



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Resistencia del Mortero Sustituyendo al Cemento por Cenizas de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) y Polvo de Almeja (*Semele Sp*) – Chimbote – Ancash - 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Hoyos Díaz, Roger Jim (ORCID: 0000-0003-0431-7593)

ASESOR:

Mgtr. Ing. Díaz García, Gonzalo Hugo (ORCID: 0000-0002-3441-8005)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Y Estructural

CHIMBOTE-PERÚ

2021

Dedicatoria

La presente tesis está dedicada en primer lugar a Dios, sabiendo que sin Él nada podría hacer. Que, en los momentos más difíciles, Él es quien me da las fuerzas para poder seguir adelante y así lograr cada una de las metas y objetivos que me propongo en esta vida, brindándome salud y fuerzas en estos tiempos tan difíciles.

En segundo lugar, quiero agradecer a mis padres y hermanos, quienes son el motivo principal de mi lucha día con día, para poder salir adelante ante cualquier obstáculo o adversidad que se me atravesase en el camino.

Y por último quiero agradecer a cada docente y amigo que me ayudo a forjarme dentro de esta hermosa carrera, teniéndome paciencia y animándome a seguir adelante.

Es por ello y muchas cosas más a quienes menciono con anterioridad, dedico esta tesis, para reconocer su sacrificio y esfuerzo, con el cual me motivaron a llegar hasta estas instancias.

Agradecimiento

Mi agradecimiento al Ingeniero Dante Salazar Sánchez, por haberme mostrado siempre su apoyo constante, en medio del proceso de mi formación académica profesional, y a su vez la amistad brindada en todo este tiempo.

Al ingeniero Pedro Emilio Monja Ruiz por la paciencia tenida en el proceso de la elaboración de nuestra tesis, mostrando su integridad y valioso amor hacia la docencia.

Gracias a su valioso esfuerzo mostrado estoy logrando culminar exitosamente la presente tesis.

Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras e imágenes.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO	3
III.METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y Operacionalización	15
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos	18
3.6. Método de análisis de datos	18
3.7. Aspectos éticos.....	19
IV.RESULTADOS	20
V. DISCUSIÓN.....	35
VI.CONCLUSIONES	38
VII.RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS.....	40

ANEXOS

Índice de Tablas

TABLA 1: Cantidad de materiales a ser mezclados en un solo tiempo, NTP 334.051.....	8
TABLA 2: Producción de la caña de azúcar en el Perú.....	9
Tabla 3: Composición química de la CBCA.....	10
Tabla 4: Límites permisibles del agua según NTP 339.088.....	12
Tabla 5: Grupos de ensayo para los especímenes de mortero a los 3, 7 y 28 días	
Tabla 6: Resultado de pH de materiales y combinaciones.....	24
Tabla 7: Resultado de FRXDE de Ceniza de bagazo de caña de azúcar.....	25
Tabla 8: Resultado de FRXDE del polvo de almeja.....	26
Tabla 9: Relación A/C de las mezclas para los ladrillos de concreto.....	27
Tabla10: Resultados finales de ensayos de compresión Patrón y Experimental.....	28
Tabla11: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.....	29
Tabla12: Prueba de homogeneidad de Varianzas.....	30
Tabla13: Prueba de análisis de varianza (ANOVA).....	31
Tabla14: Prueba de Comparaciones múltiples.....	32
Tabla 15: Matriz de Operacionalización.	
Tabla 16: Ensayos de Compresión Patrón 3 días.	
Tabla 17: Ensayos de Compresión Patrón 7 días.	
Tabla 18: Ensayos de Compresión Patrón 28 días.	
Tabla 19: Ensayos de Compresión Experimental 15% de 3 días.	

Tabla 20: Ensayos de Compresión Experimental 15% de 7 días.

Tabla 21: Ensayos de Compresión Experimental 15% de 28 días.

Tabla 22: Dosificación de materiales utilizado para elaborar los especímenes del mortero patrón.

Tabla 23: Dosificación de materiales utilizados para elaborar los especímenes del mortero experimental al 15% de sustitución.

Índice de Figuras e imágenes

Figura 1: Análisis termo gravimétrico (polvo de almeja).....	20
Figura 2: Análisis calorimétrico ATD (polvo de almeja).....	21
Figura 3: Análisis termo gravimétrico (ceniza de bagazo de caña de azúcar).....	22
Figura 4: Análisis calorimétrico ATD (ceniza de bagazo de caña de azúcar).....	23
Imagen 1: Bagazo de caña de azúcar (ATD)	
Imagen 2: Polvo de Almeja (ATD).	
Imagen 3: Fluorescencia de rayos X – CBCA.	
Imagen 4: Fluorescencia de rayos X – Polvo de Almeja.	
Imagen 5: Grado De La Alcalinidad De Sustancia De Investigación.	
Imagen 6: Resistencia a la compresión – UNI.	
Imagen 7: Petición de donación y recojo de cenizas de bagazo de caña de azúcar en “AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S.A.A.”	
Imagen 8: Obtención y lavado de la almeja (Semele Sp), en el Muelle Gildemeister de nuestro Puerto de Chimbote.	
Imagen 9: Obtención del agregado fino de la Cantera De Besique.	
Imagen 10: <i>Gradación del agregado fino por las mallas N° 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200 Y plato con la supervisión del ing. Dante Salazar Sánchez.</i>	
Imagen 11: Triturado y molido de la Almeja (Semele Sp), hasta lograr conseguir dejarlo en polvo, para el ensayo de ATD en la ciudad de Trujillo.	
Imagen 12: Tamizado por la organza del polvo de almeja y del bagazo de caña de azúcar, para muestras de ensayos de ATD.	

Imagen 13: Ensayos de ATD en la “universidad nacional de Trujillo” de la CBCA y el polvo de almeja, para determinar el grado de calcinación de los materiales a agregar.

Imagen 14: Metiendo a la mufla las cenizas de bagazo de caña de azúcar para ser calcinados a 390°C por un lapso de 2 hrs.

Imagen 15: Metiendo a la mufla la Almeja (Semele Sp) para ser calcinados a 750°C por un lapso de 1 $\frac{1}{2}$ hrs.

Imagen 16: Sacado de la mufla y tamizado por la malla N°200 de la CBCA y de la Almeja (Semele Sp), activados a su temperatura respectiva

Imagen 17: Pesos para fluorescencia de rayos X y pH del cemento, CBCA, polvo de almeja y combinaciones del 15%.

Imagen 18: Ensayo en el fluidímetro electrónico para determinar la relación A/C según NTP 334.051-2013.

Imagen 19: Realización del mortero patrón según NTP 334.051-2013.

Imagen 20: Desmolde y curado de los cubos de mortero patrón, para curado de 3, 7 y 28 días respectivamente.

Imagen 21: Ensayo de resistencia a la compresión de morteros.

RESUMEN

La siguiente investigación tuvo como objetivo el determinar la resistencia a la compresión de un mortero, sustituyendo al cemento en 5% de ceniza de bagazo de caña de azúcar y 10% polvo de almeja, los cuales fueron sometidos a diferentes ensayos, cuyos resultados fueron analizados, procesados e interpretados por medio de métodos estadísticos. La metodología aplicada fue de tipo cuasi experimental, sustituyendo nuevos materiales puzolánicos en la elaboración de los morteros, con el fin de aumentar la resistencia a la compresión para los 3, 7 y 28 días de curado. Los resultados obtenidos de la resistencia a compresión de los morteros para los 7 días fueron de 397.5 kg/cm² para el experimental superando al patrón con 371.4 kg/cm² y para los 28 días fueron 440 kg/cm² para el experimental superando al patrón con 417.67 kg/cm². De esta manera se pudo concluir que la sustitución parcial del cemento por cenizas de bagazo de caña de azúcar y polvo de almeja en una combinación del 15%, incrementan significativamente la resistencia a la compresión de un mortero experimental respecto al patrón.

Palabras claves: Resistencia, polvo de almeja, ceniza de bagazo de caña de azúcar, mortero, cemento.

ABSTRACT

The following research aimed to determine the compressive strength of a mortar, replacing cement in 5% sugarcane bagasse ash and 10% clam powder, which were subjected to different tests, the results of which were analyzed, processed and interpreted by means of statistical methods. The applied methodology was of a quasi-experimental type, substituting new pozzolanic materials in the preparation of mortars, in order to increase the compressive strength for 3, 7 and 28 days of curing. The results obtained from the compressive strength of the mortars for the 7 days were 397.5 kg / cm² for the experimental one, surpassing the standard with 371.4 kg / cm² and for the 28 days they were 440 kg / cm² for the experimental one, surpassing the standard with 417.67 kg / cm². In this way, it could be concluded that the partial substitution of cement by sugarcane bagasse ash and clam powder in a combination of 15%, significantly increases the compressive strength of an experimental mortar with respect to the standard.

Keywords: Strength, clam powder, sugarcane bagasse ash, mortar, cement.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el cemento es uno de los conglomerantes más utilizados en la mayoría de proyectos de construcción, por sus características económicas, de durabilidad y versatilidad. La revista Cement Review explica que, en la producción mundial del cemento en 1999, China tuvo una demanda de 485 millones de toneladas de cemento, siendo que su producción fue de 520 millones de toneladas. (Solís C., 2018, p. 3).

En la actualidad ante la realidad problemática que enfrentamos en el medio ambiente a través del calentamiento global, debido a la indiscriminada explotación de canteras de las cuales se extraen los materiales para la elaboración del cemento, se presenta una opción para la utilización de puzolanas naturales en la elaboración de este, ya que las emisiones de CO₂ en la fabricación de 1 tonelada de cemento en el Ecuador son de 510.57 kgCO₂ por tonelada. (León A., 2019). Al adicionar puzolanas naturales en el cemento produce que el costo de este disminuya, porque de esta manera encontramos un uso adecuado para un desperdicio agrícola generado en grandes cantidades, ya que el uso del bagazo de caña de azúcar contribuye a disminuir el impacto ambiental que genera la producción del cemento. (Oliveira, M., Ferreira, F., De Souza, C., y Osorio, A., 2010); contribuyendo así de manera positiva con el desarrollo sostenible dentro de nuestra sociedad, dando alternativas de materiales orgánicos para una sustitución parcial del cemento, como es el polvo de almeja que contiene altos porcentajes de calcio y la ceniza de bagazo de caña de azúcar por su alto contenido de silicio que poseen gran actividad puzolánica. (Alfaro, T., Laura L., 2014, p. 3). Es por ello que en esta investigación buscamos que sea mitigado desde el diseño de su elaboración y producción dentro de la construcción

Este proyecto de investigación tuvo como objetivo el sustituir al cemento en 5% por ceniza de bagazo de caña de azúcar y 10% polvo de almeja, con el fin de lograr alcanzar una mayor resistencia en los ensayos de compresión. Con los puntos planteados se formula la siguiente pregunta: ¿En qué medida aumentara la resistencia a la compresión de un mortero, sustituyendo al cemento por cenizas de bagazo de caña de azúcar en un 5% y polvo de almeja en un 10%-Chimbote-Ancash-2021?

A través de esta investigación, buscamos justificar el estudio, mejorando las propiedades de resistencia a la compresión de un mortero, reemplazando al cemento por cenizas de bagazo de caña de azúcar y polvo de almeja, cuyos materiales según sus estudios indican que este tipo de conchas marinas previamente activadas en reemplazo del cemento en las mezclas de mortero mejoran la trabajabilidad y resistencia de este. (Pusit, L., Natt, M. y Chalothorn S., Tailandia, 2012). El cual tendrá un impacto social positivo que beneficiará casi en su totalidad a las viviendas en el distrito de Chimbote, ya que en la actualidad cuenta con recursos renovables como las almejas la cual se obtuvo en la bahía el Ferrol y el bagazo de caña de azúcar el cual se obtuvo en Agroindustrias San Jacinto S.A.A., que pueden ser reemplazadas por recursos no renovables como el cemento. En la actualidad buscar alternativas de recursos naturales en la adición al cemento teniendo como resultado una mejora en su resistencia a la compresión, disminuyendo las emisiones de CO₂ dentro del consumo del cemento en la elaboración del mortero, es algo que conlleva a tener una mejor armonía con la naturaleza dentro del desarrollo sostenible. (Piyanut, M., Suvimol, S., Sansanee, B., Sumate, P., y Duangrudee, C., Tailandia, 2012). La antigua Grecia uso ceniza volcánica y cal dentro de su combinación, creando mezclas que perduran por los siglos. Siendo la puzolana el elemento de un material natural vigente dentro de grandes obras de ingeniería hasta la actualidad, gracias a su larga vida útil que posee (Becker, 2009). La ceniza de bagazo de caña de azúcar y el polvo de almeja, son una alternativa natural presente, las cuales debemos de aprovechar en su uso, debido a la abundante disposición de estos residuos, sabiendo que el aprovechamiento de dichos materiales, contribuyen a una solución de mejora frente al problema ambiental de nuestra actualidad. Por otro lado, la almeja es un molusco que se puede encontrar con gran facilidad en las aguas de nuestro litoral peruano, y en nuestro puerto de Chimbote. Este también a su vez tiene propiedades beneficiosas para el concreto como el óxido de calcio, haciendo del cemento una alternativa para reemplazar en un cierto porcentaje. (Solís, C., 2018, p. 10).

De acorde a la justificación considerada en esta investigación, se aportó generando mayor entendimiento en el proceso de crecimiento, hacia el uso de materiales

puzolánicos en el concreto. Teniendo como resultado que el estudio de dichos materiales (Ceniza de bagazo de caña de azúcar y polvo de almeja) aportó con sus atributos a la resistencia del concreto. Dentro del objetivo general se ha considerado: Determinar la resistencia del mortero sustituyendo al cemento por cenizas de caña de azúcar y polvo de almeja-Chimbote-Ancash-2021. Del mismo modo, los objetivos específicos son determinar la temperatura adecuada y el tiempo de calcinado para la caña de azúcar y almeja a través de la prueba de ATD, Determinar el pH y la composición química de las cenizas de caña de azúcar y polvo de almeja con el ensayo de FRXDE, establecer la relación agua-cemento al mortero experimental y patrón (fluidímetro), determinar la resistencia a la compresión (experimental y patrón) a los 3, 7 y 28 días.

La Hipótesis Al sustituir al cemento en un 5% de CBCA y un 10% polvo de almeja se logrará incrementar la resistencia al mortero, Chimbote-Ancash-2021.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel mundial se viene utilizando al cemento como conglomerante principal en la preparación del concreto, lo cual está teniendo un impacto ambiental considerable por las emulsiones de CO₂ en su fabricación, es por ello que actualmente se vienen investigando nuevos tipos de puzolanas naturales que reemplacen a este, mitigando su contaminación como lo vemos en los siguientes antecedentes.

En el ámbito internacional, tenemos que, Coyasamin, O. (Ecuador, 2016). En su tesis titulada “Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón tradicional, con hormigón adicionado con cenizas de cascara de arroz(CCA) y hormigón adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBC)”. La finalidad de su estudio fue la sustitución parcial del cemento con materiales de desecho agrícola (ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar). Dichos

materiales reemplazaron al cemento en un 15% y 30% en mezclas para hormigón, siendo ensayados en los días de curado de 14 y 28 días. Teniendo como el mejor resultado la de sustitución del 15% siendo esta mezcla la que más se aproximó a la resistencia de 240 kg/cm², haciendo acotación que en las sustituciones de las mezclas del 30% se obtuvieron resistencias iguales o mayores en un valor del 2% por encima del hormigón normal.

Del mismo modo, Alireza J., Mohammad, M. (Irán, 2017). En su tesis titulada “Evaluating the effects of sugar cane bagasse ash (SCBA) and nanosilica on the mechanical and durability properties of mortar”. Tuvo como objetivo determinar la influencia de la nano sílice y la SBCA en su resistencia y durabilidad del mortero. Se realizaron 16 especímenes de mortero con una relación A/c de 0.485 reemplazando el cemento en un 3% y 6% de nana sílice y en un 10% y 30% de CBCA. Los especímenes fueron sometidos a ensayos de compresión, pruebas de permeabilidad a cloruros, etc. Teniendo como resultado que la nana sílice mejoro las propiedades mecánicas y de durabilidad del mortero, mientras que la CBCA no tuvo mejora en la resistencia a edades tempranas, disminuyendo su resistencia a edades de 3 y 7 días. Por otro lado, las muestras con más días de curado obtuvieron una mejor resistencia como resultado de compresión.

Monita, O., Revina, O. y Ismeddiyanto (Indonesia, 2017). En el artículo, “Propiedades del hormigón que contiene residuos del suelo conchas marinas de berberechos y almejas”. Tuvo como objetivo el estudio las propiedades físicas y mecánicas del hormigón al reemplazar parcialmente el cemento con dos tipos de concha de almeja, pasando por un proceso de trituración y calcinación para luego sustituir al cemento en un 4%, determinando para las mezclas el tiempo de fraguado, densidad, resistencia a la compresión y tracción. A lo cual concluyeron que las conchas de berberecho mostraron menor tiempo de fraguado, densidad y resistencia a la tracción respecto al hormigón patrón. Mientras que el hormigón con sustitución de almeja realizo un fraguado más rápido, mayor densidad, mayor resistencia a la compresión y tracción en comparación con el hormigón patrón y el sustituido con conchas de berberecho,

llegando a determinar que el tipo y contenido de calcio de las conchas marinas determinan la resistencia física y mecánica del hormigón.

Revertegat, E., Richet, C. y Gégout, P. (USA, 2017). En su artículo titulado. "Effect of pH on the durability of cement pastes". Sostiene que un cemento Portland y un cemento mezclado (que contiene escoria y cenizas volantes) se almacenaron a pH constante de 13, 11,5 y 4,6 en soluciones sin sales agresivas. Las variaciones estructurales y de textura de las pastas se investigaron durante 3 años. Se estudió la influencia de la degradación en el transporte masivo de Cs y HTO. Concluyendo que en las pastas CLC, la cinética de transferencia se ralentiza considerablemente a pH 11,5, pero si el pH es bajo, se produce un ataque rápido, aparecen grietas y ambos cementos muestran reacciones similares.

Ali, E., Fatemeh S., Mojtaba, E. y Zahra, S. (Irán, 2019). En su Artículo científico titulado "Sustainable approaches for developing concrete and mortar using waste seashell". Tuvo como objetivo reciclar conchas marinas para ser usados como sustitutos del cemento mitigando las sustancias toxicas emitidas por este. La metodología consistió en preparar 10 especímenes con una sustitución de polvo de concha del 30% y cemento portland, para luego ser comparados con especímenes de mortero ordinarios, estudiando sus propiedades físico químicas, resistencia a la compresión y flexión, incluyendo su demanda de agua. Teniendo como resultado que los morteros con sustitución tuvieron una resistencia similar a los ordinarios a sus 28 días de curado, resaltando que la adición de polvo de concha aumento los tiempos de fraguado siendo de beneficio para la construcción en climas cálidos y reduciendo su demanda de agua en beneficio para su resistencia mecánica de los morteros.

Asi mismo a nivel nacional tenemos que, Pastor, H. (Trujillo, 2017). En su tesis "Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto" analizó la incidencia de la CBCA a través de su resistencia, reemplazando parcialmente el cemento por esta en el concreto, teniendo por objetivo el no perder sus características mecánicas, con la sustitución parcial de este. Obteniendo resistencias superiores en el experimental a los 7 días de curado con 144.25 kg/cm² sobre el espécimen base, siendo las muestras a 28 días de curado las que disminuyeron su

resistencia frente a la del patrón. Concluyendo que el uso de CBCA en porcentajes de 20% y 40% reduce las características mecánicas del concreto.

A su vez Apaza, D. (Lima, 2018). En su tesis “Durabilidad del concreto elaborado en base a la ceniza del bagazo de caña de azúcar (CBCA) con cemento portland, ante agentes agresivos” tuvo como objetivo de estudio la elaboración de un concreto mejorado con la sustitución de este por CBCA, en los porcentajes de 5%, 10% y 15% para los experimentales. Teniendo como resultado que la muestra con porcentajes alterados no sufrió ninguna alteración en su durabilidad respecto a las muestras patrón, concluyendo que las muestras ensayadas pasaron las pruebas de durabilidad. Por ultimo en los ensayos de compresión se determinó que los especímenes con sustitución de CBCA en sus diferentes porcentajes tuvieron resultados superiores en la resistencia contra los especímenes patrón, determinando que el porcentaje de reemplazado en un 15% por CBCA fue el más óptimo.

Así mismo Solis C. (Chimbote, 2018). En su tesis “Resistencia de una pasta cementante sustituyendo en 5% por polvo de almeja (*Semele Sp*) y 15% por ceniza de cola de caballo” tuvo como objetivo determinar la resistencia de una pasta, reemplazando el cemento en un 5% de PA y 15% de ceniza de cola de caballo, los cuales se activaron térmicamente a una temperatura de 750°C por 1.30hrs. para obtener una estructura parecida a la del cemento. Se elaboró 30 pastas cementantes las cuales obtuvieron resistencias superiores a 2.52% a los 90 días de curado.

De este modo, Coronación, S. (Chimbote, 2019). En su tesis titulada “Resistencia a la compresión de un mortero sustituyendo al cemento por 5% de cenizas de cascara de arroz y por 5% de polvo de concha de abanico”. Tuvo como objetivo estatuir la resistencia de un mortero al sustituir parcialmente al cemento por CCA y PCA en 5% respectivamente, teniendo en cuenta dentro de la metodología el estudio la activación térmica y mecánica de los materiales, ensayos de FRXDE, pH, evaluando la resistencia para los 3, 7, 28, 45 y 90 días. Dando como resultado que no existen diferencias significativas en la resistencia para los porcentajes estudiados en los primeros días de curado.

Así mismo Alarcón, J. (Chimbote, 2019). En su tesis “Resistencia a la compresión de mortero sustituyendo al cemento con 12% de ceniza de cascara de arroz y 8% de ceniza de concha de donax obesulus” tuvo como objetivo el determinar la actividad mecánica del mortero sustituyendo el conglomerante con un 12% cascara de arroz y 8% de CCD para los 3, 7, 28 y 60 días. Su metodología estuvo basada en la recolección de la materia prima haciendo y ensayos de activación térmica, realizando 12 morteros patrón y 12 experimentales, los cuales fueron ensayados mecánicamente para evaluar su resistencia, concluyendo que tanto los morteros de ensayo como base están clasificados como morteros de tipo M, superando a los 28 días de curado su resistencia mínima de 175kg/cm² siendo los morteros experimentales, aceptables para trabajos dentro de la construcción.

De esta manera, Chumioque, B. (Chimbote, 2019). En su tesis titulada “Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² al sustituir el cemento por ceniza de concha de abanico y bagazo de caña de azúcar, Chimbote, 2019”. Tuvo como objetivo estatuir la resistencia mecánica de un concreto $f'c=210$ kg/cm² reemplazando parcialmente al cemento por CCA y CBCA sustituyendo el cemento en 3 tandas distintas de 3% y 6%; de 5% y 10% y de 7% y 14%, evaluando sus propiedades mecánicas a través de 9 probetas por cada sustitución, incluyendo el patrón. Siendo un total de 36 probetas a evaluar, para los 7, 14 y 28 días de curado respectivamente. Los elementos de sustitución del cemento pasaron por ensayos de ATD y FRXDE según los parámetros establecidos por la norma. Teniendo como resultados favorables las resistencias para los concretos con sustitución, en cuyas sustituciones de 5% y 10% alcanzaron una buena resistencia cumpliendo con los parámetros de un concreto $f'c=210$ kg/cm².

Así mismo, Adrián, J. y Bartolo, R. (Nvo. Chimbote, 2021). En su tesis titulada “Cenizas de bagazo de caña de azúcar como sustitución del cemento portland en elaboración de concreto hidráulico”. El motivo de su estudio fue elaborar un concreto hidráulico $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo parcialmente el cemento por CBCA en un 2%, 3%, 5%, 9%, 18% y 27% para mejorar sus cualidades mecánicas, calcinándolo a la temperatura de 800°C a 1000°C. Su metodología consistió en los ensayos de los agregados según NTP y un diseño de mezcla para 210 kg/cm² para las muestras patrón como experimental según ACI-211, usando probetas de 15 x 20 cm, para los ensayos

mecánicos a los 3, 7 y 28 días. Llegando a los resultados que para las sustituciones del 2% se obtuvo la mayor resistencia a la compresión con un 10.49% por encima de la muestra patrón.

Así mismo tenemos como fundamento de nuestro estudio las siguientes bases teóricas. Con respecto a la resistencia a la compresión, decimos que es la resistencia máxima de un espécimen de mortero a carga axial, que se expresa en Kg/cm², en una edad de 28 días designándosele con el signo f'c (NTP 334.003). Es la capacidad de soportar las fuerzas de compresión, corte, tracción y flexión, que necesitan ensayarse por medio de testigos cilíndricos o cúbicos. (Adrián, 2021, p.43).

El mortero, es una combinación de arena y agua, junto con un aglomerante (cemento portland), conocida como mezcla plástica. Su dosificación se realiza preparando morteros consistentes en 1 parte de cemento y 2.75 partes de arena, su relación a/c para cementos portland sin aire incorporado es de 0.485 (NTP 334.051, 2013). La cantidad de materiales a ser mezclados en una tanda para elaborar 6 y 9 morteros para ensayos será según la siguiente tabla.

TABLA 1: Cantidad de materiales a ser mezclados en un solo tiempo, NTP 334.051

Materiales	Especímenes
	3
Cemento, g	250
Arena, g	687.5
Agua	121.25

Fuente: NTP 3347.051

ELABORACION: Elaboración propia.

El bagazo de caña de azúcar, es un desecho industrial, derivado de la producción del azúcar. Cuando este subproducto es calcinado a unas temperaturas adecuadas se le puede sacar provecho a sus propiedades ricas en sílice y alúmina, cuyas propiedades puzolánicas dependerán de la temperatura en la que son calcinadas, que varía entre

los 400°C y 800°C, cuyas calcinaciones hechas bajo estos términos producen cenizas de buena calidad, teniendo como característica principal la resistencia y durabilidad, debido a su actividad puzolánica. (Chávez, 2019, p. 37).

Como principal componente presente en la CBCA se encuentra el SiO₂ con un 70% total de su masa el cual contribuye directamente a las propiedades del hormigón. (Jagadesh, P., Ramachandramurthy, A. y Murugesan, R., 2018). La producción de la caña de azúcar en el Perú, viene siendo cultivada en sus 3 regiones naturales en todo el año, su principal uso dentro de la industria es la producción de azúcar, siendo 10 ingenios azucareros los que siembran el 65% de las hectáreas y el otro 35% sembrado por particulares. Siendo la superficie cosechada de la producción y rendimiento de la caña de azúcar la que se encuentra en la siguiente tabla.

TABLA 2: Producción de la caña de azúcar en el Perú

SUPERFICIE COSECHADA – PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DE CAÑA DE AZUCAR			
AÑO	SUPERFICIE COSECHADA ha.	PRODUCCION t.	RENDIMIENTO t/ha.
1999	58,127	6,278.6	108.02
2000	63,808	7,135.2	111.821
2001	60,373	7,386.0	122.339
2002	68,050	8,419.8	123.73
2003	77,720	8,864.0	114.03
2004	70,851	6,945.7	98.03
2005	61,549	6,304.1	102.42
2006	65,847	7,245.8	102.50
2007	68,491	8,283.6	121.09
2008	69,127	9,396.0	135.92

Fuente: MINAGRI

ELABORACION: Elaboración propia.

La CBCA presenta características físicas y químicas, de acuerdo a la tabla 3, los compuestos químicos más presentes encontrados son: SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃. Según la ASTM C618 para las puzolanas de clase N la suma de estos compuestos debe ser igual o mayor al 70%.

Tabla 3: Composición química de la CBCA

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)
Al ₂ O ₃	8.835
SiO ₂	76.838
K ₂ O	4.723
CaO	3.123
TiO ₂	0.387
MnO	0.112
Fe ₂ O ₃	4.500

Fuente: Laboratorio de Arqueometría – Facultad de Ciencias Físicas – UNMSM

ELABORACION: Elaboración propia.

Por otro lado, La Almeja, es un molusco perteneciente a los bivaldos, que tiene como principal elemento de estudio dentro de ella al calcio, que viene a conformar un 95% de su masa, siendo el principal indicador de que el residuo de la concha de la almeja compone CaCO₃ cuyo compuesto llegaría por medio de la calcinación a temperaturas adecuadas a convertirse en CaO siendo posible su utilización en la fabricación del cemento. En la comparación de los patrones por medio de FRXDE, se pudo determinar que el CaCO₃ se muestra de forma estable en las muestras de mortero con sustitución del cemento, significando que su adición no causa variables en la cristalinidad del

mortero, por lo tanto, la mezcla del polvo de almeja desempeña su papel dentro del efecto morfológico y de relleno micro agregado en la cementación del material. (Solís, 2018, p. 11)

Se estudió el potencial catalítico del óxido de calcio sintetizado a partir de la concha de almeja de barro como un catalizador heterogéneo para la producción de biodiesel. Donde sostiene El polvo de almeja se descompone térmicamente en horno a 800 °C por 2 horas. (Ismael, 2015)

Las producciones de la almeja en el año 2016 en Chimbote se capturaron 9771tn de invertebrados de los cuales 13.9tn eran de almeja, constituyendo el 2.17% de la producción total. (IMARPE, 2016)

Actualmente en el Perú se están produciendo cementos puzolánicos, teniendo como conocimiento que no se utilizan puzolanas artificiales como el CBCA, ni el polvo de almeja; Dentro de ello vemos útil la realización de la siguiente investigación, que consiste en analizar los beneficios de las propiedades mecánicas de compresión de un mortero, adicionando en ciertos porcentajes la CBCA y polvo de almeja, para así de esta manera lograr una mejora en la contaminación medioambiental; por ello vemos conveniente realizar un estudio que provea de un material más amigable y armonioso con el desarrollo sostenible de nuestra naturaleza, y que a su vez esté al alcance de la población. (Villegas, 2012).

NTP 334.090(2013). Afirma que la puzolana es un Silíceo y aluminoso que por sí mismo tiene poca incidencia, que al contacto con el agua tiene una reacción química con el hidróxido de calcio, formado compuestos con características cementicias.

Norma ASTM.C150 (2017) Especificación Estandarizada del Cemento Portland: indica que el estudio de las propiedades para este aglomerante (cemento) es útil en su evaluación, él no debe ser considerado en la interpretación de la calidad del agregado ya que este depende del tipo de cemento, entre sus características tenemos.

Su finura de 360m²/km, el tiempo de fraguado se sustenta por medio de la prueba de vicat (FI. 168' /FF. 235'), contenido de aire 9 %, densidad de 3.10, % de partículas mayores a 10[m 48; entre 10 y 45[m 46 y mayores a 45[m. Siendo los Tipos de Cemento, según la NTP 334.009 (2013), cemento portland. Este definido que de

acuerdo a la NTP334.009 y a las internacionales ASTM C-150 los cementos están clasificados:

La constitución del cemento se define por cuatro compuestos que forman un 90% del peso del cemento. Todos estos compuestos principales que forman parte de este, contribuyen a su comportamiento. En combinación con los silicatos actúa como un catalizador, siendo necesario el uso del yeso en 3% y 6% para su control. Aluminio Ferrita Tricàlcico (C4AF) Incide en la velocidad de hidratación.

Al añadir agua en la mezcla de concreto se produce una reacción química con el material cementante. En su uso para el mezclado, serán consideradas solo las potables, o las que por experiencia se puedan conocer como utilizables. No toda agua que no sea potable es eximida en su preparación. El agua a emplearse en la preparación del concreto deberá cumplir con la norma NTP 339.088 y ser preferentemente potable. Con respecto a las sales, no existen criterios uniformes. Solo se tendrá en cuenta los límites permisibles del agua según la norma como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla 4: Límites permisibles del agua según NTP 339.088

DESCRIPCIÓN	LIMITE PERMISIBLE
Cloruros	300 ppm
sulfatos	300ppm
Sales de magnesio	150ppm
Sales solubles totales	1500 ppm
pH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: N.T.P 339.088.

ELABORACION: Elaboración propia.

III. METODOLOGÍA

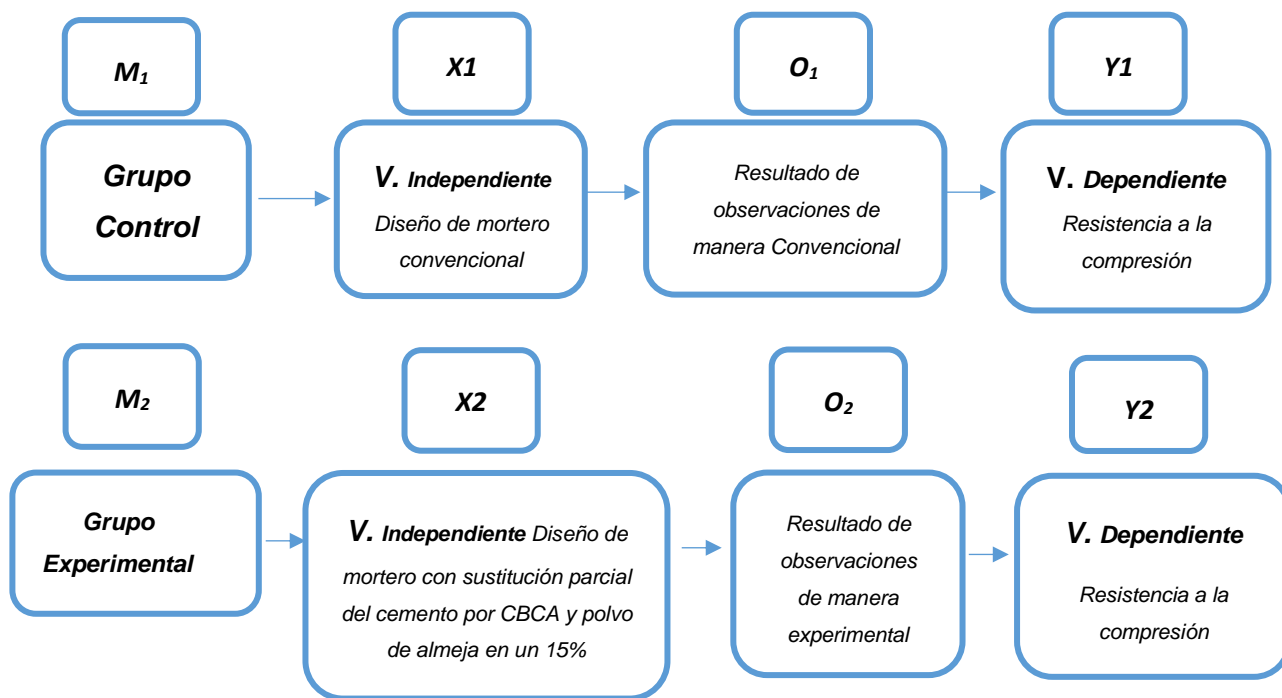
3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Fue de tipo aplicada, la cual consistía en la búsqueda de materiales que contribuyan en una mejora dentro de la resistencia del mortero, y ayuden a la disminución de la contaminación ambiental, usando materiales desechables, dándole un segundo uso y así disminuyendo el costo de su elaboración. De esta manera se ensayarán los morteros (patrón y experimental) para obtener las resistencias de cada muestra, siendo los morteros experimentales elaborados con cenizas de bagazo de caña de azúcar y polvo de almeja en un 15% reemplazando el cemento, usando tiempos de curado de 3, 7 y 28 días para el análisis de los resultados, los cuales serán hechos en su totalidad en laboratorios de mecánica de suelos con la ayuda de técnicos profesionales en el área.

3.1.2. Diseño de la investigación

Esta investigación es experimental, con un nivel cuasi experimental, ya que en ella tenemos una exposición, una respuesta y una hipótesis para contrastar a través del diseño de una nueva mezcla de mortero experimental, en la cual se sustituirá parcialmente el cemento, por cenizas de bagazo de caña de azúcar y polvo de almeja en un 15%. En donde buscaremos obtener los resultados en dos grupos denominados grupo control y grupo experimental, conforme se muestra en el siguiente esquema:



Dónde:

M1: Grupo control (Especímenes patrón).

M2: Grupo experimental (Especímenes experimentales, 5% CBCA y 10% de polvo de almeja).

X1: Variable independiente (0% de sustitución).

X2: Variable independiente con 15% de sustitución (5% de CBCA y 10% de polvo de almeja).

Y1: Variable dependiente (Resistencia a la compresión - mortero patrón).

Y2: Variable dependiente (Resistencia a la compresión – mortero experimental).

O1: Observaciones (resultados patrón).

O2: Observaciones (resultados experimentales).

3.2. Variables y Operacionalización

3.2.1. Variable Dependiente: Resistencia a la compresión del mortero

Definición Conceptual:

Es la medida de la capacidad que tiene un mortero para soportar la carga por unidad de área que se le impone expresada en kg/cm². (Mejía, G., Chinchilla, R., Mendoza, B., 2012)

Definición operacional:

La resistencia a la compresión se da por la hidratación del cemento, junto a la arena, formándose una pasta que llega a endurecerse en un determinado tiempo, convirtiéndose en una piedra artificial. (Alarcón, J., 2018)

Dimensiones:

- Compresión.
- Carga Axial.

Indicadores:

- Kg/cm².

Escala de medición:

- Escala de razón.

3.2.2. Variable independiente: Ceniza de bagazo de caña de azúcar y polvo de almeja

Definición Conceptual:

La CBCA viene a ser un subproducto de la industria, que se obtiene al elaborar el azúcar y otros derivados de esta. Este material tiene una propiedad que al ser calcinados a temperaturas entre los 400°C y 700°C da como resultado un material rico en sílice. (Apaza, L., 2019).

La almeja es un molusco de la especie de los bivaldos, cuyo cuerpo rígido está protegido por conchas que soportan temperaturas de 5 a 35°C, teniendo como componente principal en su estructura al calcio. (Guari, A., 2014)

Definición operacional:

Las propiedades químicas de la caña de azúcar según la norma ASTM C618-12 son de clase N (obtenidas por proceso de calcinación), teniendo al dióxido de silicio (SiO₂) en un 67% y la alúmina (Al₂O₃) en un 6%, elementos que al ser mezclados con el cemento pueden mejorar el comportamiento mecánico y durable de materiales de construcción". (Apaza, L., 2019).

La almeja tiene como principal componente químico al calcio, en un 95% de su peso, conteniendo minerales como el Sí, Mg, Al, Sr, Na, Fe, Te. (Guari, A., 2014)

Indicadores:

- Cemento, CBCA, Polvo de Almeja, Relación a/c.

Escala de medición:

- Escala de razón.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población

Se tomó como población los especímenes de mortero patrón y experimental.

• **Criterios de Inclusión:**

- **Pesos:** Los pesos de los cubos de mortero son de aproximadamente 302 gramos.
- **Dimensiones:** Los cubos o especímenes de mortero son de 50 x 50 milímetros.

- **Criterios de Exclusión:**

- Especímenes de mortero que están manifiestamente fallados.

3.3.2. Muestra

La muestra fue un conjunto de 18 cubos de mortero (tanto patrón como experimental) formando cada grupo de 9 especímenes patrón y 9 especímenes experimentales según la NTP334.051, que serán ensayados en grupos de 3 especímenes a los 3, 7 y 28 días de curado. (Anexo: Tabla 5)

3.3.3. Muestreo

No Probabilístico, por Conveniencia, ya que se aplica criterios personales en la selección de unidades de análisis.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Siendo el proyecto de investigación de nivel cuasi-experimental se realizaron los ensayos de las muestras de nuestra población en un laboratorio, optándose por usar como técnica de investigación: fichas técnicas de laboratorio, por lo cual no se emplearon instrumentos de elaboración, ya que los instrumentos empleados fueron obtenidos de los laboratorios donde se realizaron los ensayos a las muestras estudiadas; en donde se fue comparando la variación de la resistencia a sus 3, 7 y 28 días de curado, para las muestras de mortero patrón y experimental (5% CBCA y 10% de polvo de almeja) según la NTP 334.051 determinando su resistencia a la compresión en ambos especímenes de mortero.

Ensayo de ATD (anexo: Imagen 1 y 2), Ensayo de FRXDE (anexo: Imagen 3 y 4), pH (anexo: Imagen 5), Resistencia a la compresión (anexo: Imagen 6).

3.5. Procedimientos

Se aplicó un registro de apuntes, mediante fotografías, y fichas de registro para ver el desarrollo de nuestros morteros en sus diferentes días de análisis. Posteriormente se realizó los ensayos de ATD a la CBCA y el polvo de almeja, para encontrar la temperatura adecuada de activación, se realizó el ensayo de FRXDE para conocer los componentes químicos del polvo de almeja y la CBCA, se elaboró la gradación del agregado fino. según lo estipulado en la NTP 339.607-2013 y los ensayos para determinar la calidad del agregado y posteriormente se elaboró el mortero según la NTP 334 .051 (2013). Elaborando morteros con sustitución de cemento en combinaciones del 15 % por ceniza de bagazo de caña de azúcar y el polvo de almeja para luego ejecutar el curado del mortero patrón y experimental a los 3, 7 y 28 días. Para luego someterlos a los ensayos de resistencia a la compresión.

3.6. Método de análisis de datos

Para ello aplicamos los métodos estadísticos (descriptivo e inferencial).

Métodos Descriptivos

En este método se realizaron cuadros estadísticos, promedios, varianza y desviación estándar para el mejor entendimiento de los resultados obtenidos en laboratorio, tomándose en cuenta los conceptos descritos en el marco teórico para llegar a cumplir con los objetivos de la investigación.

Métodos Inferenciales

Para este método se usó la prueba de hipótesis con el fin de validar nuestra hipótesis y validar la hipótesis nula. Del mismo modo se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) para comparar la información en los grupos de estudio. Para evaluar el nivel de significancia se usó la prueba de comparaciones múltiples (Post Hoc, método estadístico de Tukey), prueba de normalidad e igualdad de varianzas, para evaluar si la diferencia es estadísticamente significativa, rechazando la hipótesis nula.

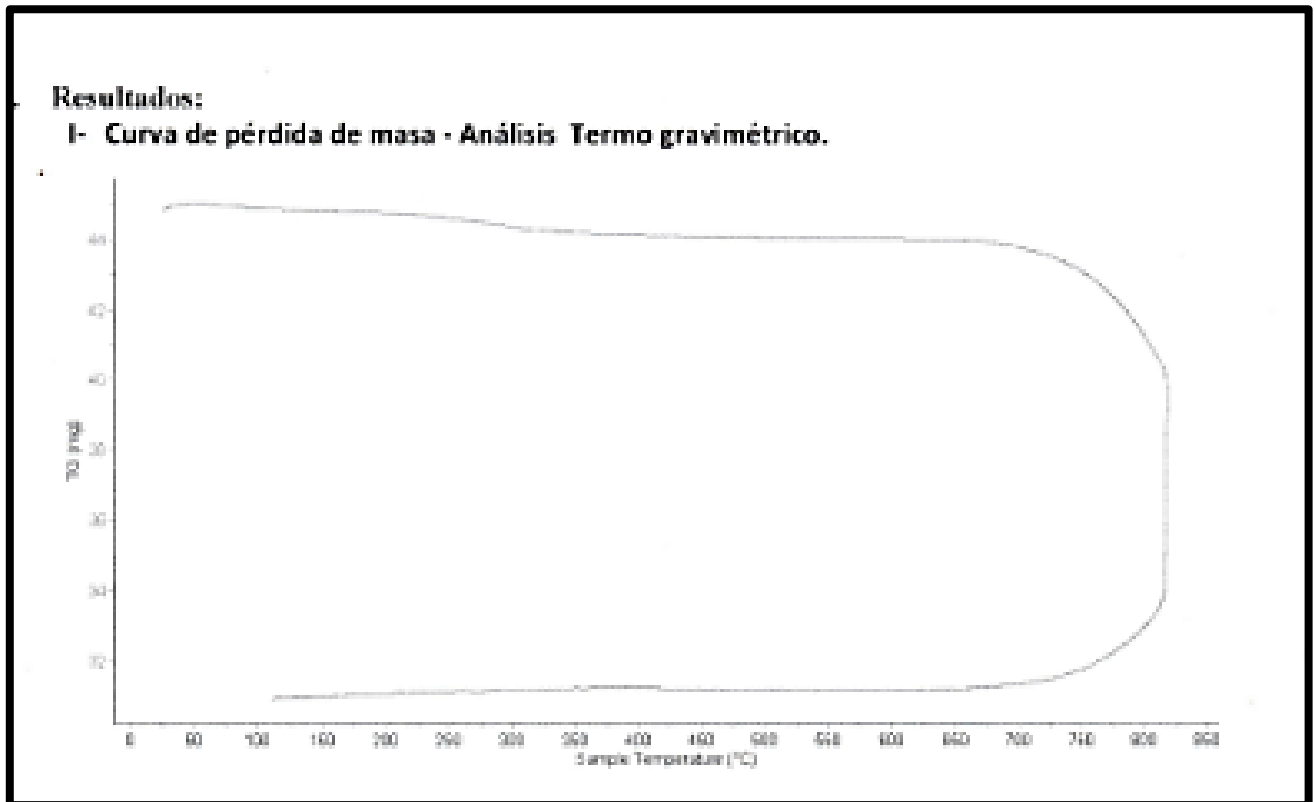
3.7. Aspectos Éticos

En esta investigación me base en lo indicado por el código de etica del vicerrectorado de investigación 2020 de la universidad cesar vallejo, teniendo en cuenta principios éticos que mencionare líneas abajo.

Según mi autonomía personal en el desarrollo de la investigación en cause. El motivo que me impulsa a ello es la beneficencia, tratando siempre de buscar el bien común y la del prójimo, dándoles a través de esta investigación una herramienta distinta, mejorada y económica, pensado en los demás. Para ello me prepare según lo requerido por mi investigación dentro de una competencia profesional y científica, que pueda dar un fundamento científico en la realización de este proyecto. Además de ello vi a bien el uso de productos desechados, dándole un segundo uso y por ende sumándome al cuidado del medio ambiente y biodiversidad, teniendo siempre en cuenta que la vida y la integridad humana están primero por encima de cualquier otra cosa, practicando siempre la justicia de modo que siempre seamos gratificados por nuestras acciones según merezcamos, teniendo la libertad de poder elegir, marcando la diferencia a través de este estudio, sabiendo que la preparación y estudio de riesgos de nuestro trabajo aseguran una no maleficencia hacia las personas involucradas. Tratando siempre de actuar con probidad y honestidad dentro de la realización de los ensayos, respetando la propiedad intelectual, ya que cada uno debe ser honesto consigo mismo, dando el reconocimiento a investigadores que se tomaron el tiempo en la realización de sus trabajos, teniendo responsabilidad dentro de todo el desarrollo de nuestra investigación y asumiendo las consecuencias de esta. Pasando las pruebas de transparencia y fidelidad de nuestra instigación con las herramientas ya conocidas, sabiendo que, en esta investigación para su total éxito, debemos de tener precaución en el trato de las variables de estudio y sus resultados.

IV. RESULTADOS:

Figura 1: Análisis termo gravimétrico (polvo de almeja)

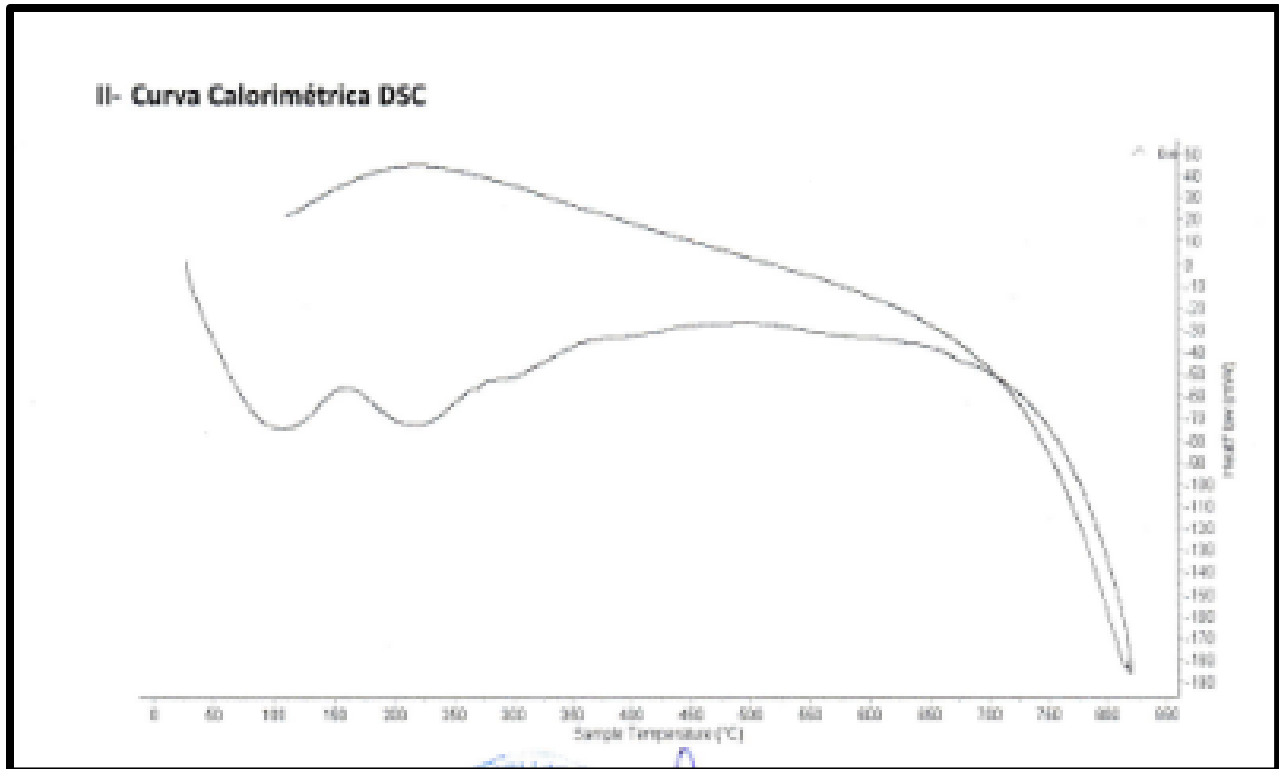


Fuente: Laboratorio UNT.

Elaboración: Laboratorio de polímeros.

- **INTERPRETACIÓN:** El análisis termogravimétrico muestra una estabilidad térmica marcada, por cuanto su masa se mantiene estable sin pérdida significativa de la misma en el rango de temperatura desde temperatura ambiente hasta aproximadamente 750°C, a partir del cual aparenta un descenso de la masa.

Figura 2: Análisis calorimétrico ATD (polvo de almeja)

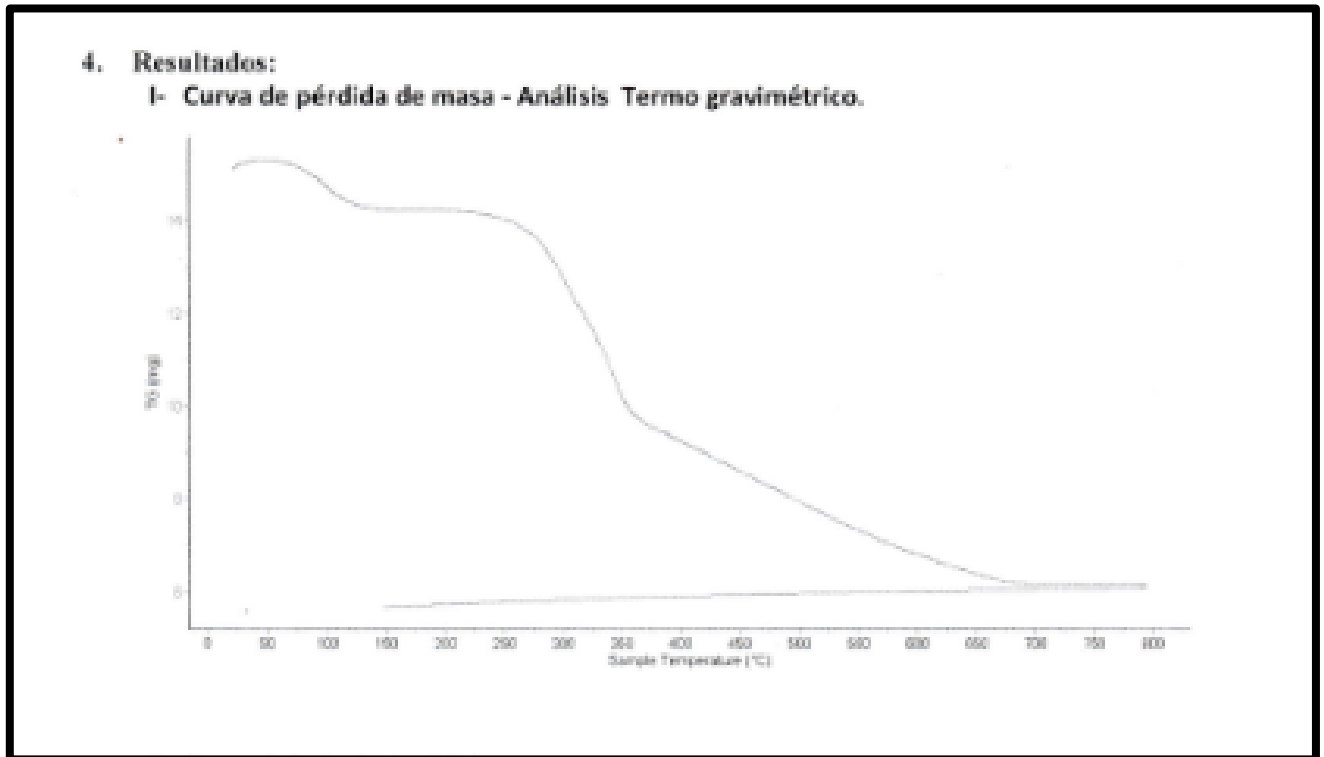


Fuente: Laboratorio UNT.
Elaboración: Laboratorio de polímeros.

- **INTERPRETACIÓN:** En el análisis calorimétrico, se muestra una leve región endotérmica a los 100°C y a los 220°C para luego a los 830°C parece tener un descenso del flujo calorífico que podría indicar cambio de las características del material analizado.

Por ende, se define el grado de calcinación del polvo de almeja en 750°C por lo dicho anteriormente, y el tiempo de calcinación en una hora con treinta minutos (1:30) de acuerdo a otros trabajos de investigación donde mostraron una gran cantidad de Oxido de calcio (CaO), elemento de la composición del cemento.

Figura 3: Análisis termo gravimétrico (CBCA)

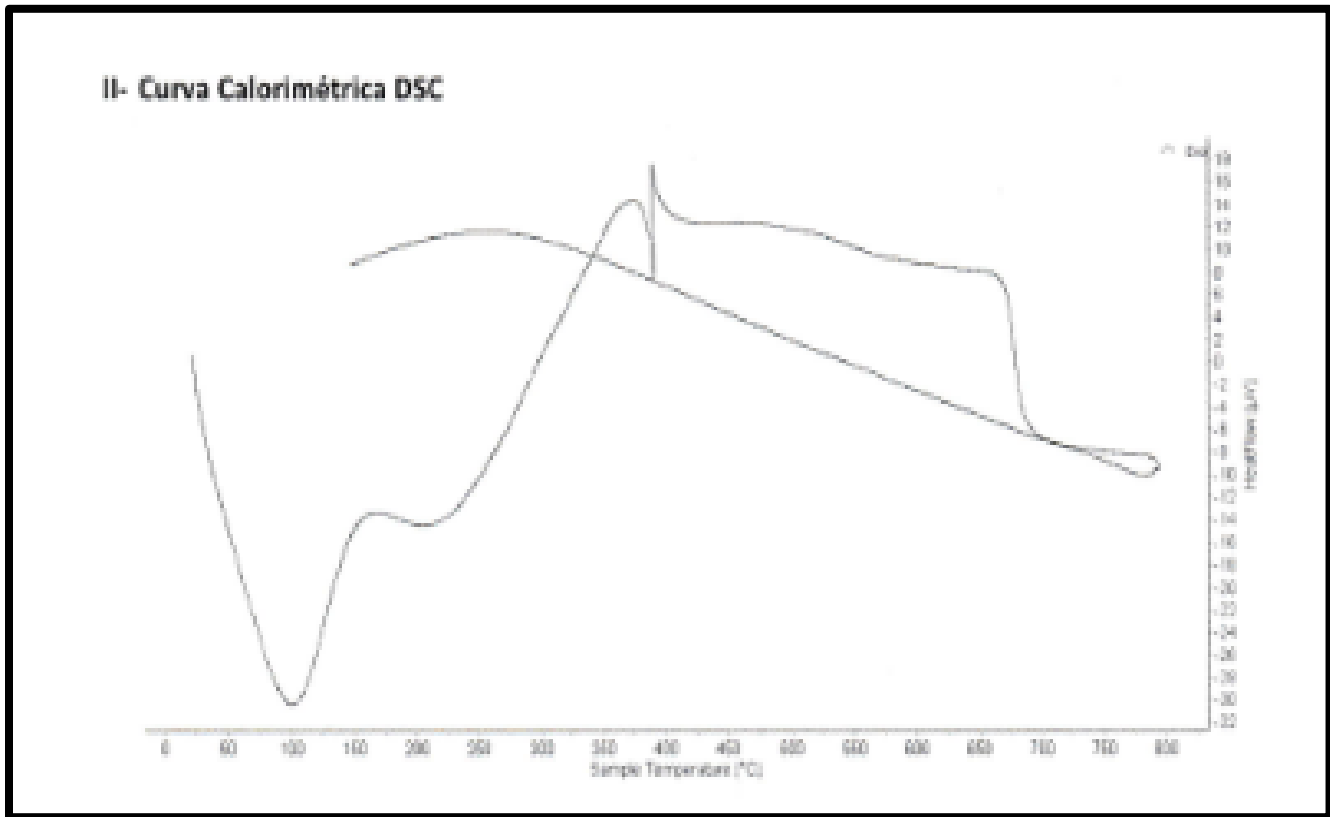


Fuente: Laboratorio UNT.

Elaboración: Laboratorio de polímeros.

- **INTERPRETACIÓN:** En este análisis se muestran dos caídas de masa, una entre 80°C y 120°C y la otra entre 260 y 350 °C posteriormente la pérdida es lenta, en forma gradual, conforme aumenta la temperatura, llegando a perder un 15% de masa respecto al inicial cuando alcanza la máxima temperatura de ensayo.

Figura 4: Análisis calorimétrico ATD (CBCA)



Fuente: Laboratorio UNT.
Elaboración: Laboratorio de Polímeros.

- **INTERPRETACIÓN:** En este análisis se muestran unas bandas endotérmicas a 100°C y en torno a 210°C, presentándose luego una ligera absorción por el calor a 390°C con gran probabilidad de ocurrir cambios estructurales en las propiedades del material.

Por ende, se define el grado de calcinación de las CBCA a 390°C por lo dicho anteriormente y el tiempo de calcinación en 2 hrs. de acuerdo a otros trabajos de investigación donde mostraron una gran cantidad de Oxido de Silicio (SiO), elemento de la composición del cemento.

Tabla 6: Resultado de pH de materiales y combinaciones

COMPONENTE	PH
Cemento Portland Tipo I	13.41
Polvo de Almeja (ACTIVADO)	12.57
Cenizas de bagazo de caña de azúcar (ACTIVADO)	10.90
Combinación 15% (Polvo de Almeja + CBCA)	13.40

Fuente: COLECBI S.A.C.

Elaboración: Elaboración propia

- **INTERPRETACION:** En la siguiente tabla vemos el grado de alcalinidad de los materiales utilizados en nuestra investigación, teniendo al cemento portland tipo I con un grado de alcalinidad de 13.41; Esto nos quiere decir que el cemento portland tipo I tiene un pH básico o altamente alcalino, lo cual significa que este material es apto para la construcción porque protege el acero de refuerzo neutralizando los ácidos y sus efectos en este. A su vez se ve el análisis de pH de la CBCA y el polvo de almeja por separado y en su combinación al ser utilizados para la aplicación del proyecto de investigación, en este análisis se ve que la combinación tiene un pH de 13.40 similar al del cemento con lo cual se concluyó que era apto para su uso por su propiedad altamente alcalina.

Tabla 7: Resultado de FRXDE de Ceniza de bagazo de caña de azúcar

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
<i>Al₂O₃</i>	6.359	7.926
<i>SiO₂</i>	58.296	72.004
<i>P₂O₅</i>	1.525	1.901
<i>SO₂</i>	1.416	1.765
<i>ClO₂</i>	0.063	0.078
<i>K₂O</i>	4.425	5.516
<i>CaO</i>	3.945	4.917
<i>TiO₂</i>	0.295	0.358
<i>Cr₂O₃</i>	0.009	0.011
<i>MnO</i>	0.090	0.112
<i>Fe₂O₃</i>	3.708	4.613
<i>Ni₂O₃</i>	0.002	0.003
<i>CuO</i>	0.017	0.021
<i>ZnO</i>	0.032	0.040
<i>As₂O₃</i>	0.007	0.008
<i>SrO</i>	0.031	0.039
<i>Y₂O₃</i>	0.002	0.003
<i>ZrO₂</i>	0.011	0.014
Total	80.227	100.00

Fuente: laboratorio de Arqueometría UNMSM

Elaboración: Elaboración propia

- **INTERPRETACION:** Las composiciones químicas de las CBCA tienen como predominante la presencia de Oxido de Silicio (SiO₂) en un 72.004%, el cual también es encontrado en el cemento, material al cual se está sustituyendo. También hay presencia de Al₂O₃ en 7.926%, CaO en 4.917% y Fe₂O₃ en 4.613%; los cuales también son parte de la composición del cemento.

Tabla 8: Resultado de **FRXDE** del polvo de almeja

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al_2O_3	11.287	11.004
SiO_2	1.842	0.797
SO_2	0.202	0.197
ClO_2	0.062	0.060
K_2O	0.080	0.078
CaO	90.819	88.546
Fe_2O_3	0.003	0.003
Ni_2O_3	0.011	0.011
CuO	0.007	0.007
ZnO	0.005	0.005
SrO	0.282	0.275
ZrO_2	0.012	0.011
Total	104.613	100.00

Fuente: laboratorio de Arqueometría UNMSM

Elaboración: Elaboración propia

- **INTERPRETACION:** Las composiciones químicas del polvo de conchas de abanico tienen como predominante la presencia de Oxido de Calcio (CaO) en un 88.546%, el cual también es encontrado en el cemento, material al cual se está sustituyendo.

También hay presencia de Al_2O_3 en 11.004%, SiO_2 en 0.797% y Fe_2O_3 en 0.003%, si bien estos últimos en un bajo porcentaje son óxidos que aparecen en la composición del cemento.

Tabla 9: Relación A/C de las mezclas para los ladrillos de concreto.

MORTERO	MATERIAL	A/C
Patrón	Cemento + Arena + Agua	0.65
Experimental (5% CBCA + 10% Polvo de almeja)	Cemento + CBCA + Polvo de almeja + Arena + Agua	0.65

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos

Elaboración: Elaboración propia

- **INTERPRETACION:** En la tabla 9 se muestra la relación A/C de las mezclas para para la realización de mortero Patrón y Experimental (5% CBCA + 10% Polvo de almeja), obtenidos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos. Teniendo como único resultado 0.65 de relación A/C.

Tabla10: Resultados finales de ensayos de compresión Patrón y Experimental.

	Resistencia a la compresión Kg/cm²	
DÍAS	MORTERO PATRÓN	MORTERO EXPERIMENTAL (15% CBCA Y PA)
3	306.00	272.90
7	371.40	397.50
28	417.67	440.00

Fuente: Elaboración Propia

Elaboración: Elaboración propia

- **INTERPRETACIÓN:** Como se muestra en la siguiente tabla, los resultados finales de resistencia a la compresión a los 3 días de curado para los morteros patrón superan en un 10.82% a los experimentales. Sin embargo, para los 7 y 28 días de curado se muestra un aumento en la resistencia a la compresión de los morteros experimentales superando a los 28 días al mortero patrón en un 5.35%.

Tabla11: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PATRÓN 3 DIAS	,999	3	,953
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EXPERIMENTAL 3 DIAS	,777	3	,060
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PATRÓN 7 DIAS	,999	3	,954
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EXPERIMENTAL 7 DIAS	,993	3	,842
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PATRÓN 28 DIAS	,964	3	,637
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EXPERIMENTAL 28 DIAS	,992	3	,826

Fuente: IBM SPSS statistics

Elaboración: Elaboración propia

- **INTERPRETACIÓN:** Los resultados encontrados al aplicar la prueba de normalidad de Shapiro- Wilk a las resistencias a la compresión de los morteros de los diferentes tratamientos que intervienen en el proceso de experimentación , refieren que el p – valor de prueba es mayor que 0.05 (nivel de significancia), lo cual significa que los valores de las resistencias a la compresión de todos estos tratamientos establecidos en este proceso de investigación tienen distribución normal, por lo que para realizar la comprobación de la hipótesis de trabajo establecida se tiene que aplicar pruebas estadísticas paramétricas.

Tabla12: Prueba de homogeneidad de Varianzas.

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Se basa en la media	,632	5	12	,679
	Se basa en la mediana	,448	5	12	,807
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,448	5	9,784	,805
	Se basa en la media recortada	,622	5	12	,686

Fuente: IBM SPSS statistics

Elaboración: Elaboración propia

- **INTERPRETACIÓN:** Con relación a la prueba de homogeneidad de varianzas aplicada, destacamos que los resultados reportan que el p-valor de prueba (Sig.) es mayor que 0.05 (nivel de significancia), lo cual implica que las varianzas de las resistencias a la compresión de los morteros de los diferentes tratamientos que intervienen en el estudio respectivo son homogéneas, es decir que el grado de variabilidad con respecto a sus resistencias promedios no difieren grandemente, son compatibles entre ellas, lo cual amerita continuar con el análisis estadístico dentro del campo de los métodos estadísticos paramétricos.

Tabla13: Prueba de análisis de varianza (ANOVA).

ANOVA					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	64236,946	5	12847,389	129,930	,000
Dentro de grupos	1186,550	12	98,879		
Total	65423,496	17			

Fuente: IBM SPSS statistics

Elaboración: Elaboración propia

- **INTERPRETACIÓN:** Estos resultados descritos que corresponden a la Prueba de Análisis de Varianza (ANOVA) orientada a probar la Igualdad de Medias Poblacionales correspondientes, en este caso entre las medias de las resistencias a la compresión de los morteros de los tratamientos establecidos tanto para los grupos control como experimental en relación a los días de curado convenidos, nos muestran que el p – valor de prueba (Sig.=0.000) es menor que 0.05 (nivel de significancia), lo cual implica concluir como decisión de la prueba aplicada que con un nivel de significancia del 5% que no todas las medias de las resistencia a la compresión de los morteros de los tratamientos establecidos para los grupos patrón y experimental en relación al tiempo de curado establecido son iguales; es decir existe diferencias significativas entre dichas medias, lo cual es producto de la acción casual de los materiales que se han utilizado en la experimentación.

Tabla14: Prueba de Comparaciones múltiples.

Comparaciones múltiples (Pruebas post hoc)						
Variable dependiente: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTOS	(J) TRATAMIENTOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1,00	2,00	33,13333 [*]	8,11908	,015	5,8620	60,4047
	3,00	-54,56667 [*]	8,11908	,000	-81,8380	-27,2953
	4,00	-91,05000 [*]	8,11908	,000	-118,3213	-63,7787
	5,00	-111,66667 [*]	8,11908	,000	-138,9380	-84,3953
	6,00	-134,00000 [*]	8,11908	,000	-161,2713	-106,7287
2,00	1,00	-33,13333 [*]	8,11908	,015	-60,4047	-5,8620
	3,00	-87,70000 [*]	8,11908	,000	-114,9713	-60,4287
	4,00	-124,18333 [*]	8,11908	,000	-151,4547	-96,9120
	5,00	-144,80000 [*]	8,11908	,000	-172,0713	-117,5287
	6,00	-167,13333 [*]	8,11908	,000	-194,4047	-139,8620
3,00	1,00	54,56667 [*]	8,11908	,000	27,2953	81,8380
	2,00	87,70000 [*]	8,11908	,000	60,4287	114,9713
	4,00	-36,48333 [*]	8,11908	,007	-63,7547	-9,2120
	5,00	-57,10000 [*]	8,11908	,000	-84,3713	-29,8287
	6,00	-79,43333 [*]	8,11908	,000	-106,7047	-52,1620
4,00	1,00	91,05000 [*]	8,11908	,000	63,7787	118,3213

	2,00	124,18333*	8,11908	,000	96,9120	151,4547
	3,00	36,48333*	8,11908	,007	9,2120	63,7547
	5,00	-20,61667	8,11908	,187	-47,8880	6,6547
	6,00	-42,95000*	8,11908	,002	-70,2213	-15,6787
5,00	1,00	111,66667*	8,11908	,000	84,3953	138,9380
	2,00	144,80000*	8,11908	,000	117,5287	172,0713
	3,00	57,10000*	8,11908	,000	29,8287	84,3713
	4,00	20,61667	8,11908	,187	-6,6547	47,8880
	6,00	-22,33333	8,11908	,135	-49,6047	4,9380
6,00	1,00	134,00000*	8,11908	,000	106,7287	161,2713
	2,00	167,13333*	8,11908	,000	139,8620	194,4047
	3,00	79,43333*	8,11908	,000	52,1620	106,7047
	4,00	42,95000*	8,11908	,002	15,6787	70,2213
	5,00	22,33333	8,11908	,135	-4,9380	49,6047

Fuente: IBM SPSS statistics

Elaboración: Elaboración propia

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

- **INTERPRETACIÓN:** Para efectos de realizar las comparaciones entre las medias de las resistencias a la compresión de los morteros de los diferentes tratamientos establecidos conformantes tanto del grupo patrón como experimental. se aplicó la prueba de hipótesis de la diferencia de medias de comparaciones múltiples en relación al tiempo de curado establecido. Como resultados encontrados en la aplicación de dicha prueba encontramos que para los morteros patrones y experimentales a los 3 días de curado tienen un p-valor de prueba Sig.=0.015) es

menor que 0.05. Asimismo, vemos también que en cuanto al tiempo de curado de 7 días para los morteros patrones y experimentales señalan que el p-valor de prueba (Sig.= 0.007) es menor que 0.05. Con respecto a la comparación de las medias de las resistencias a la compresión de los morteros conformantes del grupo patrón como el experimental para el tiempo de curado de 28 días, se reporta que el p- valor de la prueba (Sig.= 0.135) es mayor que 0.05.

V. DISCUSION:

De los resultados encontrados a través de esta investigación, asumimos la hipótesis general, la cual plantea el aumento de la resistencia de un mortero, al reemplazar parcialmente el cemento por CBCA y polvo de almeja.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Solís jara (2018). Que la activación térmica del polvo de concha se realizó a una temperatura de 750°C por el lapso de 1.30hrs. Lo cual permitió convertir el carbonato de calcio presente en el polvo de almeja a su fase activa en óxido de calcio, aportando a la mezcla del mortero sus elementos puzolánicos para el reemplazo parcial del cemento. Ello viene siendo acorde con lo que en este estudio se halla que de acuerdo al análisis térmico diferencial que se realizó para determinar a qué temperatura las conchas de almeja cambian de fase, según el análisis termo gravimétrico en la figura 1, nos muestra una estabilidad térmica de la muestra hasta los 750°C y a partir de esta aparece una caída de la masa hasta los 830°C donde se produce el cambio de fase del material.

A su vez, Chumioque (2019). En la elaboración de un concreto, sustituyo parcialmente el cemento por CBCA, la cual fue sometida a ensayos de ATD llegando a concluir que, de acuerdo a este ensayo, el bagazo de caña de azúcar debe ser activado a una temperatura de entre 390°C y 400°C ya que a estas temperaturas el material presenta un cambio estructural donde se evidencia una pérdida de su masa en un 86%. Por ello al realizar el análisis térmico diferencial de las CBCA de nuestras muestras, coincidimos con Chumioque que la activación debe ser a 390°C ya que a partir de ese punto ocurre el rompimiento de la estructura cristalina de la CBCA es decir su deshidroxilación para conformar un material aproximadamente amorfo y de carácter puzolánicos,

Así mismo Pastor, H. (2017) en sus ensayos de FRXDE de las CBCA obtuvo dentro de sus resultados un 64.04% de dióxido de sílice para lo cual nosotros en la Tabla 7, se puede apreciar que la CBCA presenta como material predominante el óxido de sílice en un 72.004% lo cual originaría un material cementante y a su vez corroboraría que las CBCA es un material puzolánico que se puede usar como un conglomerante.

Lo mismo que sustenta Chumioque, B. (2019). En su investigación de resistencia a la compresión de un concreto reemplazando el cemento por conchas de abanico y bagazo de caña de azúcar, en la cual realizó los ensayos de FRXDE a los materiales a utilizar, determinando que estos cumplían con los parámetros establecidos por la norma. Cuyas sustituciones del 5% y 10% alcanzaron una buena resistencia respecto al patrón.

A su vez Solís Jara (2018). Concluye que el polvo de almeja es un material puzolánico gracias a la presencia de óxido de calcio, aluminio y hierro dentro de sus componentes químicos, de los cuales la norma ASTM C 618 refiere que para que se considere como puzolánico a un material, este debe tener dentro de sus componentes químicos al Ca, Al y He en porcentajes mayores al 70%, para lo cual la almeja utilizada en esta investigación llegó a sumar el 95% de óxidos en su estructura química según muestra la tabla 8, refiriendo así, de esta manera, que se le considera como un material puzolánico que puede ser usado en la realización de morteros.

Así mismo, Revertegat, E., Richet, C. y Gégout, P. (1992). sostuvo que la cinética de transferencia se ralentiza considerablemente a un pH de 11,5 y afirma que, si el pH es menor, este producirá un ataque rápido de los sulfatos al concreto apareciendo grietas en este. Con lo cual a través de los estudios de pH de los materiales usados en esta investigación como lo son las CBCA y el polvo de almeja en sus combinaciones tienen un pH de 13,40 lo cual demuestra que los materiales usados son altamente alcalinos. Por lo tanto, ellos ayudarán a mejorar la resistencia de los morteros.

Del mismo modo como lo muestra, Alireza J., Mohammad, M. (Irán, 2017). Sostiene que la resistencia a compresión de los morteros ensayados con reemplazo del cemento por CBCA en 10% y 30% no obtuvieron mejoras en su resistencia a compresión para edades tempranas ensayados a los 3 y 7 días de curado. Lo cual se contrasta con nuestros resultados obtenidos para los ensayos de mortero experimental para 3 días de curado, los cuales no superaron en resistencia a la compresión a los morteros patrón.

En la tabla 10, se observa como aumento la resistencia en un 5.35 % a los 28 días de curado, con un valor de 440 kg/cm², esto es debido a la presencia de silicato Tricálcico, a los 3 días de curado dio una resistencia de 272.9 kg/cm², lo que disminuyó la

resistencia en un 10.82% con respecto al patrón. De manera que este comportamiento es una respuesta a que no fueron debidamente mezclados, Debido que, al utilizar cenizas, estas absorben mayor humedad y la retienen, por ende, a mayores días mejorara la resistencia.

Lo cual concuerda con lo estudiado por Coronación, S. (2019). La cual tuvo por objetivo determinar la resistencia a la compresión de un mortero sustituyéndolo por 5% de cenizas de cascara de arroz y 5% de polvo de concha de abanico ensayado para los días de curado de 3, 7, 28, 45 y 90 días. Teniendo como resultado de su evaluación, que no existe diferencia mayor o significativa para los porcentajes estudiados en los primeros días de curado.

A si mismo Monita, O., Revina, O. y Ismeddiyanto (Indonesia, 2017). Sostienen que la sustitución del cemento por polvo de almeja aumento el fraguado, la densidad y la resistencia a la compresión del mortero, determinando que los calcios contenidos en las almejas determinan la resistencia de los morteros. Para lo cual corroboramos según nuestros estudios realizados que el polvo de almeja usado en el reemplazo de nuestros morteros experimentales, lograron aumentar la resistencia a la compresión de estos a edades mayores.

De esta manera, Coyasamin, O. (2016). Sostiene que la sustitución de CBCA en un 15% dio resultados óptimos para una resistencia a la compresión de 240 kg/cm² acotando que para sustituciones al 30% se obtuvieron resistencias por encima del 2% para los días de curado de 14 y 28 días. Para lo cual hago referencia que los morteros con sustitución de cemento en combinación del 15% entre CBCA y polvo de almeja superaron a los morteros patrón a los 7 y 28 días de curado en un 5.35%.

Del mismo modo, Ali, E., Fatemeh S., Mojtaba, E. y Zahra, S. (2019). Sostiene que los morteros con sustitución del 30% por conchas marinas aumentaron los tiempos de fraguado siendo beneficiosos para la construcción en climas cálidos, reduciendo la demanda de agua lo cual contribuye en el aumento de su resistencia a la compresión. Esto tiene concordancia con nuestros estudios ya que los morteros estudiados tuvieron aumento en su resistencia a la compresión.

VI. CONCLUSIONES:

1. Se determinó que para activar el polvo de almeja se tiene que tomar una temperatura promedio de rango notorio de pérdida de masa que es de 750 °C, en un tiempo de 1.30 horas.
2. El polvo de almeja tiene propiedades similitud de las propiedades de componentes químicos de un cemento portland tipo I, Concluyendo así que reaccionan como material cementante de acuerdo a los resultados de la composición química expresada en óxidos, donde el óxido de calcio (CaO) con 88.546%, óxido de aluminio, (Al₂O₃) con 11.004%, óxido de hierro (Fe₂O₃) con 0.003%, los cuales son componentes puzolánicos cementantes, siendo como componente principal e investigado el óxido de calcio.
3. Se concluye que al sustituir en 15 % (5% de CBCA y 10% de polvo de almeja) al cemento mejora la alcalinidad del aglomerante esto es bueno porque las estructuras serán resistentes y estarán protegidos ante los agentes de corrosión y de los sulfatos.
4. La mezcla del polvo de almeja y ceniza de bagazo de caña de azúcar mejoran la resistencia de un mortero.
5. La diferencia en el mortero, en las edades de 7 y 28 días de curado se concluye que al sustituir en 15% (5% de CBCA y 10% de polvo de almeja) al cemento se aprecia una mayor resistencia en comparación de un mortero patrón.

VII. RECOMENDACIONES:

Se recomienda que para seguir con la investigación de estas dos materias primas para la sustitución parcial del cemento se haga un mejor proceso de selección del bagazo de caña de azúcar para tener componentes químicos más parecidos al cemento y evitar tanto material orgánico.

Se puede optimizar los resultados de las cenizas de bagazo de caña de azúcar, analizando a otras temperaturas y a diferentes tiempos.

Para la distribución de las partículas uniformemente se recomienda hacer un mezclado mecánicamente.

Reducir el óxido de potasio y azufre de la ceniza de bagazo de caña de azúcar y de la mezcla antes de ser utilizada, a través de algún aditivo, o aumentando la temperatura de activación.

Utilizar otros porcentajes y en otras proporciones de la sustitución de cemento por la combinación de polvo de almeja y ceniza de bagazo de caña de azúcar para así tener un panorama más amplio en el estudio de estos materiales.

REFERENCIAS:

Apaza, D. (2018). Durabilidad del concreto elaborado en base a la ceniza del bagazo de caña de azúcar (cbca) con cemento portland, ante agentes agresivos (Tesis de pregrado). Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2157>

Coronación Diestra, S. M. (2019). Resistencia a la compresión de un mortero sustituyendo al cemento por 5% de ceniza de cáscara de arroz y por 5% de polvo de concha de abanico.

Alarcón Miranda, J. (2019). Resistencia a la compresión de mortero sustituyendo al cemento con 12% de ceniza de cáscara de arroz y 8% de ceniza de concha de donax obesulus.

Chumioque Bedon, K. E., & Villegas Castillo, L. B. (2019). Resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² al sustituir el cemento por ceniza de concha de abanico y bagazo de caña de azúcar, Chimbote, 2019.

Adrián Estrada, J. L., & Bartolo Paredes, R. J. (2021). Cenizas de bagazo de caña de azúcar como sustitución del cemento portland en elaboración de concreto hidráulico.

Coyasamin, O. (2016). Análisis Comparativo De La Resistencia A Compresión Del Hormigón Tradicional, Con Hormigón Adicionado Con Cenizas De Cáscara De Arroz (CCA) Y Hormigón Adicionado Con Cenizas De Bagazo De Caña De Azúcar (CBC). Universidad Técnica De Ambato, Ecuador.

Chávez Navarro, J. E. (2019). Influencia de la ceniza del bagazo de caña de azúcar con la finalidad de mejorar la resistencia del concreto, usando los agregados de la cantera Figueroa - Huánuco - 2018.

Solís Jara, C. J. (2018). Resistencia de una pasta cementante sustituyendo en 5% por polvo de almeja (*semele sp*) y 15% por ceniza de cola de caballo.

Ismail, S., Ahmed, A, Reddy, A. & Hamdan, S. (2015). Producción de biodiesel a partir de aceite de ricino mediante el uso de óxido de calcio derivado de la almeja Shell- Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Malaysia Sarawak (UNIMAS). Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/jre/2016/5274917/>

IMARPE. (2016). instituto del mar del Perú. Disponible en: <http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/>

Villegas Martínez, C. A. (2012). Utilización de puzolanas naturales en la elaboración de prefabricados con base cementicia destinados a la construcción de viviendas de bajo costo.

NTP334.009. (2013). Cementos portland adiciones, requisitos. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/342117099/NTP-334-090-Cemento-Portland-Adicionado-pdf>.

American Society for Testing and Materials, (ASTM). C150, 2007. Especificación estándar para el cemento portland.

NTP-339.088 agua para morteros y hormigones de cemento portland Requisitos.
Disponible en:
http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1514/1/T%20026_72888504_T.pdf

Mejía García; Chinchilla Rivera; Mendoza Barrios (2012), Determinación de la resistencia a la compresión de mortero empleando especímenes cilíndricos y cúbicos, utilizando arena del occidente del país. Disponible en:
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/15315/1/TESIS%20DETERMINACI%C3%93N%20DE%20LA%20RESISTENCIA%20A%20LA%20COMPRESI%C3%93N%20DE%20MORTERO%20EMPLEANDO%20ESPECIMENES%20CIL%C3%8DNDRICO.pdf>

Apaza Lazo, E. V., & Salcedo Tejeda, J. L. (2019). Influencia de la Ceniza de Hoja de Maíz, Cáscara de Cebada y Bagazo de Caña de Azúcar (Materiales Puzolánicos Artificiales), Como Sustitutos Parciales del Cemento en la Resistencia del Concreto Para Diseños: $f'c = 175 \text{ kgf/cm}^2$, $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y $f'c = 350 \text{ kgf/cm}^2$ en la Ciudad de Arequipa.

SOLIS JARA, C. J. (2018). Resistencia de una pasta cementante sustituyendo en 5% por polvo de almeja (semele sp) y 15% por ceniza de cola de caballo.

Pastor, H. (2017). Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto. Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/29333/pastor_sh.pdf?sequence=1&isAllowed=y

León Vélez A. (2019). Energía contenida y emisiones de CO₂ en el proceso de fabricación del cemento en Ecuador. Disponible en: <https://www.scielo.br/pdf/ac/v20n3/1678-8621-ac-20-03-0611.pdf>

Cement Review. Disponible en: <https://www.cemnet.com/News/story/170463/sbti-validates-ultratech-s-co2-emissions-reduction-targets.html>

Laura, L. y Alfaro, T. (2014). Estudio comparativo para la sustitución de un cemento Portland tipo V entre un cemento puzolánico con especificaciones de la performance tipo Hs en la Fábrica de Cemento Yura S.A. disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3984/IQIacolj060.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Monita, O., Revina, O. y Ismeddiyanto (Indonesia, 2017). Propiedades del hormigón que contiene residuos del suelo conchas marinas de berberechos y almejas. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705817304149?token=ED1E5BE8963C7DF63869986086F68DF2FCA2EC7F032FFE539F009941189CA4368AD60BCD4D096A28CF4CD2682444EFD5>

Oliveira, M., Ferreira, F., De Souza, C., y Osorio, A. (2010). Sugarcane bagasse ash as a partial Portland cement replacement material. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/25536>

Pusit, L., Natt, M. y Chalothorn S. (Tailandia, 2012). Utilization of ground waste seashells in cement mortars for masonry and plastering. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479712003477>

Piyanut, M., Suvimol, S., Sansanee, B., Sumate, P., y Duangrudee, C. (Tailandia, 2012). Effects of Fine Bagasse Ash on the Workability and Compressive Strength of Mortars. Disponible en: <https://www.thaiscience.info/Journals/Article/CMJS/10886333.pdf>

Alireza J., Mohammad, M. (Irán, 2017). Evaluating the effects of sugar cane bagasse ash (SCBA) and nanosilica on the mechanical and durability properties of mortar, Construction and Building Materials. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061817313776>

Ali, E., Fatemeh S., Mojtaba, E. y Zahra, S. (Irán, 2019). Sustainable approaches for developing concrete and mortar using waste seashell. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.1080/19648189.2019.1607780?scroll=top&needAccess=true>

Jagadesh, P., Ramachandramurthy, A. y Murugesan, R. (India, 2018). Overview on properties of sugarcane bagasse ash (SCBA) as Pozzolan. Disponible en: <http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/45169/1/IJMS%2047%2810%29%2019%2034-1945.pdf>

Revertegat, E., Richet, C. y Gégout, P. (2017). Effect of pH on the durability of cement pastes. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884692900643>

ANEXOS:

Tabla 15: Matriz de Operacionalización.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
DEPENDIENTE: RESISTENCIA A LA COMPRESION	Es la capacidad que tiene un mortero para soportar la carga por unidad de área expresada en kg/cm ² . (Mejía, G., Chinchilla, R., Mendoza, B., 2012)	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una pasta cementante bajo una carga admisible. (Solís, C., 2018)	Resistencia a la compresión.	Rotura de morteros.	Razón
INDEPENDIENTE: 5% CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR Y 10% POLVO ALMEJA	La CBCA es un subproducto de la industria, que se obtiene al elaborar el azúcar y otros derivados de esta. calcinado entre los 400°C y 700°C da como resultado un material rico en sílice. (Apaza, L., 2019). La almeja es un molusco de la especie de los bivaldos, cuyo cuerpo rígido está protegido por conchas que soportan temperaturas de 5 a 35°C, teniendo como componente principal en su estructura al calcio. (Guari, A., 2014)	Es la mezcla de un porcentaje de CBCA y polvo de almeja activada en reemplazo de un 15% de cemento en una unidad de mortero (Solís, C., 2018)	15%(5% de CBCA y 10% de Polvo de Almeja)	Cemento. CBCA. Polvo de Almeja. Relación a/c.	Razón

Fuente: Elaboración propia

Imagen 1: Bagazo de caña de azúcar (ATD)

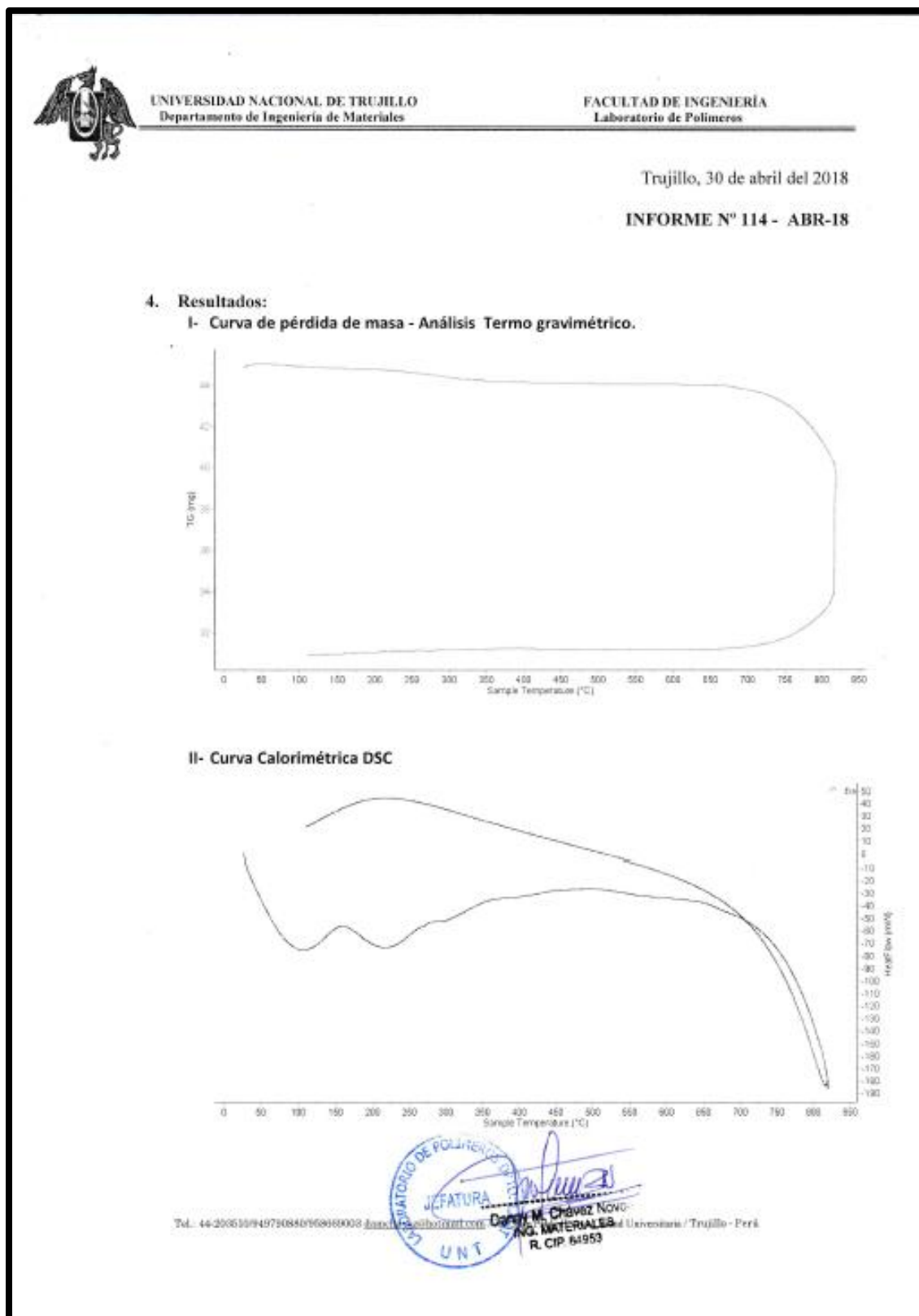


Imagen 2: Polvo de Almeja (ATD)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

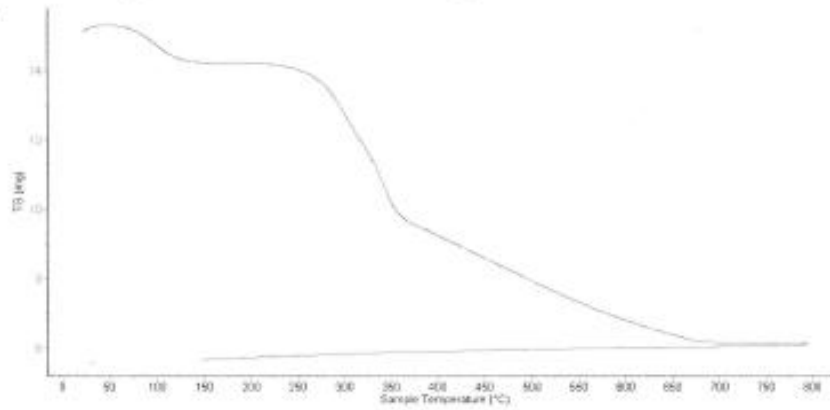
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 30 de abril del 2018

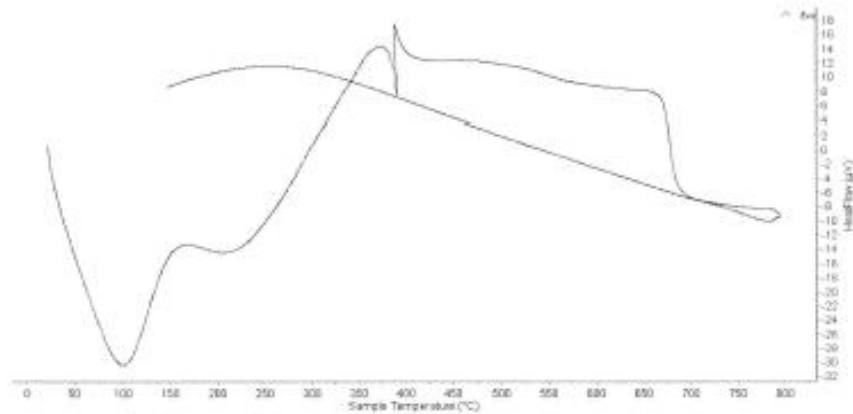
INFORME N° 113 - ABR-18

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica DSC



Tel: 44-2035109457098809586090001 dancherco@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú

Danny M. Chén
ING. MATERIALES
R. CIP. 84385



Imagen 3: Fluorescencia de rayos X - CBCA



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Ligeramente menor que 100%. Es probable que la muestra este constituida en parte por compuestos diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento, para mayores detalles sobre la composición estructural d la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en % de masa

Óxido	Concentración % masa	Normalizado Al 100%
Al ₂ O ₃	6.359	7.926
SiO ₂	58.296	72.004
P ₂ O ₅	1.525	1.901
SO ₂	1.416	1.765
ClO ₂	0.063	0.078
K ₂ O	4.425	5.516
CaO	3.945	4.917
TiO ₂	0.295	0.358
Cr ₂ O ₃	0.009	0.011
MnO	0.090	0.112
Fe ₂ O ₃	3.708	4.613
Ni ₂ O ₃	0.002	0.003
CuO	0.017	0.021
ZnO	0.032	0.040
As ₂ O ₃	0.007	0.008
SrO	0.031	0.039
Y ₂ O ₃	0.002	0.003
ZrO ₂	0.011	0.014
Total	80.227	100.00

Imagen 4: Fluorescencia de rayos X – Polvo de Almeja



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Ligeramente menor que 100%. Es probable que la muestra este constituida en parte por compuestos diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento, para mayores detalles sobre la composición estructural d la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental del Polvo de Almeja en % de masa

Óxido	Concentración % masa	Normalizado Al 100%
Al ₂ O ₃	11.287	11.004
SiO ₂	1.842	0.797
SO ₂	0.202	0.197
ClO ₂	0.062	0.060
K ₂ O	0.080	0.078
CaO	90.819	88.546
Fe ₂ O ₃	0.003	0.003
Ni ₂ O ₃	0.011	0.011
CuO	0.007	0.007
ZnO	0.005	0.005
SrO	0.282	0.275
ZrO ₂	0.012	0.011
Total	104.613	100.00

Imagen 5: Grado De La Alcalinidad De Sustancia De Investigación

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES
“COLECBI” S.A.C.
REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20180518-006 Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR: HOYOS DIAZ ROGER JIM
DIRECCIÓN: Cuaria Etapa Brisas Mz Lote 7 Nuevo Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO: ABAJO INDICADO.
CANTIDAD DE MUESTRA: 05 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA: En bolsa de Polietileno transparente cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN: 2018-05-18
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO: 2018-05-18
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO: 2018-05-18
CONDICIÓN DE LA MUESTRA: En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN: Laboratorio de Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI: SS 180518-6

RESULTADOS

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
Polvo de Almeja	12,57
Geniza de Bagazo de caña de Azúcar	10,90
Combinación 15% (Polvo de Almeja + CBCA)	13,40
Combinación 30% (Polvo de Almeja + CBCA)	13,22
Cemento Portland Tipo I	13,41

METODOLOGÍA EMPLEADA
pH: Potenciométrica.

NOTA:

- Las muestras fueron reconocidas por Laboratorio COLECBI S.A.C.
- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Mayo 19 del 2018.

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.P. 026
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
Rev. 04
Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

Imagen 6: Resistencia a la compresión – UNI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del A: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
Ubicación: HOYOS DIAZ ROGER JIM
Asunto: UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CHIMBOTE
Expediente N°: Ensayo de Resistencia a la Compresión
Recibo N°: 18-2115
Fecha de emisión: 60959 : 14/06/2018

1.0. DE LA MUESTRA: Consistente en 06 especímenes cúbicos de MORTERO

2.0. DEL EQUIPO: Máquina de ensayo uniaxial TONIITECHNIK.
 Certificado de Calibración LFP -221 -2A17

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO: Norma de referencia NTP 334.051 :2013.

4.0. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)
1	P7 - a/c	17/05/2018	14/09/2018	25,6	10,783	421
2	P8 - a/c	17/05/2018	14/09/2018	25,5	10,654	417
3	P9 - a/c	17/05/2018	14/09/2018	25,5	10,623	415
4	EXP 7 - a/c	17/05/2018	14/06/2018	24,3	10,937	450
5	EXP 8 - a/c	17/05/2018	14/09/2018	24,7	10,640	431
6	EXP 9 - a/c	17/05/2018	14/06/2018	24,4	10,707	439

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P
 Técnico : Sr. A.A.G


 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe del laboratorio

NOTAS

- Está prohibido producir o modificar el informe de ensayo, total, o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante

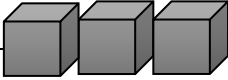
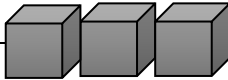
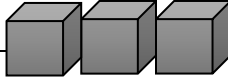
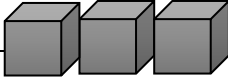
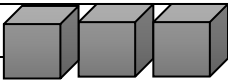
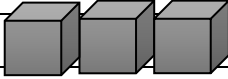


Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo
 de Materiales - UNI



Tabla 5: Grupos de ensayo para los especímenes de mortero a los 3, 7 y 28 días.

DISEÑO DE BLOQUE COMPLETO		
DÍAS DE CURADO	RESISTENCIA DEL CUBO DE MORTERO CON PORCENTAJES DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR Y POLVO DE ALMEJA	
	PATRÓN 0% DE SUSTITUCIÓN	5% DE CENIZA DE BAGAZA DE CAÑA DE AZÚCAR Y 10% DE POLVO DE ALMEJA
3		
7		
28		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Ensayos de Compresión Patrón 3 días

DESCRIPCIÓN	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg-f)	FC= (kg/cm²)
PATRÓN 3D-1 (P1)	25.50	7810	306.30
PATRÓN 3D-2 (P2)	25.40	8040	316.50
PATRÓN 3D-3 (P3)	25.10	7410	295.20
		Promedio	306.00

Fuente: LABORATORIO USP

Tabla 17: Ensayos de Compresión Patrón 7 días

DESCRIPCIÓN	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg-f)	FC= (kg/cm²)
PATRÓN 7D-1 (P4)	25.86	9010	348.41
PATRÓN 7D-2 (P5)	25.91	9350	360.90
PATRÓN 7D-3 (P6)	25.86	9630	372.39
		Promedio	360.57

Fuente: LABORATORIO USP

Tabla 18: Ensayos de Compresión Patrón 28 días

DESCRIPCIÓN	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg-f)	FC= (kg/cm²)
PATRÓN 28D-1 (P7)	25.60	10783	421.00
PATRÓN 28D-2 (P8)	25.50	10654	417.00
PATRÓN 28D-3 (P9)	25.50	10623	415.00
		Promedio	417.67

Fuente: LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES – UNI

Tabla 19: Ensayos de Compresión Experimental 15% de 3 días

DESCRIPCIÓN	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg-f)	FC= (kg/cm²)
EXPERIMENTAL 3D-1 (EXP-1)	25.81	6930	268.50
EXPERIMENTAL 3D-2 (EXP-2)	25.75	6900	268.00
EXPERIMENTAL 3D-3 (EXP-3)	25.81	7280	282.10
		Promedio	272.90

Fuente: LABORATORIO USP

Tabla 20: Ensayos de Compresión Experimental 15% de 7 días

DESCRIPCIÓN	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg-f)	FC= (kg/cm²)
EXPERIMENTAL 7D-1 (EXP-4)	25.98	9960	383.37
EXPERIMENTAL 7D-2 (EXP-5)	25.96	10630	409.48
EXPERIMENTAL 7D-3 (EXP-6)	25.91	10320	398.30
		Promedio	397.05

Fuente: LABORATORIO USP

Tabla 21: Ensayos de Compresión Experimental 15% de 28 días

DESCRIPCIÓN	ÁREA (cm²)	FUERZA (kg-f)	FC= (kg/cm²)
<i>EXPERIMENTAL 28D-1 (EXP-7)</i>	<i>24.30</i>	<i>10937</i>	<i>450.00</i>
<i>EXPERIMENTAL 28D-2 (EXP-8)</i>	<i>24.70</i>	<i>10640</i>	<i>431.00</i>
<i>EXPERIMENTAL 28D-3 (EXP-9)</i>	<i>24.40</i>	<i>10707</i>	<i>439.00</i>
		Promedio	440.00

Fuente: Laboratorio ensayo de materiales – UNI

Tabla 22: Dosificación de materiales utilizado para elaborar los especímenes del mortero patrón.

MATERIAL	ESPECIMENE S		
	3	6	9
cemento	250gr	500 gr	750gr
agua	121.25gr	242.5gr	363.75gr

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Dosificación de materiales utilizados para elaborar los especímenes del mortero experimental al 15% de sustitución.

MATERIAL	ESPECIMENES		
	3	6	9
cemento	212.5 gr	425 gr	637.5gr
CBCA	12.5 gr	25 gr	37.5gr
Polvo de almeja	25 gr	50 gr	75 gr
agua	121.25gr	242.5gr	363.75gr

Fuente: Elaboración propia

Imagen 7: Petición de donación y recojo de cenizas de bagazo de caña de azúcar en “AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S.A.A.”



Imagen 8: Obtención y lavado de la almeja (Semele Sp), en el Muelle Gildemeister de nuestro Puerto de Chimbote.

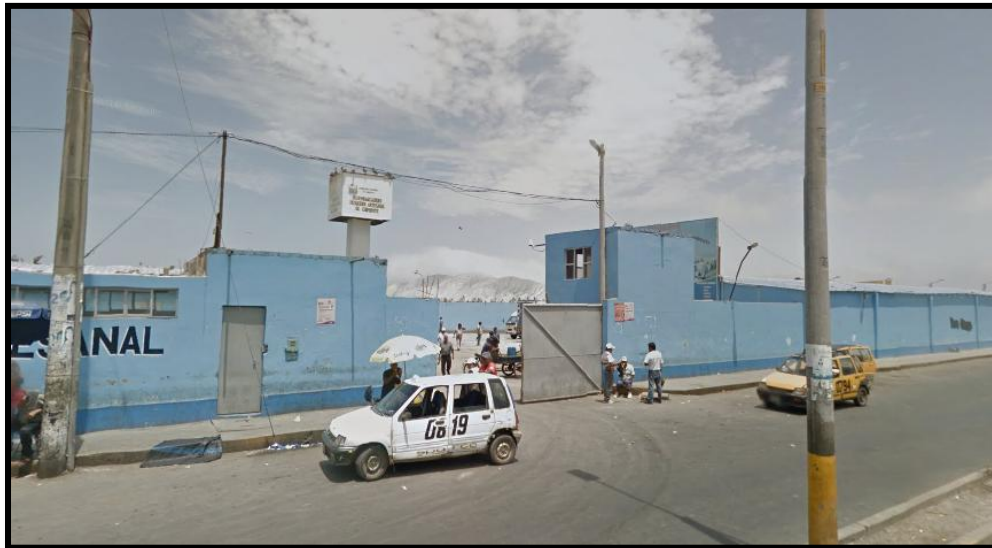


Imagen 9: Obtención del agregado fino de la Cantera De Besique.



Imagen 10: Gradación del agregado fino por las mallas N° 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200 Y plato con la supervisión del ing. Dante Salazar Sánchez.



Imagen 11: Triturado y molido de la Almeja (*Semele Sp*), hasta lograr conseguir dejarlo en polvo, para el ensayo de ATD en la ciudad de Trujillo.



Imagen 12: Tamizado por la organza del polvo de almeja y del bagazo de caña de azúcar, para muestras de ensayos de ATD.



Imagen 13: Ensayos de ATD en la “universidad nacional de Trujillo” de la CBCA y el polvo de almeja, para determinar el grado de calcinación de los materiales a agregar.



Imagen 14: Metiendo a la mufla las cenizas de bagazo de caña de azúcar para ser calcinados a 390°C por un lapso de 2 hrs.



Imagen 15: Metiendo a la mufla la Almeja (Semele Sp) para ser calcinados a 750°C por un lapso de 1 $\frac{1}{2}$ hrs.



Imagen 16: Sacado de la mufla y tamizado por la malla N°200 de la CBCA y de la Almeja (Semele Sp), activados a su temperatura respectiva

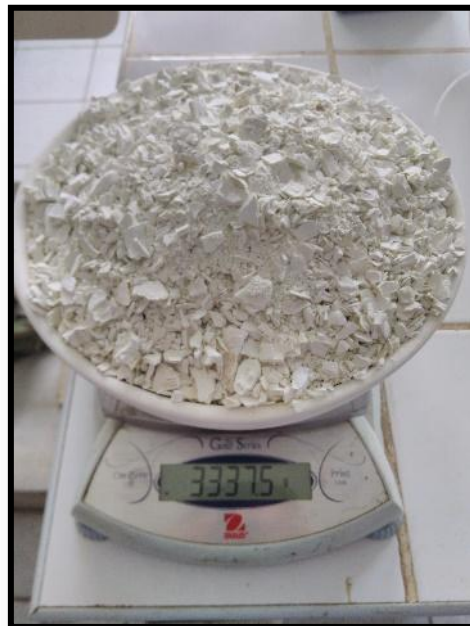


Imagen 17: Pesos para fluorescencia de rayos X y pH del cemento, CBCA, polvo de almeja y combinaciones del 15%.



Imagen 18: Ensayo en el fluidímetro electrónico para determinar la relación A/C según NTP 334.051-2013.



Imagen 19: Realización del mortero patrón según NTP 334.051-2013.



Imagen 20: Desmolde y curado de los cubos de mortero patrón, para curado de 3, 7 y 28 días respectivamente.



Imagen 21: Ensayo de resistencia a la compresión de morteros.

