sin esfuerzo alguno. Se nivela con una regla metálica y una escobilla para limpiar la parte superior. Luego de que la arena se almacene en la bosa se procede a pesar y registrar.

Se expresa las siguientes formulas:

$$\text{Vacíos \%} = \frac{\text{Volumen total de hueco}}{\text{volumen de la unidad}} * 100$$

Donde:

$$\text{Volumen total de hueco} = \frac{\text{peso de arena en el hueco}}{\text{densidad real de la arena}}$$

Densidad de arena = 1.46 g/cm<sup>3</sup>

**Tabla 20**

*Resultado del % de vacíos*

<b>MUESTRA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	273.47	278.77	278.48	274.57	272.02
ÁREA VACÍOS (cm <sup>2</sup> )	106.91	110.84	103.06	123.03	94.10
ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	166.56	167.93	175.42	151.54	177.92
ÁREA NETA (%)	60.91	60.24	62.99	55.19	65.41
% VACÍOS	39.09	39.76	37.01	44.81	34.59

*Fuente:* Elaboración Propia

Obteniendo un porcentaje de vacíos 39.05 % siendo una unidad hueca que resulto siendo menor al 70% del área bruta.

#### e) Succión

Este ensayo se realizó para saber con qué rapidez pueda absorber el agua del mortero. Se realizó el ensayo con unidades enteras se procedió a pesar cada unidad codificada luego de haber registrado su peso de cada unidad, esta será expuesta a ser sumergida o estar en contacto con el agua a una altura de 3mm en una bandeja por un tiempo de un minuto, después se retira la unidad y se procede al pesar. Así podemos saber con qué rapidez el agua puede adherirse a la unidad de la superficie de asiento

Se calcula la succión con la siguiente expresión:

$$Succión = \frac{(P_{su} - P_{se}) * 200}{A}$$

**Tabla 21**

*Datos del ensayo de Succión*

Muestra	Ancho (cm) ap.	Largo (cm) Lp.	Área cm <sup>2</sup>	W seco (kg)	W succión (kg)
6	12.21	23.15	282.662	2.963	3.020
7	11.88	23.55	279.656	2.565	2.616
8	11.81	23.40	276.354	2.646	2.702
9	11.63	23.53	273.478	2.596	2.637
10	11.74	23.46	275.420	2.501	2.530

*Fuente:* Elaboración Propia

**Tabla 22**

*Resultados de Succión*

muestra	Succión
6	40.331
7	36.473
8	40.528
9	29.984
10	21.059
<b>promedio</b>	<b>33.675 gr/200cm<sup>2</sup>/min</b>

*Fuente:* Elaboración Propia

### RESUMEN DE VALORES DE LA UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

De los ensayos obtenidos tenemos los siguientes datos:

**Tabla 23**

*Resumen para Diseño de Albañilería*

CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD				
PORCENTAJE DE VACÍOS				39.05%
	LARGO	23.51925	cm	
DIMENSIONES PROMEDIO	ANCHO	9.10875	cm	CLASIFICACION E.0.70
	ALTURA	11.8115	cm	
	LARGO	0.362	%	TIPO IV
VARIACIÓN DIMENSIONAL	ANCHO	1.406	%	TIPO IV
	ALTURA	0.856	%	TIPO IV
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		154.16	kg/cm <sup>2</sup>	TIPO IV
TIPO DE UNIDAD		TIPO IV		Norma E.070
ABSORCIÓN				13.24%
SUCCIÓN				33.675 gr/200cm <sup>2</sup> /min

*Fuente:* Elaboración Propia

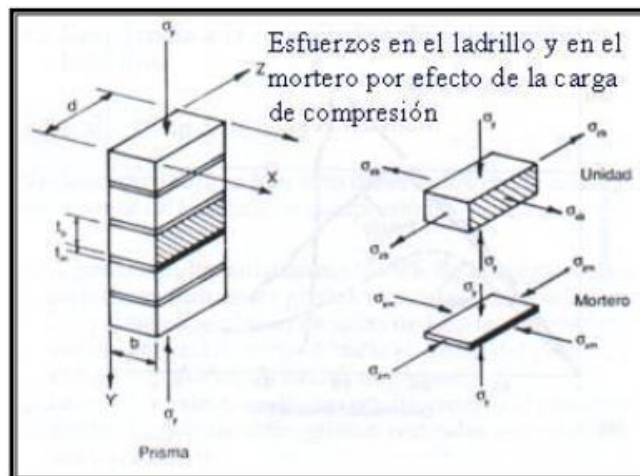
## D) RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL

### 1. COMPRESIÓN AXIAL POR PILA

Se procedió a realizar este ensayo, las unidades se sumergieron en agua por media hora antes de comenzar a asentar los ladrillos para hacer las pilas de tres hiladas, se procedió a hacer el mortero de acuerdo a la proporción 1:4 acorde al cálculo que se realizó para el diseño de la mezcla de mortero. Se hizo las pilas con mortero patrón y en 2%, 4% y 6% de sustitución de ceniza por cemento, de cada dosificación se realizó 9 muestras las mismas que se van a romper a los 14, 21 y 28 días.

Al construir las pilas se tuvo en consideración el espesor de la junta que debe ser de 1.5cm y el alineamiento que se controla con nivel y plomada.

Y se deja a temperatura ambiente. El ensayo se realizó no menor de 14 días de acuerdo como lo indica la NTP E. 0.70. que el ensayo se debe aplicar a los 28 días; haciendo respetar la norma se realizó ensayos a las edades de 14, 21 y 28 para verificar si se mantiene o incrementa o decrece la resistencia. Antes de proceder al rompimiento de las pilas se procedió a realizar un refrentado que consiste en yeso y cemento (1:2) en la parte superior e inferior de las pilas (las caras sometidas a esfuerzos). Finalizando se realizó la toma de medidas de sus dimensiones.



Se aplica la siguiente expresión:

$$f_m = \frac{P_{max}}{Ab}$$

Luego de hallar la resistencia, está se tiene que realizar una corrección por esbeltez de acuerdo al cuadro siguiente que especifica la norma E0.70

**Tabla 24***Factores de corrección por esbeltez*

Factor de corrección de fm por esbeltez						
Esbeltez	2	2.5	3	4	4.5	5
Factor	0.73	0.8	0.91	0.95	0.98	1

*Fuente:* NTP E0.30

La resistencia característica se calculó la siguiente expresión

$$f'm = f_m \text{ prom. corregida} - \sigma$$

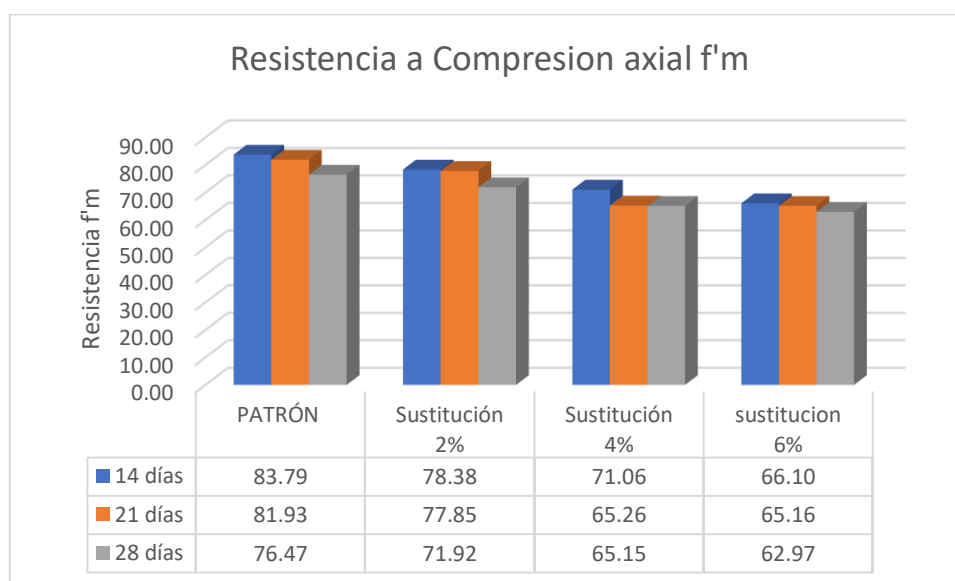
$f'm$  = Resistencia característica a compresión axial de la pila

$f_m$  prom. corregida = Resistencia promedio corregida a compresión

$\sigma$  = Desviación estándar

**Tabla 25***Resumen de Resultados por edades para obtención de f'm*

	días calendario		
	14 días	21 días	28 días
<b>PATRÓN</b>	83.79	81.93	76.47
<b>Sustitución 2%</b>	78.38	77.85	71.92
<b>Sustitución 4%</b>	71.06	65.26	65.15
<b>sustitución 6%</b>	66.10	65.16	62.97

*Fuente:* Elaboración Propia**Figura 5** Comparativo de los especímenes en diferentes edades

En la tabla N°25 solo se expresa los resultados de los ensayos realizados en laboratorio teniendo en cuenta su proceso constructivo, su detalle se encuentra en los anexos donde



se visualiza el procedimiento de cálculo en las diferentes edades, sabiendo que acorde a norma los ensayos no se pueden realizar antes de los 14 días, es por ello que se realizó un análisis a los 14, 21 y 28 días.

Se observa en la Figura N°5 que las pilas de control y de sustitución obtiene una mayor resistencia a los 14 días, así mismo ninguna muestra de reemplazo obtiene mayor resistencia que las de control.

Sin embargo, la pila de sustitución del 2% y 4% tienen mayor resistencia a la requerida, sabiendo que la norma nos exige un  $f'm$  (pilas) = 65 kg/cm<sup>2</sup>.



## 2. COMPRESIÓN EN DIAGONAL DE MURETE

Este ensayo se realiza exponiendo el murete a una carga de compresión, la misma que es distribuida uniformemente sobre las superficies de contacto.

Se analiza de acuerdo a la falla que se produce: puede ser escalonado o cortando las unidades. Este ensayo se realiza porque representa las acciones sísmicas que se producen en las edificaciones.

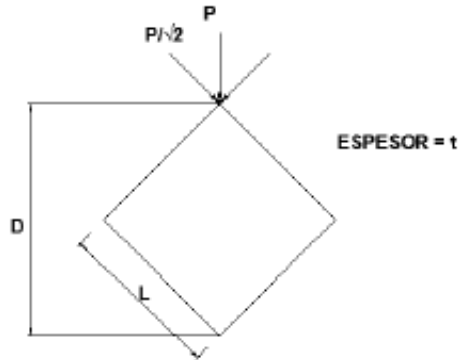
Estos muretes se realizaron con un mortero 1:4, junta de 1.5cm, fueron ensayados en el laboratorio de la Universidad de la Pedro Ruiz donde especifico el encargado que las dimensiones máximas sería de 50 por cada lado a la edad de 28 días, así como se indica en la NTP E. 0.70

La fórmula que se aplica es:

$$v'm = \frac{P}{A}$$

$$D = \sqrt{L_p^2 + H_p^2}$$

$$A = D * T_p \text{ (área diagonal)}$$



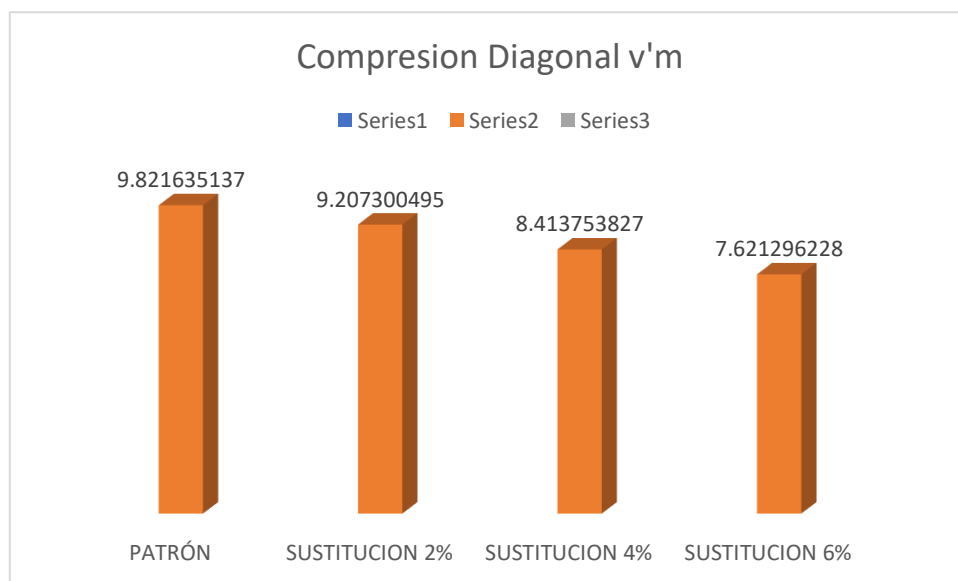
Las muestras en ensayadas a la edad de los 28 días en los diferentes porcentajes de reemplazo, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 26**

*Detalle de Resultados obtenidos a 28 dias v'm*

DESCRIPCION	DÍAS	RESISTENCIA OBTENIDA
PATRÓN	28	9.821635137
SUSTITUCION 2%	28	9.207300495
SUSTITUCION 4%	28	8.413753827
SUSTITUCION 6%	28	7.621296228

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 6** Comparativo de Resultados de v'm

Siendo estos resultados se define que ninguna de las resistencias de reemplazado de ceniza es mayores a la muestra patrón, así mismo se determina que la resistencia según

cuadro siguiente la norma describe que la resistencia teórica a los 28 días en murete es: 8.1kg/cm<sup>2</sup>.

TABLA 9 (**) RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa ( kg / cm <sup>2</sup> )				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD $f_k$	PILAS $f_m$	MURETES $v_m$
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Dando a conocer y en comparación los resultados y la NTP el reemplazo de ceniza optima es hasta el 4% siendo que esta es mayor aun al  $v_m$  teórico.

### 3.2 DISCUSIONES

Teniendo en cuenta el primer objetivo y analizando los resultados obtenidos se indica que la caracterización de la ceniza, no cumple con la NTP. En la composición química los resultados son inferiores a los requisitos mínimos establecidos. Sin embargo, las características físicas se encuentran dentro de los registros físicos en las diferentes clases que se indican.

Obteniendo los resultados de los ensayos realizados y comparando con la NTP se determina que se encuentra dentro de los parámetros establecidos, teniendo como base principal los requerimientos mínimos respecto al agregado fino y elaboración del mortero.

Con los resultados extraídos de los ensayos se tuvo que realizar la clasificación de las unidades de albañilería, teniendo que hacer comparación con la norma técnica peruana E. 070. Con este dato categorizando la unidad, se procederá a realizar para obtener la característica mecánica.

Siendo los resultados de la resistencia a compresión en las pilas y muretes, se hizo una comparación con los resultados de la unidades de albañilería, y verificando con la norma peruana en los diferentes % de sustitución de la ceniza por el cemento, se obtiene si es favorable o no los resultados obtenidos.

#### **IV. CONCLUSIONES**

Los resultados de FRX en comparación con el NTP no cumplen los requisitos químicos, además en la DRX e Índice de Actividad determina propiedades puzolánicas y se consideró 48µm tamaño de partícula por evidencia dado que aumenta la resistencia.

Se determinó que las muestras de sustitución no son satisfactorias al espécimen patrón, ya que son inferiores a su resistencia; pero sin embargo existe un ligero incremento entre ellas y sus edades que puede ser útil para mayores % de ceniza y obtener la resistencia requerida.

Los ensayos realizados para determinar  $f'_b$ , ha permitido evaluar y diagnosticar la calidad de las unidades de albañilería cumpliendo con las características indicadas en la NTP E 0.70, teniendo como resultado su clase Tipo IV y su aceptación.

Las muestras tomadas tanto de las pilas y los muretes dan acorde que la sustitución óptima para ambas es del 4% ya que cumplen con lo requerido en NTP y a la vez se determina que la falla en diagonal fue directa eso da indicar que el mortero es adherente a las unidades.

#### **V. RECOMENDACIONES**

Teniendo el resultado de las Características de la Cenizas otorgadas por la universidad como apoyo para mi investigación, sabiendo que debe tener una variedad de tipologías y siendo el inicio del desarrollo de mi presente tesis; se recomienda analizar desde el inicio de cultivo hasta la obtención del producto final (ceniza), en todo el departamento de Lambayeque; tipo de terreno, tipo de sembrío, cantidad de fertilizantes, calidad de caña de azúcar, tiempo para su cosecha, regado de los sembrado, luego al estar en la empresa industrial, precisar tiempo, duración, temperatura y procedimiento de quemado, hasta la obtención de lo que se requiere.

Se recomienda que un teniendo M.F. dentro de los parámetros se pide tomar muestras en diferentes y hacer variedad de muestras incluyendo con el % de ceniza que será reemplazo del cemento, y tener resultados más precisos.

Se recomienda utilizar ladrillo sólido industrial, siendo una zona sísmica nivel 4, según indica NTP. Acorde a lo que requiere en muros portantes.

Se recomienda tener los puntos antes mencionados para realizar una evaluación exhaustiva de los resultados y sacar provecho de la materia que será la sustitución del cemento y será un gran avance y económico en la evolución de la construcción.

## VI. REFERENCIA

- Acuña, C, E; Caballero, H, R. (2018). *Resistencia a la compresion y flexion de un concreto estructural mediante la sustitucion parcial del cemento por ceniza de bagazo de caña de azucar (CBCA) - Jacinto*. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa.
- Arana, S. M. (2018). *Ceniza de bagazo de caña de azucar como sustituto parcial de cemento portland en la elaboracion de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>*. Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza de Amazonas.
- Babbage, J. E. (2006). *Morteros secos en el campo de la construccion*. Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.
- Babbage, J. M. (2006). *Mortero Secos en el campo de la construccion*. Lima: Univerisidad Nacional de Ingenieria .
- Bazan, C. H. (2017). *Empleo de la Ceniza de bagazo de caña de azucar CBCA como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboracion del concreto hidraulico*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Berenguer, R, A; Nogueria, F, A; Marden, S; Barreto, E, C; Helene, P; Melo, A, A . (2018). La influencia de las cenizas de bagazo de caña de azucar como reemplazo parcial del cemento en la resistencia a la compresion de los morteros. *ALCONPAT*, 30-37.
- Calderon, L, F; MArtinez, S, I. (2017). *Influencia del tamaño de partícula y del porcentaje de reemplazo de ceniza de bagazo de caña de azucar (CBCA) por cemento portland tipo I sobre la Resistencia a la compresion, actividad puzolanica y reactividad alcali-silice en mortero modificados*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Chavez, C. H. (2017). *Empleo de la ceniza de bagazo de caña de azucar (CBCA) como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboracion del concreto hidraulico*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Chunga, A. L., & Chilcon, H. C. (2016). *Evaluacion de la calidad del concreto a usar en construcciones informales en la ciudad de pimentel - chiclayo- lambayeque*. lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Cordeiro, G, C; Toledo, R, D; Fairbaim, E, M. (2009). Effect of calcination temperature on the pozzolanic activityof sugar cane bagasse ash. *Construction and Building Materials*, 3301-3303.
- Del Rosal, J. A. (2017). Construcción y tecnología en concreto. *Instituto mexicano del cemento y de concreto A.C*, 14-21.
- Garcia, J. I. (2002). Materiales alternativos al cemento portland. *Avance y Perspectiva* , 79-88.
- Gomero, B. W. (2006). *Aditivos y adiciones minerales para el concreto*. Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.
- Gonzales, L. M. (1989). *Estudio de la reaccion en el sistema puzolana natural  $Co(OH)_2$ , en presencia de agua*. MONTERREY: Universidad Autonoma de Nuevo Leon .
- Hernandez, U. (2011). *Comportamiento mecanico y fisico del mortero a base de CBCA como arido en aplanados en muros*. Xalapa: Univerdad Veracruzana.

- Jaen, U. H. (2011). *Comportamiento mecanico y fisico del mortero a base de CBCA como arido en aplanado de muros*. Xalapa: Universidad Veracruzana.
- Navas, A; Reyes, R; Galvan, L. (2015). Impactos ambientales asociados con el proceso de produccion del concreto. *Enfoque UTE*, 67-80.
- Orozco, M; Avila, Y; Restrepo, S; Parady A. (2018). Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigon. *Revista Ingenieria de Construccion* , 161-172.
- Pilco, O. (2016). *Impacto socioambiental de la empresa Cemento Sur en la comunidad sana antonio de chijura del distrito de caracoto*. Puno: Universidad Nacional de Altiplano.
- Qing, X; Tao, J; Gao, S; Yang, Z; Wu, N. (2018). Characteristic and Applications of Sugar Cane Bagasse Ash Waste in Cementitious Materials. *Materiales*, 1-19.
- Rivva, L. (1992). Diseño de mezclas. *Tecnologia del concreto*, 2-22.
- Torres, B, J; Gaitan, J, R; Espinoza, L, J; Escalante, J,,I. (2014). Valorizacion de ceniza de bagaso de caña de la industria azucarera Nicaragüense como sustituto parcial al cemento portland . *Revista Cientifica Nexo*, 82-89.
- Vasquez, L. A. (2018). *Evaluacion de las propiedades del concretp con puzolana obtenido del bagazo de caña de azucar*. Cayalti: Universidad Señor de Sipan.

## **VII. ANEXOS**

**ANEXO 01: FLUORESCENCIA DE RAYOS X,  
DIFRACCIÓN DE RAYOS X, ÍNDICE DE ACTIVIDAD  
CON EL CEMENTO y TAMIZADO - MOLIENDA**





**INFORME DE ENSAYOS**

**N° 073-FB/19**

Forma ID-01  
Revisión 01-10

**N° DE SOLICITUD** : 010/19  
**SOLICITANTE** : Universidad Señor de Sipán  
**DIRECCIÓN** : Camotera Pimentel Km 5  
**TIPO DE MUESTRAS** : Ceniza <sup>(1)</sup>  
**PRESENTACIÓN** : En bolsa plástica, fina  
**ORDEN** : OS 45297  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 29/01/2019  
**FECHA DE ENSAYO** : 11-13/02/2019  
**FECHA DE EMISIÓN** : 13/02/2019

**MÉTODOS**

Pág. 1 de 1

**ARPL PEX-03** : Análisis Químico de Material arcillosos, aluminosilicatos por Fluorescencia de Rayos X / Perla Fundida

RESULTADOS:		Ceniza Grupo 12- USS	MÉTODO
Dióxido de silicio, SiO <sub>2</sub>	%	43.5	ARPL PEX-03
Trióxido de aluminio, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	1.9	ARPL PEX-03
Trióxido de hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.73	ARPL PEX-03
Oxido de calcio, CaO	%	8.0	ARPL PEX-03
Oxido de magnesio, MgO	%	1.98	ARPL PEX-03
Trióxido de azufre, SO <sub>3</sub>	%	3.36	ARPL PEX-03
Oxido de sodio, Na <sub>2</sub> O	%	0.26	ARPL PEX-03
Oxido de potasio, K <sub>2</sub> O	%	5.20	ARPL PEX-03
Dióxido de titanio, TiO <sub>2</sub>	%	0.1	ARPL PEX-03
Pentóxido de fósforo, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0.6	ARPL PEX-03
Oxido de manganeso, MnO	%	0.0	ARPL PEX-03
Oxido de estroncio, SrO	%	0.0	ARPL PEX-03
Pérdida por calcinación	%	33.5	ARPL PEX-03
<b>TOTAL</b>	<b>%</b>	<b>99.1</b>	

**OBSERVACIONES:**

1. La muestra, su identificación y los datos de referencia fueron libremente elegidos y proporcionados por el solicitante.
2. Los resultados indicados son válidos para la muestra entregada por el Solicitante y analizada en ARPL.
3. El Informe no puede ser utilizado como un Certificado de Conformidad de Producto.

Está totalmente prohibida la reproducción parcial de este Documento sin la autorización de ARPL Tecnología Industrial S.A.  
 AV. Carlos Villarín 508 1° Piso, Lima 13 Perú Tel. (511) 701-7000; RUC 2010079331 correo electrónico: laboratorio@arpl.com



INFORME DE ENSAYOS  
N° 074-FB/19

FORMA 01  
REV 01-18

N° DE SOLICITUD : 010/19  
 SOLICITANTE : Universidad Señor de Sipán  
 DIRECCIÓN : Carretera Pimentel Km 5  
 TIPO DE MUESTRAS : Ceniza<sup>[1]</sup>  
 PRESENTACIÓN : En bolsa plástica, fina  
 REFERENCIA : OS 45297  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29/01/2019  
 FECHA DE ENSAYO : 11-13/02/2019  
 FECHA DE EMISIÓN : 13/02/2019

MÉTODO

Página 1 de 2

ARPL Método Rietveld-TOPAS : Análisis por Difracción de Rayos X (povos cristalinos)

IDENTIFICACIÓN MUESTRA : Ceniza Grupo 12- USS

Resultados, Difracción de rayos X

Mineral identificado	Fórmula Química	Grupo	Comp. %
Amorfo	-	-	65
Calcita	CaCO <sub>3</sub>	carbonato	11
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	óxido	9
Anhidrita	CaSO <sub>4</sub>	sulfato	4
Órtoclasa	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	feldespato	4
Magnesita	MgCO <sub>3</sub>	carbonato	3
Lonsdaleite	C	elemento	2
Labradorita	(Ca,Na)AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	feldespato	1
Talco	Mg <sub>3</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>	silicato	1
Muscovita	ver nota 2	mica	1

OBSERVACIONES:

1. La muestra, su identificación y los datos de referencia fueron libremente elegidos y proporcionados por el solicitante.
2.  $K(Mg,Fe^{2+})(Fe^{3+},Al)(Si_4O_{10})(OH)_2$
3. Los resultados indicados son válidos para la muestra entregada por el Solicitante y analizada en ARPL.
4. El Informe no puede ser utilizado como un Certificado de Conformidad de Producto.



## INFORME DE ENSAYOS

N° 135-MZ/19

Formato AD-01  
Revisión 01-19

**N° DE SOLICITUD** : 010/19  
**SOLICITANTE** : Universidad Señor de Sipan  
**DIRECCIÓN** : Carretera Pimental Km 5  
**TIPO DE MUESTRAS** : Ceniza <sup>TI</sup>  
**PRESENTACIÓN** : En bolsa plástica, fina  
**REFERENCIA** : OS 45297  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 29/01/2019  
**FECHA DE ENSAYO** : 1/02-01/03/2019  
**FECHA DE EMISIÓN** : 1/03/2019

Pág. 1 de 1

---

**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA** : Ceniza Grupo 12-USS

---

### MÉTODOS

---

ASTM C595/C595M-18 Anexo A1 : Standard Specification for Blended Hydraulic Cement. Activity Index with Portland Cement

---

RESULTADOS	Ceniza Grupo 12-USS Cemento Portland TI-USS	MÉTODO	
Índice de actividad con Cemento Portland			
Actividad a 7 días	%	96	ASTM C595/C595M-18 Anexo A1
Actividad a 28 días	%	86	*

### OBSERVACIONES:

1. La muestra, su identificación y los datos de referencia fueron libremente elegidos y proporcionados por el solicitante.
2. Morteros preparados usando "Cemento tipo I-USS" enviado por el Solicitante.
3. Los resultados indicados son válidos para la muestra entregada por el Solicitante y analizada en ARPL.
4. El Informe no puede ser utilizado como un Certificado de Conformidad de Producto.

## INFORME TÉCNICO

### OBJETIVO:

Obtener el diámetro de partícula de  $48\ \mu\text{m}$  deseable para realizar el mortero.

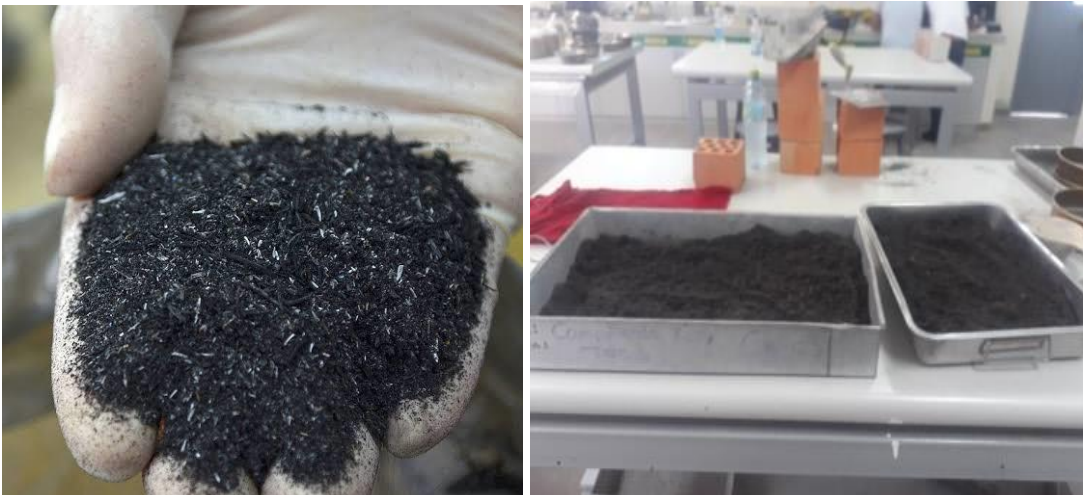
### PROCEDIMIENTO

Se obtuvo de la Azucarera de Cayaltí una muestra de la ceniza.

Se llevo a laboratorio para comenzar a realizar el tamizado para poder retirar la materia orgánica

Se procedió a colocar en horno a una tempera  $110^{\circ}\text{C}$  por 24 horas

Posteriormente se realizó la molienda en molino manual el cual conlleva tiempo para realizar al tamaño de partícula deseable.



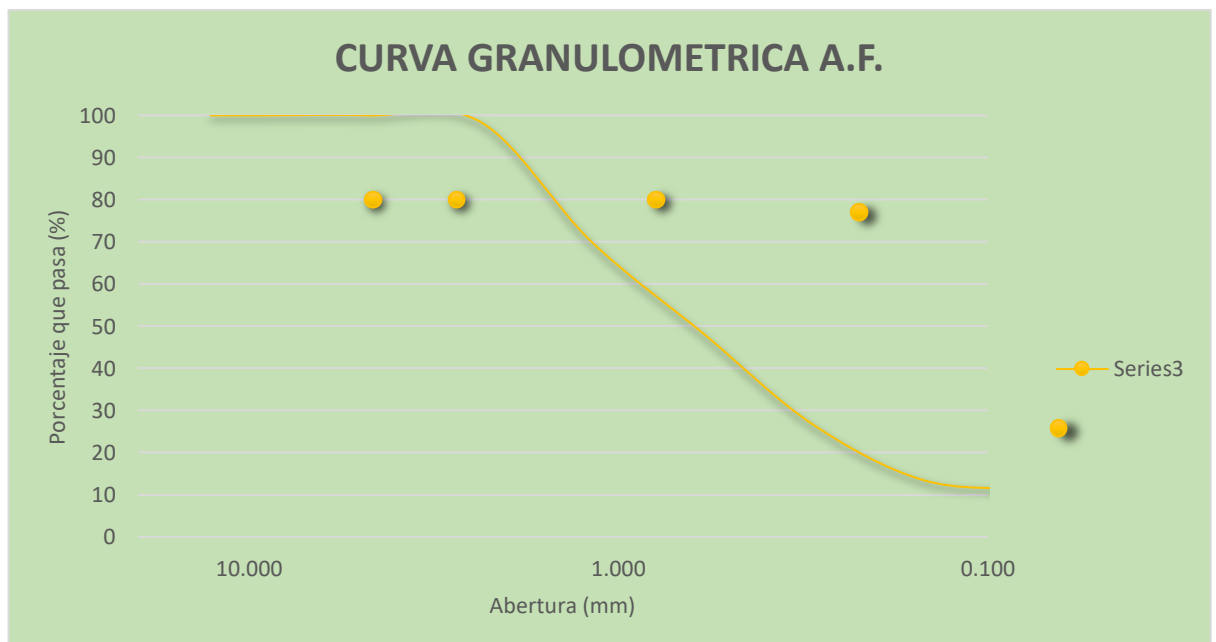
## ANEXO 02: OBTENER LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS PARA DISEÑO DE MEZCLAS

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA  
 TESISTA: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN  
 ENSAYO: ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO  
 REFERENCIA: NORMA ASTM C-136

PESO INICIAL 512.001

Malla		Peso Retenido	% Retenido	%Acumulado Retenido	%Acumulado que pasa
Pulg.	(mm)				
1/2"	12.700	0.000	0.000	0.000	100.000
3/8"	9.500	0.000	0.000	0.000	100.000
N°004	4.750	0.001	0.000	0.000	100.000
N°008	2.360	8.000	1.562	1.562	98.438
N°016	1.180	145.800	28.477	30.039	69.961
N°030	0.580	113.500	22.168	52.207	47.793
N°050	0.300	106.900	20.879	73.086	26.914
N°100	0.150	68.500	13.379	86.465	13.535
N°200	0.075	12.000	2.344	88.808	11.192
FONDO		57.300	11.191	100.000	0.000

Módulo de fineza = 2.4336



TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA  
GRACIELA ELIZABETH GONZALES  
TESISTA: ESQUEN  
ENSAYO: PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y CONTENIDO DE HUMEDAD  
REFERENCIA: NORMA ASTM C-29 Y C-566

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

		A	B
Peso de la muestra suelta + recipiente	gr.	9647	9216
Peso del recipiente	gr.	5269	5269
Peso de muestra	gr.	4378	4509
Constante o volumen	m3	0.002827	0.002827
Peso unitario suelto húmedo	kg/m3	1548.63813	1594.97701
Peso unitario suelto húmedo (promedio)	kg/m3	1571.808	
Peso unitario suelto seco (promedio)	kg/m3	1541.556	

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

		A	B
Peso de la muestra suelta + recipiente	gr.	10102	10098
Peso del recipiente	gr.	5269	5269
Peso de muestra	gr.	4833	4829
Constante o volumen	m3	0.002827	0.002827
Peso unitario suelto húmedo	kg/m3	1709.58613	1708.17121
Peso unitario compactado húmedo (promedio)	kg/m3	1708.879	
Peso unitario seco compactado (promedio)	kg/m3	1675.988	

: Contenido de humedad del agregado fino

: Norma ASTM C-535 ó N.T.P.

339.185

**Ensayo**

**Referencia**

**3.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso de muestra húmeda	gr.	500	521
Peso de muestra seca	gr.	491.7	509.2
Peso de recipiente	gr.	73	73
Contenido de humedad	%	1.660	2.265
Contenido de humedad (promedio)	%	1.962	

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESISTA: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN

ENSAYO: PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

REFERENCIA: NORMA ASTM C-128 ó NTP. 400.022

I. DATOS

1.-	Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso agua	gr.	975.00
2.-	Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	gr.	676.90
3.-	Peso del agua	gr.	298.10
4.-	Peso de la arena secado al horno + peso del frasco	gr.	670.28
5.-	Peso del frasco	gr.	176.90
6.-	Peso de la arena secado al horno	gr.	493.38
7.-	Volumen del frasco	cm3	500.00

II. RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DE MASA	gr/cm3.	2.444
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	gr/cm3.	2.527
PESO ESPECIFICO APARENTE	gr/cm3.	2.527
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.342



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESISTA: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN

ENSAYO: ENSAYO DE FLUIDEZ DEL MORTERO NORMA NTP.

REFERENCIA: 334.057

$$FLUIDEZ = (D_p - D_i) * 100 / D_i$$

D. Inicial

10.16

Descripción	Diametro	Dp	Fluidez
patrón	21.31	21.49	111.535433
	21.38		
	20.98		
	21.73		
	22.06		
-2%	20.18	20.77	104.389764
	19.90		
	21.50		
	20.70		
	21.55		
-4%	22.00	21.45	111.122047
	21.60		
	21.00		
	21.35		
	21.30		
-6%	21.32	20.44	101.220472
	20.00		
	19.80		
	20.00		
	21.10		

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESISTA: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN

ENSAYO: ENSAYO DE COMPRESIÓN EN CUBOS DE MORTERO

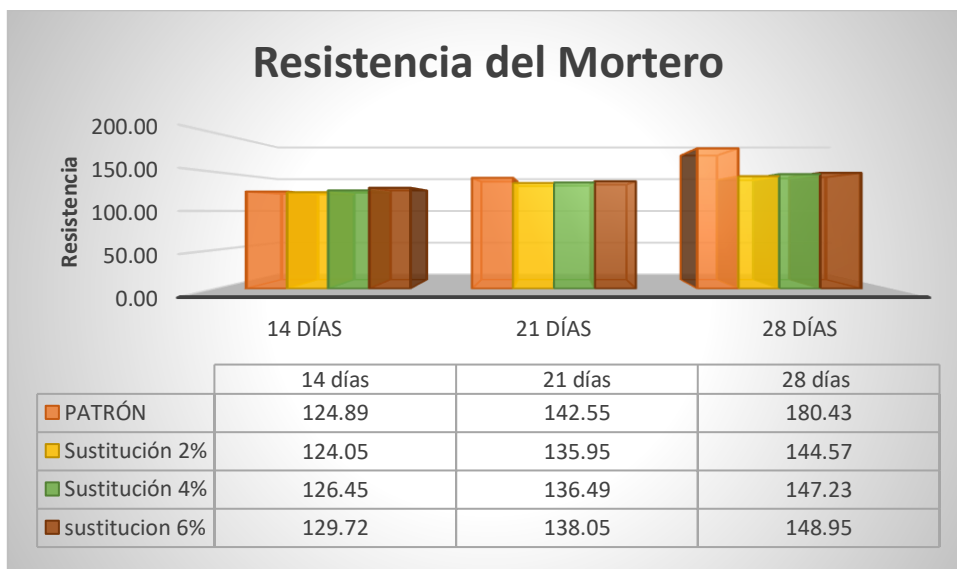
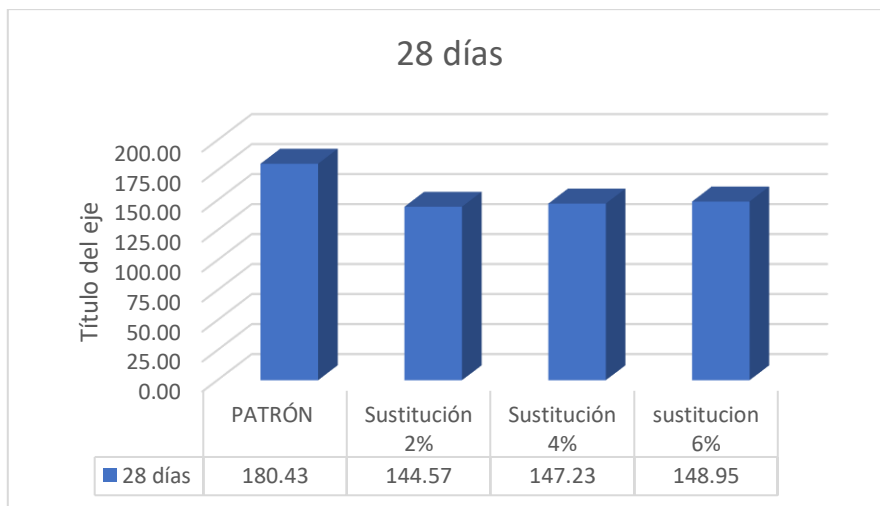
REFERENCIA: N.T.P 334.051

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO						
DESCRIPCION	MUESTRA	ROTURA	SECCION (cm x cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN	M1 - 1	14	5.0 x 5.0	25.00	3147	124.89
			5.0 x 5.0	25.00	3193	
			5.0 x 5.0	25.00	3027	
	M1 - 2	21	5.0 x 5.0	25.00	3605	142.55
			5.0 x 5.0	25.00	3508	
			5.0 x 5.0	25.00	3578	
	M1 - 3	28	5.0 x 5.0	25.00	4501	180.43
			5.0 x 5.0	25.00	4408	
			5.0 x 5.0	25.00	4623	
SUSTITUCIÓN -2%	M1 - 1	14	5.0 x 5.0	25.00	3152	124.05
			5.0 x 5.0	25.00	3062	
			5.0 x 5.0	25.00	3090	
	M1 - 2	21	5.0 x 5.0	25.00	3425	135.95
			5.0 x 5.0	25.00	3368	
			5.0 x 5.0	25.00	3403	
	M1 - 3	28	5.0 x 5.0	25.00	3621	144.57
			5.0 x 5.0	25.00	3598	
			5.0 x 5.0	25.00	3624	
SUSTITUCIÓN -4%	M1 - 1	14	5.0 x 5.0	25.00	3200	126.45
			5.0 x 5.0	25.00	3178	
			5.0 x 5.0	25.00	3106	

	M1 - 2	21	5.0 x 5.0	25.00	3414	136.49
			5.0 x 5.0	25.00	3398	
			5.0 x 5.0	25.00	3425	
	M1 - 3	28	5.0 x 5.0	25.00	3654	147.23
			5.0 x 5.0	25.00	3701	
			5.0 x 5.0	25.00	3687	
SUSTITUCIÓN -6%	M1 - 1	14	5.0 x 5.0	25.00	3250	129.72
			5.0 x 5.0	25.00	3303	
			5.0 x 5.0	25.00	3176	
	M1 - 2	21	5.0 x 5.0	25.00	3422	138.05
			5.0 x 5.0	25.00	3482	
			5.0 x 5.0	25.00	3450	
	M1 - 3	28	5.0 x 5.0	25.00	3695	148.95
			5.0 x 5.0	25.00	3717	
			5.0 x 5.0	25.00	3759	

#### GRAFICA: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN





ANEXO 03: PROPIEDADES FISICOS Y  
MECANICOS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESISTA: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN

ENSAYO: VARIACION DIMENSIONAL

$$\%V = \frac{DN - DP * 100}{DN}$$

DN=

L	H	A
23.5	9.2	12

MUESTRA	L (cm)				L (prom)	V.D	H (cm)				H (prom)	V.D.	A (cm)				A (prom)	V.D
	1	2	3	4			1	2	3	4			1	2	3	4		
1	23.6	23.6	23.5	23.5	23.550	-0.213	9	8.8	9.15	9.05	9.000	2.174	11.7	11.7	11.75	11.65	11.700	2.500
2	23.65	23.45	23.5	23.45	23.513	-0.053	9.3	9.15	9.25	9.2	9.225	-0.272	11.9	11.9	11.9	11.9	11.900	0.833
3	23.6	23.55	23.45	23.6	23.550	-0.213	9.2	9.4	9.37	9.22	9.298	-1.060	11.8	12.05	11.85	11.9	11.900	0.833
4	23.5	23.45	23.6	23.8	23.588	-0.372	9.17	8.9	9.15	9.17	9.098	1.114	11.58	11.75	11.8	11.7	11.708	2.438
5	23.5	23.4	23.6	23.6	23.525	-0.106	9.21	9.18	9.11	9.1	9.150	0.543	11.72	11.6	11.71	11.72	11.688	2.604
6	23.1	23.2	23.9	23.2	23.350	0.638	9.25	9.05	9.2	9.2	9.175	0.272	12.5	11.8	11.92	11.83	12.013	-0.104
7	23.6	23.5	23.5	23.4	23.500	0.000	9	9	8.7	8.75	8.863	3.668	11.9	11.85	11.9	11.9	11.888	0.938
8	23.3	23.5	23.7	23.6	23.525	-0.106	8.9	9.12	9	9.1	9.030	1.848	11.82	11.8	11.8	11.8	11.805	1.625
9	23.5	23.55	23.75	23.65	23.613	-0.479	9.1	9.15	9.2	9.2	9.163	0.408	11.65	11.6	11.9	11.85	11.750	2.083
10	23.4	23.52	23.6	23.4	23.480	0.085	9.1	9.05	9.1	9.1	9.088	1.223	11.7	11.78	11.78	11.8	11.765	1.958
							0.362					1.406						-0.856

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESISTA: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN

ENSAYO: ENSAYO E Absorción

REFERENCIA: NORMA NTP. 399.613

Wd= Peso seco del espécimen

Ws= Peso de espécimen saturado

$$\text{Absorción \%} = 100 \frac{W_s - W_d}{W_d}$$

Datos y Resultados

Espécimen	Peso (Kg)		Absorción
	Seco	24 (hora)	
1	2.400	2.836	15.374%
2	2.520	2.878	12.439%
3	2.596	2.902	10.544%
4	2.506	2.840	11.761%
5	2.714	3.234	16.079%
		<b>Promedio</b>	<b>13.239%</b>

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA  
 TESISTA: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN  
 ENSAYO: Ensayo de Succión  
 REFERENCIA: NORMA NTP. 399.613

*Psu= peso de unidad en succion*

*Pse= peso de unidad en seco*

*A= área de contacto de la unidad*

$$\text{Succión \%} = \frac{(P_{su} - P_{se}) * 200}{A}$$

muestra	ancho (cm)		largo (cm)		Wseco (kg)	Wsuccion (kg)
	a1	a2	l1	l2		
6	12.5	11.92	23.1	23.2	2.963	3.020
7	11.9	11.85	23.6	23.5	2.565	2.616
8	11.82	11.8	23.3	23.5	2.646	2.702
9	11.65	11.6	23.5	23.55	2.596	2.637
10	11.7	11.78	23.4	23.52	2.501	2.530

Muestra	Ancho (cm)	Largo (cm)	Área cm2	Wseco (kg)	Wsuccion (kg)
	ap	lp			
6	12.21	23.15	282.662	2.963	3.020
7	11.88	23.55	279.656	2.565	2.616
8	11.81	23.40	276.354	2.646	2.702
9	11.63	23.53	273.478	2.596	2.637
10	11.74	23.46	275.420	2.501	2.530

muestra	succion
6	40.331
7	36.473
8	40.528
9	29.984
10	21.059
<b>promedio</b>	<b>33.675</b>



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESISTA: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN

ENSAYO: Porcentaje de Vacíos

REFERENCIA: NORMA NTP. 399.613

MUESTRA	1	2	3	4	5
AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	273.47	278.77	278.48	274.57	272.02
ÁREA VACÍOS (cm <sup>2</sup> )	106.91	110.84	103.06	123.03	94.10
ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	166.56	167.93	175.42	151.54	177.92
ÁREA NETA (%)	60.91	60.24	62.99	55.19	65.41
% VACÍOS	39.09	39.76	37.01	44.81	34.59

<b>CLASIF. DE UNIDAD</b>	<b>39.05</b>	POR LO TANTO, UNIDAD HUECA
--------------------------	--------------	----------------------------

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA  
 TESISTA: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN  
 ENSAYO: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA  
 REFERENCIA: NORMA NTP. 399.613

MUESTRA	ANCHO (cm)		Ancho prom.	LARGO (cm)		Largo prom.
	a1	a2		l1	l2	
1	11.70	11.82	11.76	12.00	12.20	12.10
2	11.90	11.91	11.91	12.10	12.50	12.30
3	11.90	12.05	11.98	12.60	12.40	12.50
4	11.82	11.85	11.84	12.00	12.20	12.10
5	11.70	11.80	11.75	12.20	12.50	12.35

MUESTRA	Ancho prom.	Largo prom.	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Resistencia f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
1	11.76	12.10	142.30	25905	182.0501
2	11.91	12.30	146.43	26377	180.1320
3	11.98	12.50	149.69	25673	171.5106
4	11.84	12.10	143.20	20959	146.3582
5	11.75	12.35	145.11	22989	158.4219

<b>promedio</b>	<b>167.69</b>
<b>s: Desviacion standart</b>	<b>13.54</b>
<b>f'b</b>	<b>154.16</b>

ANEXO 04: RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL  
DE PILAS Y COMPRESIÓN EN DIAGONAL DE  
MURETES

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO  
 CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR  
 LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN MUROS DE  
 ALBAÑILERÍA

TESISTA: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN  
 ENSAYO DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE

ENSAYO: ALBAÑILERÍA

REFERENCIA: N.T.P 399.605

$$f'm = \frac{P}{A} \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$$

PATRÓN 14 días

N° Pila	L (cm)		T (cm)		H (cm)	
	l1	l2	t1	t2	h1	h2
P- 1	23.6	23.5	11.8	11.8	29.4	30
P- 2	23.2	23.15	12.05	12	29.55	30.2
P- 3	23.6	23.45	12	11.95	30.1	29.8

N° Pila	Lp	Tp	Hp	P	A (cm <sup>2</sup> )	f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	23.55	11.80	29.70	32804	277.89	118.047
P- 2	23.18	12.03	29.88	31506	278.68	113.055
P- 3	23.53	11.98	29.95	28923	281.71	102.669

N° pila	f'm	E =Hp/Tp	CC	f'mc. (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	118.047	2.52	0.804 4	94.957
P- 2	113.055	2.48	0.797 2	90.127
P- 3	102.669	2.50	0.800 0	82.135
<b>RESISTENCIA f'm p.c</b>				<b>89.073</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>5.287</b>
<b>RESISTENCIA f'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>83.786</b>

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE  
 BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A  
 COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESISTA: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN

ENSAYO: ENSAYO DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

REFERENCIA: N.T.P 399.605

$$f'm = \frac{P}{A} \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$$

PATRÓ

N 21 días

N° Pila	L (cm)		T (cm)		H (cm)	
	l1	l2	t1	t2	h1	h2
P- 1	23.7	24	11.8	11.6	29.8	29.7
P- 2	23.6	23.5	11.75	11.7	30	30.1
P- 3	23.8	23.5	11.8	11.8	30	30

N° Pila	Lp	Tp	Hp	P	A (cm <sup>2</sup> )	f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	23.85	11.70	29.75	28089	279.05	100.661
P- 2	23.55	11.73	30.05	29119	276.12	105.456
P- 3	23.65	11.80	30.00	28976	279.07	103.831

N° pila	f'm	E =Hp/Tp	CC	f'mc. (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	100.661	2.54	0.8088	81.415
P- 2	105.456	2.56	0.8132	85.757
P- 3	103.831	2.54	0.8088	83.978
<b>RESISTENCIA f'm p.c</b>				<b>83.717</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>1.782</b>
<b>RESISTENCIA f'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>81.934</b>

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE  
 BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A  
 COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESISTA

: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN

ENSAYO: ENSAYO DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE  
 O: ALBAÑILERÍA

REFERENCIA: N.T.P 399.605

$$f'm = \frac{P}{A} \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$$

PATRÓN 28 días

N° Pila	L (cm)		T (cm)		H (cm)	
	l1	l2	t1	t2	h1	h2
P- 1	23.58	23.50	11.50	11.50	29.50	30.00
P- 2	23.10	23.10	12.00	12.00	29.50	30.00
P- 3	23.55	23.50	12.00	11.80	30.00	30.00

N° Pila	Lp	Tp	Hp	P	A (cm <sup>2</sup> )	f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	23.54	11.50	29.75	26083.00	270.71	96.35
P- 2	23.10	12.00	29.75	27250.00	277.20	98.30
P- 3	23.53	11.90	30.00	26435.00	279.95	94.43

N° pila	f'm	E =Hp/Tp	CC	f'mc. (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	96.350	2.59	0.8200	79.007
P- 2	98.304	2.48	0.7972	78.368
P- 3	94.428	2.52	0.8044	75.958
<b>RESISTENCIA f'm p.c</b>				<b>77.778</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>1.313</b>
<b>RESISTENCIA f'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>76.465</b>

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE  
 BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A  
 COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESISTA: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN  
 ENSAYO DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE  
 ALBAÑILERÍA

REFERENCIA: N.T.P 399.605

$$f'm = \frac{P}{A} \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$$

2% 14 días

N° Pila	L (cm)		T (cm)		H (cm)	
	l1	l2	t1	t2	h1	h2
P- 1	23.55	23.57	11.80	11.80	29.82	29.60
P- 2	23.45	23.45	11.82	11.80	29.80	29.85
P- 3	23.50	23.52	11.90	11.89	30.20	29.80

N° Pila	Lp	Tp	Hp	P	A (cm <sup>2</sup> )	f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	23.56	11.80	29.71	27008.0 0	278.01	97.15
P- 2	23.45	11.81	29.83	27520.0 0	276.94	99.37
P- 3	23.51	11.90	30.00	29058.0 0	279.65	103.91

N° pila	f'm	E =Hp/Tp	CC	f'mc. (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	97.148	2.52	0.8044	78.146
P- 2	99.370	2.53	0.8066	80.152
P- 3	103.908	2.52	0.8044	83.584
<b>RESISTENCIA f'm p.c</b>				<b>80.627</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>2.245</b>
<b>RESISTENCIA f'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>78.382</b>

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESISTA: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN  
 ENSAYO DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE

ENSAYO: ALBAÑILERÍA

REFERENCIA: N.T.P 399.605

$$f'm = \frac{P}{A} \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$$

2% 21 días

N° Pila	L (cm)		T (cm)		H (cm)	
	l1	l2	t1	t2	h1	h2
P- 1	23.40	23.40	11.80	11.60	29.80	29.70
P- 2	23.40	23.62	11.80	11.80	30.40	30.00
P- 3	23.50	23.51	11.90	12.00	30.00	30.40

N° Pila	Lp	Tp	Hp	P	A (cm <sup>2</sup> )	f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	23.40	11.70	29.75	26293.00	273.78	96.04
P- 2	23.51	11.80	30.20	27852.00	277.42	100.40
P- 3	23.51	11.95	30.20	27563.00	280.88	98.13

N° pila	f'm	E =Hp/Tp	CC	f'mc. (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	96.037	2.54	0.8088	77.675
P- 2	100.397	2.56	0.8132	81.643
P- 3	98.129	2.53	0.8066	79.151
<b>RESISTENCIA f'm p.c</b>				<b>79.490</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>1.638</b>
<b>RESISTENCIA f'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>77.852</b>



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE  
 BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A  
 COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESISTA  
 : GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN

ENSAYO ENSAYO DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE  
 : ALBAÑILERÍA

REFERENCIA: N.T.P 399.605

$$f'm = \frac{P}{A} \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$$

2% 28 días

N° Pila	L (cm)		T (cm)		H (cm)	
	l1	l2	t1	t2	h1	h2
P- 1	23.50	23.60	11.75	11.78	29.85	29.80
P- 2	23.40	23.50	11.82	11.85	29.80	29.80
P- 3	23.50	23.55	11.90	11.90	30.00	29.50

N° Pila	Lp	Tp	Hp	P	A (cm <sup>2</sup> )	f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	23.55	11.77	29.83	25019.00	277.07	90.30
P- 2	23.45	11.84	29.80	24986.00	277.53	90.03
P- 3	23.53	11.90	29.75	25130.00	279.95	89.77

N° pila	f'm	E =Hp/Tp	CC	f'mc. (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	90.300	2.54	0.8088	73.035
P- 2	90.030	2.52	0.8044	72.420
P- 3	89.767	2.50	0.8	71.813
<b>RESISTENCIA f'm p.c</b>				<b>72.423</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>0.499</b>
<b>RESISTENCIA f'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>71.924</b>

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE  
 BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A  
 COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESIST  
 A: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN

ENSAYO: ENSAYO DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA  
 REFERENCIA: N.T.P 399.605

$$f'm = \frac{P}{A} \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$$

4% 14 días

N° Pila	L (cm)		T (cm)		H (cm)	
	l1	l2	t1	t2	h1	h2
P- 1	23	23.05	11.7	11.75	29.8	29.6
P- 2	23.15	23.1	11.8	11.8	30.1	30
P- 3	23.12	23	11.8	11.78	30	29.5

N° Pila	Lp	Tp	Hp	P	A (cm <sup>2</sup> )	f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	23.025	11.725	29.7	23995	269.968	88.881
P- 2	23.125	11.8	30.05	24502	272.875	89.792
P- 3	23.06	11.79	29.75	23985	271.877	88.220

N° pila	f'm	E =Hp/Tp	CC	f'mc. (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	88.88086325	2.53	0.807	71.691
P- 2	89.79202932	2.55	0.811	72.821
P- 3	88.21991089	2.52	0.804	70.964
<b>RESISTENCIA f'm p.c</b>				<b>71.826</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>0.764</b>
<b>RESISTENCIA f'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>71.061</b>

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE  
 BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A  
 COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESISTA:  
 A: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN

ENSAYO: ENSAYO DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE  
 O: ALBAÑILERÍA

REFERENCIA: N.T.P 399.605

$$f'm = \frac{P}{A} \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$$

4% 21 días

N° Pila	L (cm)		T (cm)		H (cm)	
	l1	l2	t1	t2	h1	h2
P- 1	23.4	23.4	11.7	11.7	30.2	30.3
P- 2	23.3	23.6	11.75	11.8	30.5	30.2
P- 3	23.6	23.4	11.82	11.85	30.2	30.5

N° Pila	Lp	TP	Hp	P	A (cm <sup>2</sup> )	f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	23.4	11.7	30.25	21635	273.780	79.023
P- 2	23.45	11.775	30.35	22688	276.124	82.166
P- 3	23.5	11.835	30.35	23019	278.123	82.766

N° pila	f'm	E =Hp/TP	CC	f'mc. (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	79.0233034	2.59	0.820	64.783
P- 2	82.1660578	2.58	0.818	67.179
P- 3	82.7656878	2.56	0.813	67.305
<b>RESISTENCIA f'm p.c</b>				<b>66.422</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>1.160</b>
<b>RESISTENCIA f'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>65.262</b>

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESISTA : GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN

ENSAYO : ENSAYO DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

REFERENCIA: N.T.P 399.605

$$f'm = \frac{P}{A} \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$$

4% 28 días

N° Pila	L (cm)		T (cm)		H (cm)	
	l1	l2	t1	t2	h1	h2
P- 1	23	23.05	11.7	11.75	29.8	29.6
P- 2	23.15	23.1	11.8	11.8	30.1	30
P- 3	23.12	23	11.8	11.78	30	29.5

N° Pila	Lp	Tp	Hp	P	A (cm <sup>2</sup> )	f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	23.025	11.725	29.7	21995	269.968	81.473
P- 2	23.125	11.8	30.05	22412	272.875	82.133
P- 3	23.06	11.79	29.75	21985	271.877	80.864

N° pila	f'm	E =Hp/Tp	CC	f'mc. (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	81.4725813	2.53	0.807	65.716
P- 2	82.1328447	2.55	0.811	66.610
P- 3	80.863654	2.52	0.804	65.047
<b>RESISTENCIA f'm p.c</b>				<b>65.791</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>0.640</b>
<b>RESISTENCIA f'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>65.150</b>

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESISTA: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN  
 ENSAYO DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE

ENSAYO: ALBAÑILERÍA

REFERENCIA: N.T.P 399.605

$$f'm = \frac{P}{A} \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$$

6% 14 días

N° Pila	L (cm)		T (cm)		H (cm)	
	l1	l2	t1	t2	h1	h2
P- 1	23.00	23.10	12.00	11.95	29.80	29.60
P- 2	22.90	23.00	11.70	11.80	29.40	29.40
P- 3	22.50	22.00	11.80	11.79	30.10	30.00

N° Pila	Lp	Tp	Hp	P	A (cm <sup>2</sup> )	f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	23.05	11.98	29.70	22835	276.02	82.728
P- 2	22.95	11.75	29.40	22835	269.66	84.680
P- 3	22.25	11.80	30.05	23110	262.44	88.059

N° pila	f'm	E =Hp/Tp	CC	f'mc. (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	82.728	2.48	0.797	65.951071
P- 2	84.680	2.50	0.800	67.743939
P- 3	88.059	2.55	0.811	71.415559
<b>RESISTENCIA f'm p.c</b>				<b>68.37019</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>2.2743935</b>
<b>RESISTENCIA f'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>66.095796</b>

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESISTA

A: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN

ENSAYO: ENSAYO DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE

O: ALBAÑILERÍA

REFERENCIA: N.T.P 399.605

$$f'm = \frac{P}{A} \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$$

6% 21 días

N° Pila	L (cm)		T (cm)		H (cm)	
	l1	l2	t1	t2	h1	h2
P- 1	23.40	23.35	11.82	11.85	30.50	30.30
P- 2	23.56	23.20	11.70	11.70	30.70	30.70
P- 3	23.65	23.40	11.80	11.50	30.20	30.40

N° Pila	Lp	Tp	Hp	P	A (cm <sup>2</sup> )	f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	23.38	11.84	30.40	21996	276.64	79.510
P- 2	23.38	11.70	30.70	22098	273.55	80.783
P- 3	23.53	11.65	30.30	22135	274.07	80.765

N° pila	f'm	E =Hp/Tp	CC	f'mc. (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	79.510	2.57	0.815	64.8327639
P- 2	80.783	2.62	0.826	66.7594745
P- 3	80.765	2.60	0.822	66.3889479
<b>RESISTENCIA f'm p.c</b>				<b>65.9937288</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>0.8347463</b>
<b>RESISTENCIA f'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>65.1589825</b>

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE  
 BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A  
 COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESIST

A: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN

ENSAYO DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE

O: ALBAÑILERÍA

REFERENCIA: N.T.P 399.605

$$f'm = \frac{P}{A} \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$$

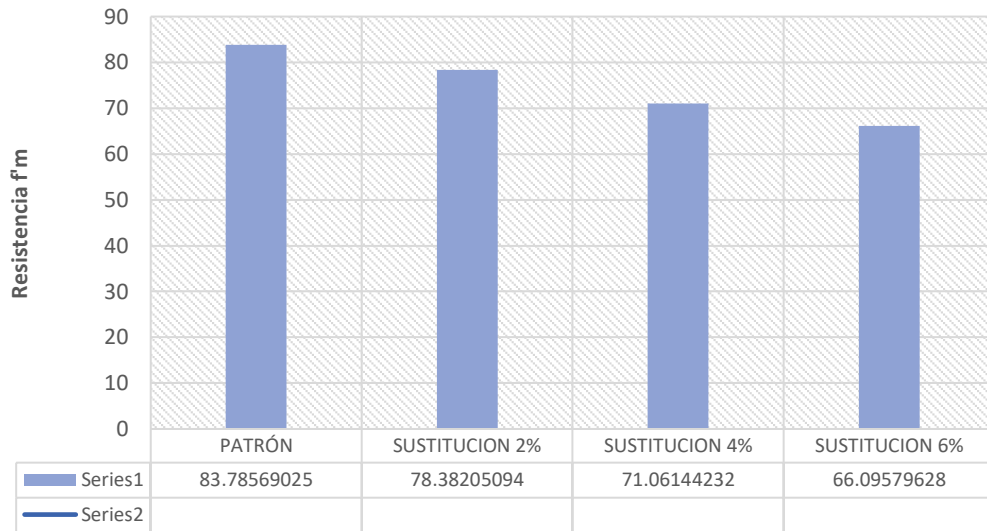
6% 28 días

N° Pila	L (cm)		T (cm)		H (cm)	
	l1	l2	t1	t2	h1	h2
P- 1	23.50	23.50	11.90	11.95	30.00	29.80
P- 2	22.85	22.90	11.75	11.80	29.50	29.40
P- 3	22.52	22.40	11.75	11.79	30.00	30.20

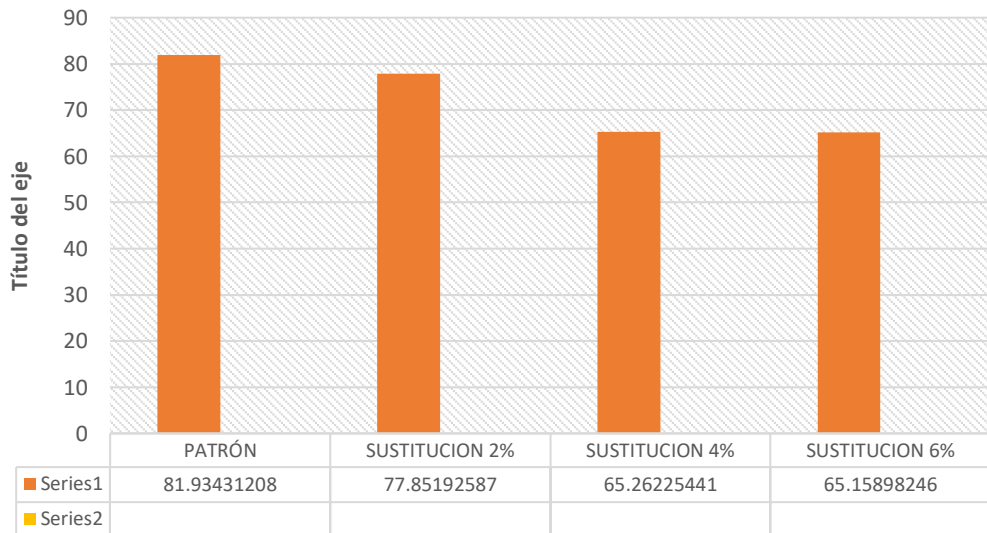
N° Pila	Lp	Tp	Hp	P	A (cm <sup>2</sup> )	f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	23.50	11.93	29.90	21845	280.24	77.952
P- 2	22.88	11.78	29.45	21866	269.35	81.180
P- 3	22.46	11.77	30.10	21922	264.35	82.927

N° pila	f'm	E =Hp/Tp	CC	f'mc. (kg/cm <sup>2</sup> )
P- 1	77.952	2.51	0.8022	62.5328837
P- 2	81.180	2.50	0.8000	64.9437425
P- 3	82.927	2.56	0.8132	67.4359265
<b>RESISTENCIA f'm p.c</b>				<b>64.9708509</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>2.00175061</b>
<b>RESISTENCIA f'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>62.9691003</b>

COMPARATIVO DE RESISTENCIA f'm A LOS 14 DIAS

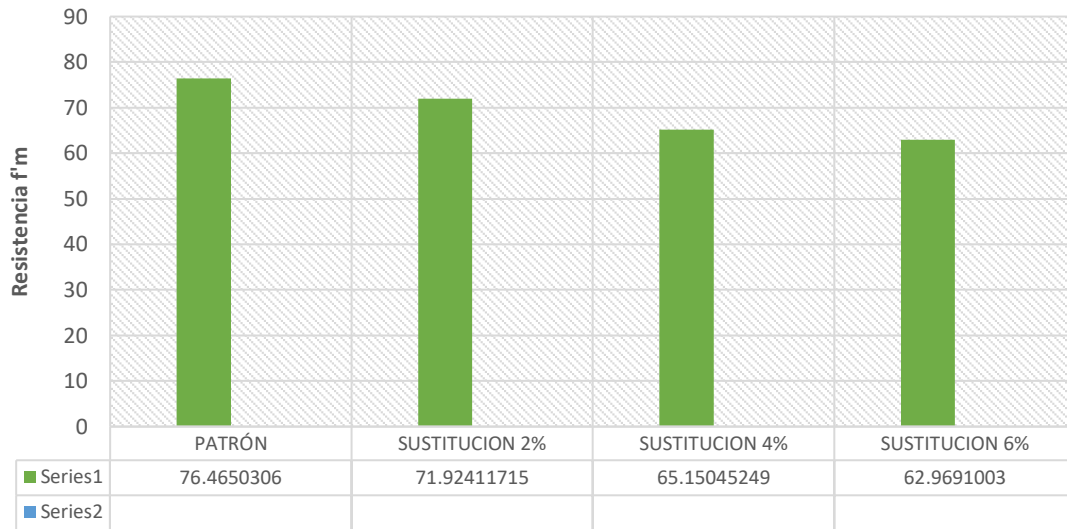


COMPARATIVO DE RESISTENCIA f'm 21 dias

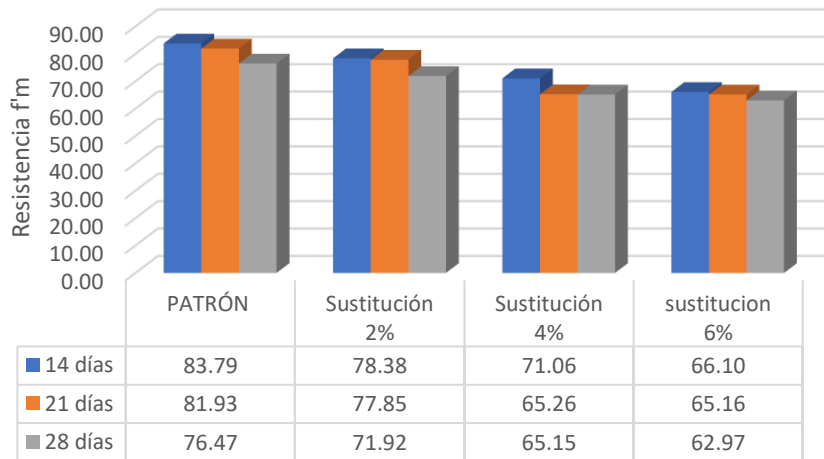




### COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LOS 28 DIAS



### Resistencia a Compresion axial f'm



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE  
 BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A  
 COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESISTA: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN  
 ENSAYO DE COMPRESIÓN

ENSAYO: DIAGONAL

REFERENC

IA: N.T.P 399.621

MUESTRA CONTROL

CODIGO	L (cm)		T (cm)		H (cm)	
	l1	l2	t1	t2	h1	h2
M-1	49.5	49.8	11.8	11.6	50	50
M-2	50	50.1	11.8	11.8	50.5	50.5
M-3	49.3	49.5	11.9	11.7	50.2	50.1

CODIGO	LP cm	TP cm	HP cm	DIAGONAL cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	CARGA kg	RESISTEN CIA v'm kg/cm <sup>2</sup>
M-1	49.65	11.7	50	70.4	823.68	8066.57	9.793
M-2	50.05	11.8	50.5	71	837.8	8329.4	9.942
M-3	49.4	11.8	50.15	70.3	829.54	8241.62	9.935
<b>RESISTENCIA v'm</b>							9.890
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>							0.069
<b>RESISTENCIA v'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>							9.822

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE  
 BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA  
 A COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA  
 GRACIELA ELIZABETH GONZALES

TESISTA: ESQUEN  
 ENSAYO DE COMPRESIÓN  
 ENSAYO: DIAGONAL

REFERENCIA:  
 A: N.T.P 399.621

Sustitución 2%

CODIGO	L (cm)		T (cm)		H (cm)	
	l1	l2	t1	t2	h1	h2
M-1	49.2	49	11.95	11.9	50.1	50
M-2	50	50	11.8	11.82	49.8	49.8
M-3	50.2	50.2	11.9	11.85	50	50

CODIGO	LP cm	TP cm	HP cm	DIAGONAL cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	CARGA kg	RESISTENCIA v'm kg/cm <sup>2</sup>
M-1	49.1	11.925	50.05	70.2	837.135	7680.22	9.174
M-2	50	11.81	49.8	70	826.7	7816.7	9.455
M-3	50.2	11.875	50	70.4	836	7806.34	9.338
<b>RESISTENCIA v'm</b>							9.322
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>							0.115
<b>RESISTENCIA v'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>							9.207

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE  
 BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A  
 COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESISTA: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN

ENSAYO: ENSAYO DE COMPRESIÓN  
 REFERENCIA: DIAGONAL

: N.T.P 399.621

Sustitución : 4%

CODIGO	L (cm)		T (cm)		H (cm)	
	l1	l2	t1	t2	h1	h2
M-1	49	49	11.9	11.9	49.5	49.8
M-2	50	50	11.91	11.93	49.8	49.8
M-3	50	50	11.9	11.9	50	50

CODIGO	LP cm	TP cm	HP cm	DIAGONAL cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	CARGA kg	RESISTEN CIA v'm kg/cm <sup>2</sup>
M-1	49	11.9	49.65	70.3	836.57	7250	8.666
M-2	50	11.92	49.8	70.1	835.592	6983.1	8.357
M-3	50	11.9	50	70.5	838.95	7244	8.635
<b>RESISTENCIA v'm</b>							8.553
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>							0.139
<b>RESISTENCIA v'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>							8.414

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: ELABORACIÓN DE MORTERO SECO USANDO CENIZA DE  
 BAGAZO DE CAÑA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A  
 COMPRESIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

TESISTA: GRACIELA ELIZABETH GONZALES ESQUEN

ENSAYO DE COMPRESIÓN  
 ENSAYO: DIAGONAL  
 REFERENCIA:  
 IA: N.T.P 399.621  
 Sustitución:  
 n : 6%

CODIGO	L (cm)		T (cm)		H (cm)	
	l1	l2	t1	t2	h1	h2
M-1	50.5	50.5	11.87	11.9	50	50
M-2	50	50	11.92	11.9	50.5	50.5
M-3	49.8	49.8	11.95	11.93	50.1	50.1

CODIGO	LP cm	TP cm	HP cm	DIAGONAL cm	ÁREA cm <sup>2</sup>	CARGA kg	RESISTENCIA v'm kg/cm <sup>2</sup>
M-1	50.5	11.885	50	70.7	840.2695	6916.67	8.231
M-2	50	11.91	50.5	71	845.61	6533.33	7.726
M-3	49.8	11.94	50.1	70.5	841.77	8785	10.436
<b>RESISTENCIA v'm</b>							8.798
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>							1.177
<b>RESISTENCIA v'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>							7.621

### RESUMEN DE RESULTADOS f'm

DESCRIPCION	DÍAS	RESISTENCIA OBTENIDA
PATRÓN	28	9.822
SUSTITUCION 2%	28	9.207
SUSTITUCION 4%	28	8.414
SUSTITUCION 6%	28	7.621

