



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Resistencia de ladrillos de concreto sustituyendo al cemento
por cenizas de Cáscara de arroz y Mytilidae, Nuevo Chimbote -
2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Perez Cerna, Adriana Judy (ORCID: 0000-0002-2154-9524)

Villanueva Ruiz, David (ORCID: 0000-0002-9044-4136)

ASESOR:

Mgtr. Monja Ruiz, Pedro Emilio (ORCID: 0000-0002-4275-763X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

CHIMBOTE – PERÚ

2021

DEDICATORIA:

El presente proyecto de investigación está dedicado en primer lugar a Dios, por haberme permitido cumplir con mis metas y sueños, siendo uno de ellos el poder culminar mi carrera profesional con Éxito.

A mis padres, por el apoyo constante que recibo de ustedes, atesoro cada consejo que me dan, siempre pensando en mi bienestar y procurando que sea una persona de bien, gracias a ustedes eh podido llegar lejos.

A mis hermanos, porque siempre estuvieron conmigo en cada paso, en mis caídas y tropiezos, siempre supieron levantarme para poder continuar. Sin ustedes nada de esto hubiera sido posible.

A mis amigos que siempre me brindaron su apoyo incondicional, Dios los bendiga siempre.

PEREZ CERNA, Adriana Judy

Dedico este trabajo con mucho cariño a mi padre, quien con sus limitados recursos nunca dejó de apoyarme, ya que siempre decía que el estudio es el mejor regalo que me podía dar. A mis Hermanos, quienes siempre me impulsaron a mejorar cada día.

A los profesores Teresa Castillo y Hugo Calderón por acogerme en su casa y brindarme su apoyo cuando más lo necesité. A Steven, el mejor compañero de vida que uno puede tener, gracias por el apoyo, el amor y por creer en mí.

VILLANUEVA RUIZ, David

AGRADECIMIENTO:

A nuestro asesor, el Ing. Mg. Monja Ruiz, Pedro Emilio, por habernos brindado sus conocimientos científicos y saber guiarnos en cada paso del desarrollo del proyecto de tesis, así como también, haber tenido toda la paciencia del mundo para poder desarrollar con éxito el taller. Gracias por hacer todo esto un tanto menos complicado.

Índice de contenidos.

Carátula.....	i
Dedicatoria:	ii
Agradecimiento:.....	iii
Resumen	vii
Abstract:	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y Operacionalización:.....	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	16
3.5. Procedimientos:.....	17
3.6. Método de análisis de datos:	19
3.7. Aspectos éticos:.....	19
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES	41
VII. RECOMENDACIONES	42
Referencias	43
Anexos.....	49

Índice de tablas.

Tabla 1: Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.....	6
Tabla 2: Composición Química de los cementos (% en masas).....	7
Tabla 3: Temperatura y tiempo de calcinación de la cascara de arroz	10
Tabla 4: Composición Química de la cascarilla de arroz y de las cenizas de la cascarilla de arroz.	11
Tabla 5: Análisis comparativo de composición de Ceniza de Cascara de arroz (% en peso)	11
Tabla 6: Propiedades químicas y físicas de los materiales cementosos.....	12
Tabla 7: Fluorescencia de Rayos X de la ceniza de Cascara de Arroz.....	25
Tabla 8: Fluorescencia de Rayos X de la Ceniza de Mytilidae.....	26
Tabla 9: Análisis de pH	27
Tabla 10: Relación A/C de las mezclas para los ladrillos de concreto.	27
Tabla 11: Prueba de Normalidad.....	29
Tabla 12: Prueba de Homogeneidad de Varianzas	29
Tabla 13: Anova	30
Tabla 14: Comparaciones Múltiples	31
Tabla 15: Subconjuntos homogéneos	35
Tabla 16: Operacionalización de las variables.....	49
Tabla 17: Tamaño de muestra.....	50
Tabla 18: Técnicas de recolección de información	50
Tabla 19: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Patrón 7 días.....	51
Tabla 20: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Patrón 14 días.....	51
Tabla 21: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Patrón 28 días.....	51
Tabla 22: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Experimental 1 - 7 días	52
Tabla 23: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Experimental 1 - 14 días	52
Tabla 24: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Experimental 1 - 28 días	52
Tabla 25: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Experimental 2 - 7 días	53
Tabla 26: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Experimental 2 - 14 días	53
Tabla 27: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Experimental 2 - 28 días	53

Índice de figuras.

Figura 1: Variación de resistencias entre un concreto vibrado manualmente y un concreto vibrado mecánicamente.	10
Figura 2: Análisis Térmico Gravimétrico de la ceniza de cascara de arroz.....	21
Figura 3: Curva Calorimétrica de la Ceniza de cascara de Arroz	22
Figura 4: Análisis Térmico Gravimétrico de la ceniza de Mytilidae	23
Figura 5: Curva Calorimétrica DSC del ceniza de Mytilidae	24
Figura 6: Comparativo de las resistencias promedio de los ladrillos de concreto a diferentes edades de curado.....	28
Figura 7: Recolección del confitillo, obtenido de la cantera Rubén.....	94
Figura 8: Recolección de Arena Gruesa de la Cantera Besique.....	94
Figura 9: Recolección de la cascara de arroz del Molino Santísima Cruz de Motupe.....	95
Figura 10: Materiales calcinados – Ceniza de cascara de Arroz y Ceniza de Mytilidae...	95
Figura 11: Pasando los materiales calcinados, por la malla 200 – Ceniza de Cascara de Arroz y Ceniza de Mytilidae	96
Figura 12: Peso específico de los materiales a sustituir y las combinaciones.	96
Figura 13: Cuarteo de los agregados.....	97
Figura 14: Tamizado del Agregado Grueso y fino. (Arena Gruesa y Confitillo).....	97
Figura 15: Chuceo y enrasado del agregado con una varilla de acero.....	98
Figura 16: Tarando el picnómetro para ensayar los agregados.....	98
Figura 17: Colocando los agregados en el horno para determinar el contenido de humedad.....	99
Figura 18: Bases de triplay para colocar los ladrillos, forrados con plástico.	99
Figura 19: Apisonando el concreto en tres capas con una varilla de acero	100
Figura 20: Ensayo de Slump realizado, con un asentamiento de 0.5 pulgadas.....	100
Figura 21: Elaboración de la mezcla de concreto y llenado en el molde para luego ser vibrado en la mesa vibradora.....	100
Figura 22: Ladrillos de concreto elaborados.....	101
Figura 23: Curado de los ladrillos sumergidos en el agua.	101
Figura 24: Ensayo de Resistencia a la Compresión de los ladrillos de concreto con el técnico del laboratorio de Suelos	102
Figura 25: Ensayo de Resistencia a la Compresión de los ladrillos experimentales y patrón.	102

RESUMEN

El **objetivo** de este proyecto de investigación es determinar la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto sustituyendo al cemento, 10% y 15% de la combinación de ceniza de Mytilidae y ceniza de cáscara de arroz. Para conseguir tal objetivo, se realizó una serie de ensayos, cuyos resultados fueron procesados, analizados e interpretados con ayuda del análisis estadístico. Por otro lado, la **metodología** que se aplicó en esta investigación fue de tipo Cuasi experimental, debido a que se sustituyeron nuevos materiales puzolánicos en la fabricación de los ladrillos de concreto, tales como la ceniza de Mytilidae y la ceniza de cascara de arroz, con la finalidad de obtener buenos resultados en los ensayos de resistencia a la compresión de los ladrillos Experimentales 01 y 02. Los **resultados** obtenidos de los ensayos de resistencia realizados a los 28 días de curado fueron; Ladrillo Patrón, 165.42 kg/cm², Experimental 01, 190.947 Kg/cm² y Experimental 02, 149.410 Kg/cm².

Concluyendo que al añadir ceniza de Mytilidae y ceniza de cascara de arroz en un 10%, la resistencia de ladrillo tiene un incremento significativo en comparación con los ladrillos patrón y Experimental 02.

Palabras clave:

Resistencia, ladrillos, cemento, cascara de arroz, Mytilidae

ABSTRACT:

The objective of this research is to determine the compressive strength of concrete brick by replacing cement in 10% and 15% of the combination of Mytilidae ash and rice husk ash. Trying to achieve this objective, a series of tests was carried out, the results of which were processed, analyzed and interpreted with the help of statistical analysis. On the other hand, the methodology that was applied in the research process was of a Quasi experimental type, due to the fact that new pozzolanic materials were substituted in the elaboration of concrete bricks, such as rice husk ash and rice ash. Mytilidae, in order to obtain good results in the compression resistance tests of the Experimental bricks 01 and 02. The results obtained from the resistance tests carried out at 28 days of curing were; Standard Brick, 165.42 kg / cm², Experimental 01, 190.947 Kg / cm² and Experimental 02, 149.410 Kg / cm². Concluding that when adding rice hull ash and Mytilidae ash by 10%, the brick strength has a significant increase compared to the standard and Experimental 02 bricks.

Keywords:

Strength, bricks, cement, rice husk, Mytilidae.

I. INTRODUCCIÓN

La **realidad problemática** a la que actualmente nos enfrentamos, es la búsqueda por mitigar el impacto negativo que representa la actividad industrial para el medio ambiente, es por ello que preservar el ecosistema es cada vez más importante.

En el año 2020, la producción del Cemento en el Perú, fue de 9.14 millones de toneladas, siendo el cemento un material considerado con mayor demanda energética, debido a sus enormes cantidades de producción, en este último año la demanda energética de las empresas productoras asociadas alcanzó un acumulado de 772 GWh. (Asocem,2020, p.4)

El hormigón es el material más usado a nivel mundial, por su versatilidad y facilidad de conseguir los materiales, el componente principal del concreto es el cemento portland ordinario (CPO) el cual supone un costo enorme. Es así que se busca nuevas alternativas menos contaminantes y más económicas para reemplazar de manera total o parcial al cemento. Las investigaciones demuestran que ciertos materiales ricos en sílice y calcio pueden ser añadidos al concreto teniendo como consecuencia mejoras en la durabilidad y resistencia a la compresión. Por tanto, los materiales que pueden ser usados son la cascarilla de arroz y el Mytilidae, que a la hora calcinarlos no da un material rico en óxido de silicio y Óxido de calcio, respectivamente.

Por otro lado, es importante mencionar que desde hace varios años se vienen usando ladrillos de concreto los cuales no tienen un control adecuado de la resistencia característica a compresión, no se posee ni se tiene idea del como estos actuarían frente a un sismo y los posibles daños que estos traerían a la edificación (Arrieta, 2001).

Debido a esto es necesario buscar una mejora de las características (resistencia y compresión) en las unidades de albañilería hechas de concreto, mediante la incorporación de Cenizas de Cascara de Arroz, de aquí en adelante (CCA) y Ceniza de Mytilidae, de aquí en adelante (CA) , se puede corroborar lo dicho con un buen diseño de mezcla y lo más importante un ensayo de resistencia a compresión que permitan confirmar que se está cumpliendo con lo estipulado en la (Norma Técnica E. 070 2006) y la (NTP 399.601,2006)

Por lo cual se formulará la siguiente pregunta: **¿Es posible incrementar la resistencia a la compresión de ladrillos de concreto, sustituyendo al cemento por CCA y CM?**

Para lograr el **objetivo general** del proyecto: “Determinar la resistencia del ladrillo de concreto sustituyendo al cemento en un 10% y 15% por la combinación de ceniza de cáscara de arroz y ceniza de Mytilidae”, realizando los siguientes **objetivos específicos**: “determinar la temperatura de activación térmica mediante el ensayo de análisis térmico diferencial (ATD), para la cascara de arroz y el Mytilidae”, “determinar la composición química de la ceniza de cascara de arroz y la ceniza de Mytilidae mediante un análisis de fluorescencia de rayos x”, “determinar la alcalinidad de la ceniza de cascara de arroz activada, la ceniza de Mytilidae activada y de la combinación ceniza Mytilidae - ceniza de cascara de arroz - cemento al 10% (6% CM y 4% CCA) y 15% (9% CM y 6% CCA)”, “Encontrar la relación a/c de la muestra patrón, la muestra experimental 1 (6% CM y 4% CCA) y la muestra experimental 2 (9% CM y 6% CCA)”, “Determinar la resistencia a la compresión de las muestras patrón y experimentales a los 7, 14 y 28 días”

Según lo planteado anteriormente se tiene cómo **hipótesis** que “al sustituir el cemento, en un 10% y 15%, por la combinación de cenizas de cáscara de arroz y de Mytilidae, la resistencia a la compresión en ladrillos de concreto aumentará con respecto a las muestras patrón”

II. MARCO TEÓRICO

Se hizo uso de investigaciones previas a **nivel internacional**, como a continuación se describe:

Nabilah, N., *et al* (Malasia 2019) "Physical and Mechanical Properties of Concrete Containing Green Mussel (*Perna viridis*) Shell Ash as an Admixture", el objetivo principal que aborda esta investigación es aplicar tecnología ambiental en la construcción, por ello utilizaron conchas de Mejillón debidamente tratadas y calcinadas, obteniendo cenizas de concha de mejillón, siendo reemplazadas en porcentajes de 1%, 2%, 3% y 4% en la mezcla de concreto. Se determinó la composición química de la CCM, obteniendo un alto porcentaje de Carbonato de calcio ($\text{CaCO}_3 > 90\%$). Realizaron pruebas de resistencia, concluyendo que las muestras con reemplazo de CCM obtuvieron mayor resistencia a la compresión con respecto a la muestra control.

Araújo y Alves (Brasil 2019) "Tijolos de solo-cal incorporados com cinza da casca de arroz calcinadas em duas temperaturas distintas" esta investigación presenta como objetivo principal analizar la resistencia a la compresión simple de ladrillos con adición de ceniza de cascara de arroz que fueron calcinadas a dos temperaturas diferentes (800 °C y 1000°C), concluyendo que ambas muestras no tuvieron diferencias significativas de la resistencia a la compresión simple.

Silva *et al* (Brasil, 2019) "Concreto com cinza de casca de arroz (CCA) e resíduos de construção e demolição (RCD)" esta investigación tuvo como objetivo analizar el uso de cenizas de cascarilla de arroz (CCA) reemplazando al cemento y al agregado con material reciclado. Finalmente se obtuvo como resultado que la resistencia a la compresión promedio, evaluada a los 28 días, mostró que había una pequeña pérdida de resistencia de la mezcla de 25% ARM 10% CCA en comparación con el hormigón patrón, sin embargo, la CCA presenta un comportamiento satisfactorio, a medida que avanza los días de curado, también teniendo en cuenta la desviación estándar, esta pérdida muestra poca importancia.

Devia, Andrea y Valencia (Colombia, 2019), "Evaluación de la resistencia del concreto con reemplazo del agregado fino por ceniza de cascarilla de arroz". Esta tesis tiene como objetivo evaluar el comportamiento del concreto al reemplazar agregado fino por ceniza de cascarilla de arroz, encontrando así la resistencia

mediante 6 vigas. La metodología que usaron fue experimental, desarrollando el proyecto en su totalidad se obtuvo la siguiente conclusión, no es eficiente el reemplazo del agregado fino al 20 por ciento por (CCA), ya el experimental no superó la resistencia, cohesividad, durabilidad y trabajabilidad del concreto patrón. Sainudin, Ms (Malasia, 2019). “Carbonatación de hormigón que contiene cenizas de concha de mejillón (*Perna Viridis*)” esta investigación tuvo como objetivo general investigar la resistencia a la Compresión, a la tracción y derrame, usando cenizas de concha de mejillón, mezclando muestras de concreto en diferentes proporciones de 0%, 3%, 5% y 7% de Ceniza de concha de Mejillón, con una resistencia de 35 MPa como base a 28 días de curado. El ensayo de Fluorescencia por Rayos X demostró que el mejillón presenta mayor cantidad de Oxido de Calcio con respecto al Cemento portland, 71.5 % y 57.2% respectivamente. Al aumentar el porcentaje de ceniza, la resistencia del concreto disminuyó debido al cambio de sus propiedades. Concluyendo que el reemplazo parcial de 3% de ceniza de Mejillón es óptimo debido a que alcanzó mayor resistencia.

Por otro lado, en la investigación de Camargo e Higuera (Colombia, 2017) “Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla del arroz” buscaron estudiar el comportamiento mecánico, físico y químico de una mezcla de concreto modificado con sílice obtenida de la calcinación de la cascara de arroz (ceniza de cascara de arroz). La metodología utilizada fue experimental, para el patrón se trabajó con una resistencia de a la compresión 350Kg/cm², la sustitución se realizó mediante proporciones del 5%, 15% y 30% al cemento, obteniendo como conclusión que las muestras con sustitución del 5% obtuvieron un comportamiento mecánico superior a las muestras patrón en los ensayos de resistencia a la compresión, equivalente en promedio a 35.17 MPa. (358.63 Kg/cm²).

Otra investigación realizada por Miguéns (España 2016) Para caracterizar el comportamiento térmico de la concha de mejillón se ha obtenido diagramas de Análisis Térmico Diferencial de las conchas y se ha comparado con un patrón de carbonato cálcico. Los resultados obtenidos fueron: Endotérmico entre 100°C y 140 °C - Exotérmico entre 259°C y 410°C con máximo sobre 380°C - Exotérmico entre 500°C y 540°C - Endotérmico intenso entre 770°C y 940°C. El primer endotérmico es debido a la evaporación del agua que hay en la concha, los exotérmicos a la

eliminación de materia orgánica y el último endotérmico a la descomposición de los carbonatos liberando CO₂, además se puede comprobar con la fuerte pérdida de peso que hay en esas temperaturas.

De igual forma, se hizo uso de investigaciones previas a **nivel nacional**, como a continuación se describe:

Pastor, Edinson (Chimbote, 2020), desarrolló el proyecto de investigación denominado “Resistencia a la compresión del mortero y conductividad térmica al sustituir el cemento por mejillón 10% y 15%” teniendo como objetivo principal determinar la conductividad térmica y resistencia de un mortero experimental con respecto a un mortero tradicional, la metodología usada fue de tipo Aplicada debido a que sustituyeron el calcio del cemento Tipo I por 10% y 15% del calcio de Mejillón. Concluyendo que, los ensayos realizados de resistencia del mortero de los experimentales no dieron buenos resultados al momento de comparar resultados, siendo el mortero patrón quien alcanzo mayor resistencia.

Ccopa, Roxana (Arequipa, 2019), “Estudio técnico económico de la fabricación de bloques de concreto incorporando ceniza de cáscara de arroz”, esta tesis tiene como objetivo, determinar las características técnicas, económicas de la producción de bloques de concreto incorporando ceniza de cáscara de arroz, la metodología usado fue experimental, donde se estudió el comportamiento de la ceniza y CCA en el concreto. Llegando a la conclusión que la CCA mejora las propiedades técnicas del concreto como la resistencia a la compresión, también concluye que existe un ahorro económico del 6% en la elaboración de las probetas con CCA.

Llenque, Jenny (Chimbote, 2017), “Resistencia de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ sustituyendo el cemento un 7% por una combinación de polvo de roca granito y conchas de abanico”. El objetivo general fue la determinación de la resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para ello se sustituyó el cemento por ceniza de granito y concha de abanico. La metodología del proyecto de investigación fue de tipo experimental finalmente se obtuvo una resistencia mayor a la muestra patrón.

La investigación realizada por Muñoz, Mayra (Cajamarca, 2017) “Resistencia característica a compresión axial de ladrillo de concreto al incorporar ceniza de cáscara de arroz” tiene el objetivo principal determinar la Resistencia Axial del

Ladrillo de concreto utilizando cenizas de cascara de arroz como reemplazo del cemento. La metodología utilizada fue experimental, concluyendo que la sustitución de ceniza de cascara de arroz mejora la Resistencia del ladrillo de concreto en un 19.74% con respecto al ladrillo convencional.

De acuerdo a los antecedentes que se mencionaron líneas arriba, se realizó una síntesis de los temas que se serán abordados en este proyecto de investigación. Definiendo en primer lugar a la unidad de albañilería o ladrillo está definida como aquella pieza que puede ser manipulada con una sola mano debido a que su peso y dimensiones lo permiten. Por otro lado, la materia prima que se viene utilizando en la elaboración de los ladrillos son el concreto, la arcilla o sílice – cal. Según sus características estas unidades pueden ser sólidas, huecas, tubulares o alveolares. El proceso de fabricación puede ser de forma industrial o artesanal. (Norma E070 Albañilería, 2006).

De acuerdo a la Norma E070 Albañilería, (2006) El ladrillo de concreto únicamente será utilizado después de alcanzar su resistencia especificada, con respecto a las unidades de albañilería de concreto que son curadas con agua, serán utilizadas pasado los 28 días de curado como plazo mínimo. Según la clasificación de las unidades de albañilería o ladrillos se presenta la **Tabla 1** para identificar sus características.

Tabla 1: Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia característica a la compresión F´b mínimo en mpa (kg/cm2) sobre área bruta.
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
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)

Fuente 1: Norma Técnica de edificaciones E070 Albañilería, 2006
Elaborado por: El Peruano

Por consiguiente, una de las pruebas que se aplican a las unidades de albañilería es el Ensayo de Resistencia a la Compresión, el cual es definido como el esfuerzo

máximo que puede soportar un material antes de romperse. Para el ensayo de la resistencia se debe tener en cuenta las Normas NTP- 399.613 y 339.604 (Norma E070 Albañilería, 2006). Cabe considerar por otra parte, que para la ejecución de la prueba de Resistencia a la Compresión se debe aplicar una carga vertical con un desplazamiento constante de los cabezales de 1.25 mm/min o en todo caso que la rotura suceda en unos 3 a 5 minutos. (SENCICO, 2005).

Cabe resaltar, por otra parte, que los requisitos para la aceptación de la unidad de albañilería se encuentran en la norma técnica E070- albañilería. De la norma es preciso recalcar que, para las unidades producidas de manera industrial no debe tener más de un 20 % de dispersión (coeficiente de variación) y para las unidades realizadas de manera artesanal no debe ser mayor a un 40%, si la dispersión persiste se rechaza el lote.

Debe señalarse que, los componentes del concreto son el cemento, agregados y agua; estos serán definidos a continuación: El cemento es un conglomerante hidráulico capaz de unir químicamente materiales artificiales de naturaleza orgánica y mineral, que molidos finamente y amasados correctamente da como resultado un polvo muy fino que se endurece adquiriendo propiedades adherentes y resistentes. El elemento principal del cemento era el Silicato Tricálcico 3CaO SiO_2 (C3S), debido a este compuesto producía el fraguado, según Le Chatelier. (Sanjuán y Chinchón, 2014, p.18).

En la actualidad se han evidenciado otros elementos que están contenidos en el cemento, como se detalla en la **Tabla 2**.

Tabla 2: Composición Química de los cementos (% en masas)

Parámetro	Rango aproximado
Residuo insoluble	0.1 – 1.4
Oxido de calcio (CaO)	58.2 – 65.6
Sílice (SiO ₂)	19.8 – 26.45
Alúmina (Al ₂ O ₃)	4.1 – 9.5
Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	2.1 – 4.5
Magnesia (MgO)	Trazas – 2.9
Álcalis (K ₂ O, Na ₂ O)	0.1 – 2.8
Sulfatos (SO ₃)	0.1 – 2.2
Perdida por calcinación	0.2 – 2.8

Fuente 2: *Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland*
Elaborado por: *Sanjuán, M. y Chinchón, S.*

El cemento tipo I es un cemento de uso general, es por ello que, para su aplicación no se precisan de propiedades especiales. Cementos Pacasmayo S.A.A. en su Hoja de Datos de Seguridad del Material – Cemento Tipo I. menciona que el pH que presenta el cemento Tipo I es 12. Este tipo de cemento tendrá lugar en este proyecto de investigación, para la elaboración de los ladrillos. Por consiguiente, los agregados son elementos inertes del concreto, porque no reaccionan químicamente entre el agua y el cemento. Son elementos aglomerantes que unidos por la mezcla de cemento forman una estructura con propiedades de resistencia, durabilidad, conductibilidad, etc. Se ha verificado que los agregados ocupan un volumen total de 75% en una mezcla de concreto. Por lo antes dicho es muy importante que los agregados tengan buena resistencia y durabilidad, siempre se debe procurar que estén libre de impurezas. (Pasquel, 1998, p.69). Por otro lado, para determinar las características físicas de los agregados es necesario realizar una serie de ensayos que midan sus propiedades para luego ser comparadas con referencias establecidas en las normas y finalmente emplearlos en el diseño de mezcla. (Pasquel, 1998, p.72). Las normas ASTM especifican el procedimiento estandarizado para la determinación de los diferentes ensayos que tienen que ser realizados en un laboratorio. El peso específico es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas (ASTM C-127 y C-128). Es importante tener en cuenta que la norma nos da resultados adimensionales, por ello se multiplica por la densidad del agua. Usualmente los valores de peso específico de los agregados oscilan entre 2,500 y 2,750 kg/m³. (Pasquel, 1998, p.74).

Por otro lado, el peso unitario es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total considerando los vacíos (ASTM C-29) el resultado obtenido se emplea en el diseño de mezcla de concreto. El peso unitario puede ser suelto o compactado, apisonando en un molde de metal el agregado con una varilla de 5/8", dando 25 golpes en tres capas. El peso unitario de agregados normales comprende entre 1500 y 1700 kg/m³. (Pasquel, 1998, p.74-76).

Es importante determinar el contenido de humedad retenido en los agregados puesto que ello permitirá identificar la cantidad de agua que se utilizará en el diseño

de mezcla (ASTM C-566), se determina mediante la fórmula: $\%H = ((\text{peso original de la muestra} - \text{peso seco}) / \text{peso seco}) * 100$. (Pasquel, 1998, p.77).

Mediante el ensayo de análisis Granulométrico se determina el tamaño de las partículas de los agregados, midiendo sus dimensiones, se realiza el tamizado en mallas con aberturas conocidas, para luego pesar las partículas retenidas, expresándolas en % con respecto al peso total. El módulo de fineza se define como la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados hasta la malla N°100, dividido entre 100. (Pasquel, 1998, p.90 y 92).

El agua cumple una función muy importante en la mezcla de concreto, porque hidrata y desarrolla las propiedades del cemento. El agua a utilizar no debe contener sustancias que puedan dañar al concreto, en este caso estaríamos hablando del agua potable que no contiene sustancias nocivas debido que es consumido por el hombre. Es por ello, que la cantidad de agua que se utiliza en la mezcla normalmente se verifica de acuerdo a la trabajabilidad del concreto. (Pasquel, 1998, p.59).

El concreto vibrado se define como el proceso de someter a la mezcla a una serie de sacudidas con una determinada frecuencia. Este proceso provoca que el concreto sufra un cambio con respecto a su estado suelto, porque entra en un proceso de asentamiento eliminando el aire atrapado. Una vibración con una frecuencia baja puede provocar que las mezclas de concreto aumenten la relación a/c, por otro lado, una vibración con una frecuencia alta provoca una mejor compactación. Para identificar que la vibración finalizó se observa en la superficie del elemento la lechada de cemento. (Arrieta y Peñaherrera, 2001)

Un factor importante en la elaboración del concreto vibrado es la resistencia a la compresión, porque aumenta considerablemente con respecto a un concreto vibrado manualmente, como se muestra en la **Figura 1**. (Arrieta y Peñaherrera, 2001)

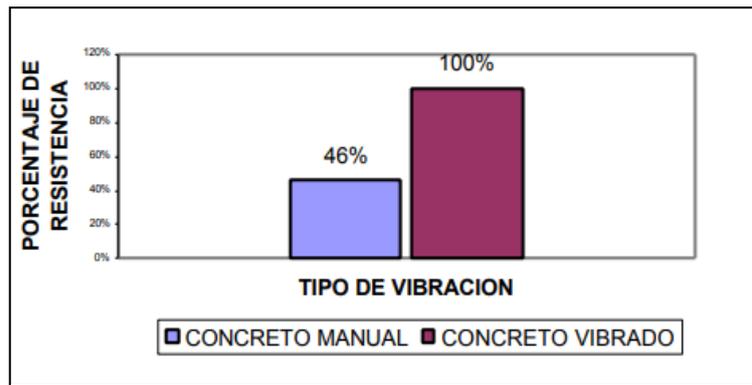


Figura 1: Variación de resistencias entre un concreto vibrado manualmente y un concreto vibrado mecánicamente.

Fuente 3: Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora

Elaborado por: Arrieta y Peñaherrera, 2001

La cascarilla de arroz (CA), es el residuo industrial que deja el arroz a la hora de molerlo. Podemos encontrar grandes cantidades en los molinos o en lugares donde se extrae las plantas de arroz. De la cascarilla se puede obtener dióxido de silicio al calcinarse, con una temperatura que varía entre 400°C y 600°C, debido a que se tiene que mantener un estado amorfo para ser utilizado como reemplazo parcial del cemento, así mismo se debe tener en cuenta el tiempo de calcinación. (Ccopa, 2019, p.7).

Por otro lado, en la revisión de diferentes investigaciones se rescataron dos factores importantes al momento de calcinar la cáscara de arroz, la temperatura y el tiempo de calcinación debidamente controlada producen una ceniza rica en sílice amorfa y puede ser utilizada como puzolana. Tal como se muestra en la **Tabla 3**. (Taku, 2013)

Tabla 3: Temperatura y tiempo de calcinación de la cascarilla de arroz

AUTORES	TEMPERATURA	TIEMPO CALCINACIÓN
Bandara (1994)	Máxima de 750 °C	30 – 60 min
Tukse y Bartha (1977)	Inferior a 800 °C	-
Habeeb y Mahmud (2010)	Inferior a 800 °C	-
Nair et al. (2008)	500 – 700 °C	12 horas
Reddy y Alvarez (2006)	550 – 800 °C	-
Oyetola y Abdullahi (2006)	500 °C	-

Kamal et al. (2008)	Inferior a 800 °C	-
Salas et al. (2009)	600 °C	3 horas

Fuente 4: Efecto de la temperatura de calcinación de ceniza de cascara de arroz sobre las propiedades del mortero de cemento.
Elaboración propia

En la **Tabla 4** se puede apreciar la composición química de la Cascara de arroz y la ceniza de la cascara de arroz, se precisa que de acuerdo a la temperatura y tiempo de calcinación se produce la ceniza de Sílice (SiO₂), como menciona (Varon, 2005) que en su investigación obtuvo un 94.5% de Sílice. La **Tabla 5** muestra un comparativo de la composición química de la ceniza de cáscara de arroz, de diferentes investigaciones que tuvieron resultados de 82.7%, 87.3% y 86.98% de ceniza rica en Sílice (SiO₂).

Tabla 4: Composición Química de la cascarilla de arroz y de las cenizas de la cascarilla de arroz.

CASCARILLA DE ARROZ		CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ	
COMPONENTE	(%)	COMPONENTE	(%)
Carbono	39.1	Ceniza de Sílice (SiO ₂)	94.5
Hidrogeno	5.2	Oxido de Calcio (CaO)	0.25
Nitrógeno	0.6	Oxido de magnesio (MgO)	0.23
Oxigeno	37.2	Oxido de potasio (K ₂ O)	1.10
Azufre	0.1	Oxido de sodio (Na ₂ O)	0.78
Cenizas	17.8	Sulfato (SO ₃)	0.56

Fuente 5: Diseño, construcción y puesta a punto de un prototipo de quemador para la combustión continua y eficiente de la cascarilla de arroz.
Elaborado por: Varón C.J.

Tabla 5: Análisis comparativo de composición de Ceniza de Cascara de arroz (% en peso)

Componentes	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Pérdida por combustión	Gravedad específica	Tamaño de partícula (µm)	Finura (%)
Mehta (1992)	82.7	0.15	0.16	0.55	0.35	0.24	1.12	3.68	8.55	2.06	-	99
Zhang et al. (1996)	87.3	0.15	0.16	0.55	0.35	0.24	1.12	3.68	8.55	2.06	-	99

Bui (2005)	86.98	0.84	0.73	1.40	0.57	0.11	2.46	-	5.14	2.10	7.4	-
-------------------	-------	------	------	------	------	------	------	---	------	------	-----	---

Fuente 6: Efecto de la temperatura de calcinación de ceniza de cascara de arroz sobre las propiedades del mortero de cemento

Elaborado por: Taku, K., 2013 Citando Naji et al. 2010

La familia Mytilidae pertenece al género denominado Mytilus, este género está incluido en el phylum Mollusca entre los animales invertebrados que forman parte de la clase Bivalva. Bivalvo, un animal bivalvo no presenta esqueleto interno y tiene el cuerpo encerrado en una concha. (Miguéns, 2016, p.10-11)

Con respecto a la composición de la mayoría de la familia Mytilidae o moluscos bivalvos, estos principalmente se componen por tres capas que contienen cristales de carbonato cálcico y proteínas (Conquiolina). (Miguéns, 2016, p.14)

Siguiendo con la búsqueda que materiales que puedan remplazarse al cemento, está el mejillón, este tiene un alto contenido de calcio (**Tabla 6**) que al calcinarse nos da oxido de calcio ideal para la incorporación al concreto.

Tabla 6: Propiedades químicas y físicas de los materiales cementosos.

ANÁLISIS QUÍMICO (%)	SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	CaO	MgO
CEMENTO	19.5	4.4	6.2	65.9	1.5
CENIZA DE CONCHA DE OSTRA	4.6	1.1		86.8	

Fuente 7: Properties of cement-based bricks with oyster-shells ash

Elaborado por: Gengying [et al]

(Miguéns, 2016, p.26) realizó en su investigación un estudio sobre el análisis de Difracción de Rayos X de la ceniza de Concha calcinada a diferentes temperaturas, precisando que a partir de los 700°C se encuentran picos altos de carbonato de calcio, produciéndose la descomposición del carbonato cálcico y detectándose picos de CaO y del CO₂.

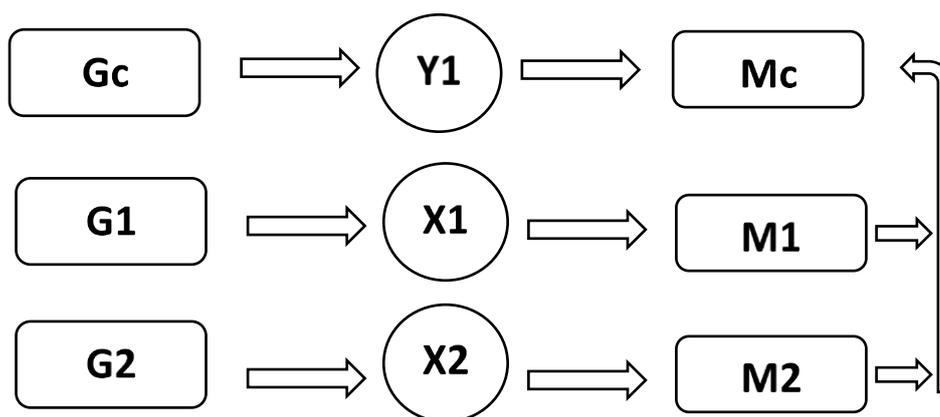
Por otro lado, la lucha por mitigar el impacto ambiental con la utilización de los Mytilus en la producción de ladrillos a manera de reciclar estos materiales viene dando buenos resultados con respecto al aumento de la resistencia a la compresión cuando es combinada o sustituida, parcial o totalmente en la mezcla de concreto.

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Este proyecto de investigación es del **tipo aplicada**, ya que se efectuó el estudio de la sustitución del cemento por CCA y CM en una mezcla de concreto, la finalidad fue encontrar un porcentaje que optimice la resistencia, y así fomentar la reutilización de materiales sostenibles siendo estos innovadores y económicos.

Diseño de investigación: Esta investigación tiene un **diseño experimental de nivel Cuasi-experimental** debido a que se podrá manipular las variables y adquirir los datos necesarios para este estudio, es así que tenemos dos muestras experimentales, donde se buscara obtener los resultados de tres grupos de estudio, a los cuales denominaremos de la siguiente manera: Grupo Control, Grupo Exp1 y Grupo Exp2. Asimismo, el esquema de la investigación es el siguiente:



Dónde:

Gc: Grupo control (ladrillo patrón).

Y1: Diseño de mezcla para conseguir ladrillo patrón.

Mc: Resultados de la resistencia del ladrillo patrón.

G1: Muestra grupo experimental de ladrillos de concreto.

X1: Sustitución al cemento por ceniza de cascarilla de arroz y mejillón, en un 10% (6% CM y 4% CCA)

M1: Resultados de la resistencia del ladrillo de concreto experimental.

G2: Muestra del grupo experimental de ladrillos de concreto.

X2: Sustitución al cemento por ceniza de cascarilla de arroz y mejillón, en un 15% (9% CM y 6% CCA)

M2: Resultados de la resistencia del ladrillo de concreto experimental.

3.2. Variables y Operacionalización:

(Ver Anexo 01, tabla 16 - Operacionalización de las variables)

Variable dependiente: la variable en este caso es la Resistencia a la compresión del ladrillo de concreto y su medición de la variable es cuantitativa discreta.

- **Definición conceptual:** La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm² (CEMEX Peru, 2019)
- **Definición operacional:** Primero se realizó los ensayos para obtener el diseño de mezcla, para luego poder sustituir el cemento por las cenizas de CCA Y CM. Finalmente se realizó un análisis de los resultados de la resistencia a la compresión según norma ASTM_C39.
- **Indicadores:** Resistencia a la compresión (kg/cm²)
- **Escala de medición:** de razón

Variable independiente: Sustitución por la combinación de ceniza de cascarilla de arroz y Mejillón.

- **Definición conceptual:** De la cascarilla de arroz se puede obtener dióxido de silicio al calcinarse, con una temperatura que varía entre 400°C y 600°C, debido a que se tiene que mantener un estado amorfo para ser utilizado como reemplazo parcial del cemento, así mismo se debe tener en cuenta el tiempo de calcinación. (Ccopa, 2019, p.7).
- La familia Mytilidae pertenece al género denominado Mytilus, este género está incluido en el phylum Mollusca entre los animales invertebrados que forman parte de la clase Bivalva. Bivalvo, un animal bivalvo no presenta

esqueleto interno y tiene el cuerpo encerrado en una concha. (Miguéns, 2016, p.10-11)

- **Definición operacional:**

Se recolecto la cascarilla en el molino Santísima Cruz de Motupe, ubicado en Tambo Real-Ancash, luego fue calcinada a una temperatura de 430 °C. Pasamos la ceniza por la malla número 200 para una mejor combinación con el cemento.

El Mytilidae (Mejillón) fue extraído del muelle Gildemeister, ubicado en Chimbote-Ancash, después fue calcinada a una temperatura de 890°C. Una vez calcinada fue triturada con la finalidad que pueda pasar por la malla número 200 y posterior a ello se pueda mesclar con el cemento.

- **Indicadores:** Experimental 1-10% (6% cm y 4% cca) y experimental 2 -15% (9% cm y 6% cca).
- **Escala de medición:** de razón

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

La unidad de análisis en este proyecto de investigación es el ladrillo de concreto. Entonces, la Población está constituida por todos los ladrillos de concreto, ladrillos patrón y ladrillos experimentales, estos sustituyeron al cemento por 10% y 15% de Cenizas de Mytilidae y Cascara de Arroz, trabajados en el laboratorio de Mecánica de Suelos. Cabe mencionar, que según la Norma ASTM C39, Método estándar de Prueba de Resistencia a la Compresión; hace referencia que para obtener un Resultado de Prueba se requiere de por lo menos del promedio de 02 pruebas de resistencia, elaboradas con la misma muestra de mezcla de concreto y sometidas a ensayos a la misma edad. De esta forma se calculó que el tamaño de la Población es igual a 54 unidades de ladrillos de concreto. Siendo 6 ladrillos de concreto ensayados por cada edad (7, 14 y 28) y diseño (ladrillos patrón, Experimental 01 y Experimental 02)

- **Criterios de inclusión:**

Se considerará los ladrillos que cumplan los siguientes criterios de investigación: Alabeo, Dimensiones (9x13x23 cm) y Peso

- **Criterios de exclusión:**

Serán excluidos los que no cumplan con las características antes mencionadas o estén lejos de las medidas y pesos establecidos.

Muestra:

La muestra está constituida por el conjunto de ladrillos de concreto, tanto Patrón, como experimentales, sustituyendo al cemento en 10% y 15% de CCA y CM, seleccionados por conveniencia de acuerdo a sus características. Por lo tanto, se seleccionaron 3 ladrillos por edad (7, 14 y 28 días de curado) y por diseño (Patrón, Exp 01 y Exp 02). Siendo entonces, 9 ladrillos para un 0% de sustitución, 9 ladrillos para la combinación de 10% (4% de CCA y 6% de CM) y 9 ladrillos para la combinación de 15% (6% de CCA y 9% de CM). Determinando así, que el tamaño de la muestra es igual a 27 ladrillos de concreto. (Ver Anexo 02 - Tabla 17: Tamaño de muestra.)

Muestreo:

No probabilístico, por conveniencia, ya que la selección de las unidades de análisis depende de las características, criterios personales.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

(Ver Anexo 2 - Tabla 18: Técnicas de recolección de información)

Cabe resaltar que siendo un proyecto de investigación con un Nivel de Investigación Cuasi Experimental apoyada en la Observación Científica, se hizo uso de los siguientes instrumentos: Guía de Observación Resumen y Fichas Técnicas de los ensayos.

Considerando en la Guía de Observación resumen algunos aspectos que fueron analizados e interpretados visualmente al momento de realizar los ensayos de laboratorio, tales como la homogeneidad y trabajabilidad de la mezcla de concreto.

De la misma forma, se consideró que los resultados obtenidos de los ensayos tienen un enfoque cuantitativo, es por ello que se hizo uso de las Fichas Técnicas de los ensayos realizados en el laboratorio, tales como; Granulometría, pesos unitarios, contenido de humedad y gravedad específica y absorción de los agregados y Resistencia a la Compresión del ladrillo de concreto.

3.5. Procedimientos:

Para el análisis de los datos se consideraron los siguientes procedimientos:

La recolección de los materiales que sustituyeron al cemento fueron extraídas de distintos lugares de la región: la cascara de arroz fue recolectada del molino Velázquez que se encuentra ubicado en Cambio Puente (17L 768897.62 m E – 9004117.20 m S) según coordenadas UTM. Así mismo el Mytilidae fue extraído del muelle Gildemeister, ubicado en Chimbote-Ancash exactamente en las coordenadas UTM WG64, 763718.00 m E, 8995834.00 m S, zona 17L.

Antes de elaborar el análisis de los materiales para realizar el análisis de temperatura de calcinación, tanto del Mytilidae, como de la cascara de arroz. Se prepararon antes dichos materiales, el Mytilidae se lavó completamente para eliminar los residuos orgánicos que existían en ellas, luego se puso a secar en el sol por dos días, una vez seco se limpió del polvo para que no esté contaminado. Limpias y secas se trituró en un mortero para obtener una especie de polvo. Esta muestra obtenida se pasó por la malla organza para poder realizar el análisis térmico diferencial (ATD) en el laboratorio de polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo. En el caso de la cascara de arroz se realizó primero la limpieza de manera que se pueda eliminar el polvo que presente este material, se obtuvo una muestra para realizar el análisis térmico diferencial (ATD) en el laboratorio de polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo. El análisis Térmico Diferencial servirá para poder obtener la temperatura de calcinación de ambos materiales, para así poder activarlos térmicamente como materiales puzolánicos.

Una vez obtenida la temperatura óptima para calcinar los materiales se procedió al calcinamiento, dicho calcinamiento se realizó en el laboratorio de cerámicos y suelos de la Universidad Nacional de Trujillo. Donde se llevó una muestra de 6 kilogramos aproximadamente de cascara de arroz la cual se activó térmicamente a una temperatura de 430°C a 2 horas de permanencia en la mufla y 4 kilogramos aproximadamente de Mytilidae y se activó térmicamente a una temperatura de 890°C a 3 horas, previamente se prepararon los materiales dejándolos limpios de impurezas o de la contaminación. (Ver Anexo 05 - Análisis Térmico Diferencial).

Luego se activó mecánicamente las cenizas pasándolo por la malla #200, una vez activada se separó una muestra de 10 gramos de cada material para poder

determinar la Composición Química de los materiales mediante el Análisis de Fluorescencia de Rayos X, el cual determinó el porcentaje de óxidos para poder evaluar como influenciaran en la resistencia del ladrillo de concreto. (Ver Anexo 06 análisis de fluorescencia de rayos x).

Tanto la CCA y la CM fueron preservadas en bolsas de cierre hermético y luego envueltas en bolsas de papel.

Para determinar el peso específico de los materiales y las muestras experimentales se llenó el Chatelier con Gasolina de 90 hasta la medida de 0 ml (lectura inicial) para colocarlo en un recipiente tipo baño maría a una temperatura de 25°C, dejar ahí el chatelier hasta que la gasolina se establezca en 0 ml. Una vez establecida se procede a llenar 64 gramos con las CCA y CM, así como, las combinaciones, por último, se tomó la lectura final que debe obtenerse en el chatelier. (Ver Anexo 14 – Peso Específico de las cenizas)

Para encontrar la relación A/C de la mezcla de concreto para la elaboración de los ladrillos patrón y experimental se realizaron ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro, granulometría, pesos unitarios, contenido de humedad y gravedad específica y absorción de los agregados (arena gruesa y confitillo). Una vez obtenidos los resultados se entregaron al técnico encargado del laboratorio para la realización del diseño de mezcla patrón, obteniéndose como relación agua/cemento 0.65. (Ver Anexo 08 – Diseños de Mezcla Patrón y Experimentales).

Se elaboraron ladrillos patrón en la universidad San Pedro, utilizando la mesa vibradora del laboratorio para verificar si la relación es la correcta en dos oportunidades los cuales se ensayaron a 3 y 4 días de curado, obteniendo como resultados resistencias muy altas a la especificada de acuerdo al tipo de ladrillo.

Para determinar el PH de los materiales tanto de la CCA y la CM, así como, de las combinaciones, se llevaron las muestras al laboratorio COLECBI. Este ensayo determina la alcalinidad de los materiales. (Ver Anexo 07 – pH de los Materiales y ombinaciones).

Los ensayos de compresión de los ladrillos de concreto se realizaron a diferentes edades, tales como, 7, 14, y 28 días de curado, se tomaron los datos de las

muestras, como el peso y medidas para poder determinar las resistencias; estos ensayos se realizaron en la Universidad San Pedro. (Ver Anexo 13 – Ensayos de Resistencia a la compresión).

3.6. Método de análisis de datos:

Una vez obtenido los datos recopilados con los instrumentos, se llevó a cabo el **análisis estadístico descriptivo**, haciendo uso de tablas y gráficos estadísticos para una mejor interpretación, elaborados con el software Microsoft Excel, en el análisis de los resultados también se tomó en cuenta los conceptos del marco teórico para cumplir con los objetivos de la investigación.

Por otro lado, el **análisis estadístico inferencial** tiene como finalidad predecir y generar estimaciones con cierto grado de confianza. Para esta investigación se aplicó la prueba de hipótesis con la finalidad de validar nuestra hipótesis y rechazar la hipótesis nula. Así mismo se aplicó análisis de varianza (Ver Tabla 11 – ANOVA) para evaluar y comparar la variabilidad de la información en los grupos de estudios respectivos.

Para obtener un mayor Nivel de Significancia se utilizó el método estadístico de Tukey para verificar si la diferencia es estadísticamente significativa y rechazar la hipótesis nula de la prueba.

3.7. Aspectos éticos:

Este proyecto de investigación se conducirá siguiendo los aspectos éticos mencionados en los artículos del Código de Ética en Investigación, Vicerrectorado de investigación - 2020, de la Universidad Cesar Vallejo. Por ello se tomaron en cuenta los siguientes aspectos éticos, que a continuación se describe:

Respeto de la propiedad intelectual, para el desarrollo del presente trabajo de investigación se corroboró que la información obtenida de antecedentes sea citada debidamente, respetando el aporte teórico y la propiedad intelectual de sus autores, considerando que de esta manera no se tomará como plagio lo descrito en la presente investigación.

Por otro lado, se respeta el Principio de **Probidad**, ya que los resultados obtenidos de los diferentes ensayos realizados en los laboratorios fueron reportados con honestidad, cumpliendo así con este principio.

Así mismo, el ***Cuidado del medio ambiente y biodiversidad***, es un aspecto importante en esta investigación porque promueve el cuidado de la naturaleza, debido a que se utilizaron materiales orgánicos, tales como, Cascara de Arroz y Mytilidae para la elaboración de los ladrillos de concreto.

Otro aspecto importante es la ***Libertad***, de manera que este proyecto se realizó sin fines de lucro y sin sesgo alguno.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de los diferentes ensayos realizados, se detallan a continuación:

Resultados del Análisis Térmico Diferencial – Ceniza de cascara de arroz

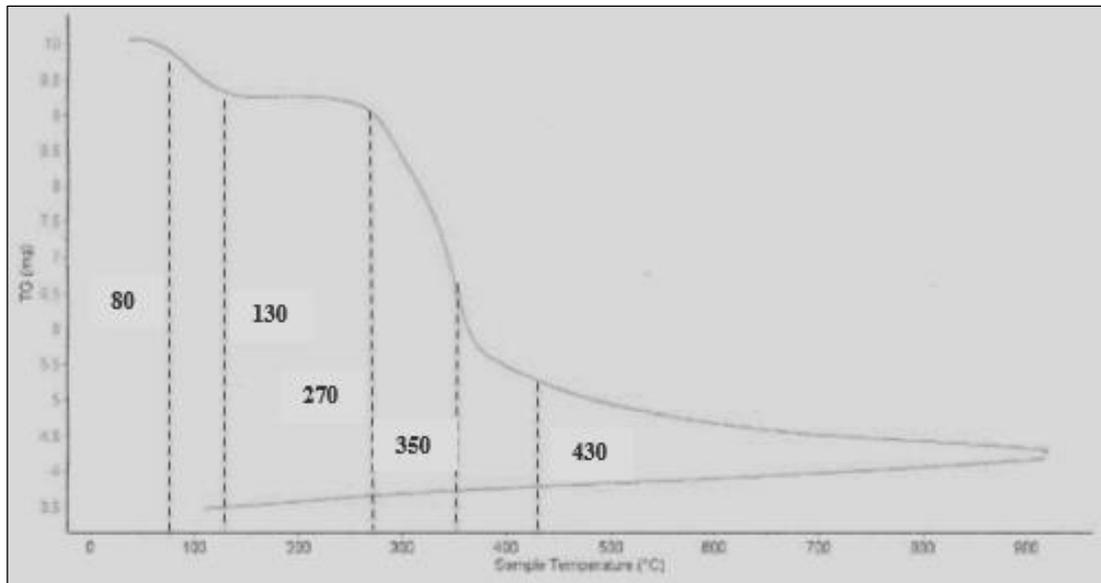


Figura 2: Análisis Térmico Gravimétrico de la ceniza de cascara de arroz

Fuente 8: Laboratorio de polímeros de la UNT

En la Figura 2 se muestra el Análisis Térmico gravimétrico de la CCA donde se pueden apreciar dos caídas de la masa, la primera se da en un rango entre 80 y 130 °C, en este rango tenemos la pérdida de humedad, y la más importante es la segunda caída, se da entre 270 y 350 °C, en esta fase existe una descomposición de los tejidos orgánicos o eliminación de materia orgánica posteriormente la caída es lenta, hasta llegar a perder un total de 54% de su masa inicial aproximadamente cuando se ha alcanzado su máxima temperatura de ensayo.

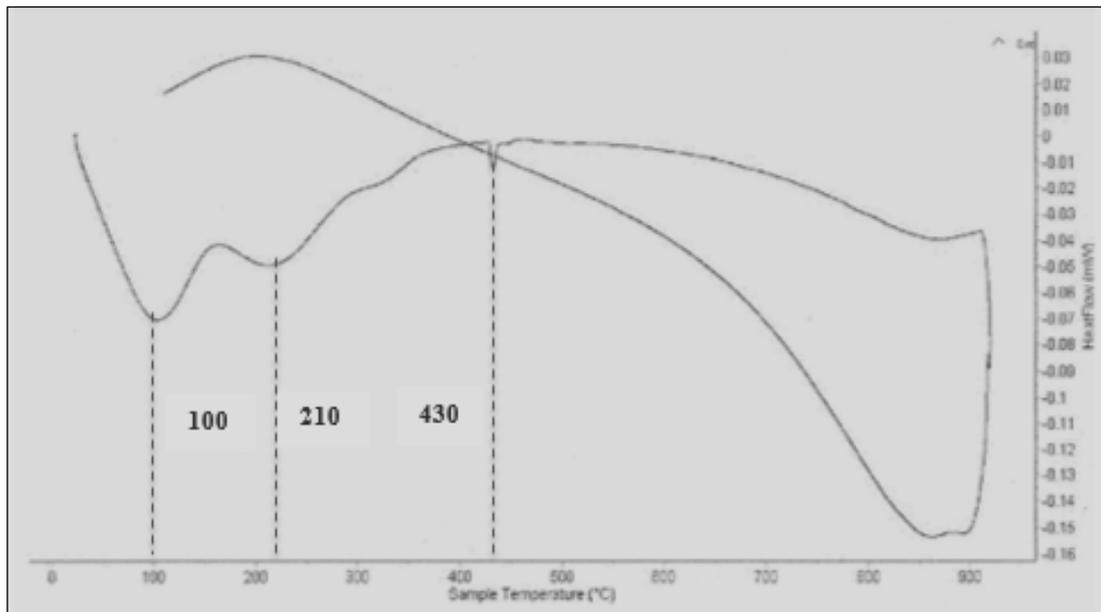


Figura 3: Curva Calorimétrica de la Ceniza de cascara de Arroz
Fuente 9: Laboratorio de polímeros de la UNT

En la **Figura 3** se evidencian picos endotérmicos en 100°C y 210°C, esto indica que la masa está absorbiendo calor y se está produciendo un cambio en la capacidad calorífica reflejándose en calentamiento, por consiguiente, se produce la evaporación, posteriormente se muestra un pico ligero de absorción térmica a 430°C, que indicaría un posible cambio de fase o cambios estructurales y características del material. Finalmente se muestra una banda térmica entre 820°C y 890°C. El equipo empleado fue un analizador térmico simultáneo TG_DTA_DSC. Capacidad máxima de 1600°C.

Resultados del Análisis Térmico Diferencial – Ceniza de Mytilidae.

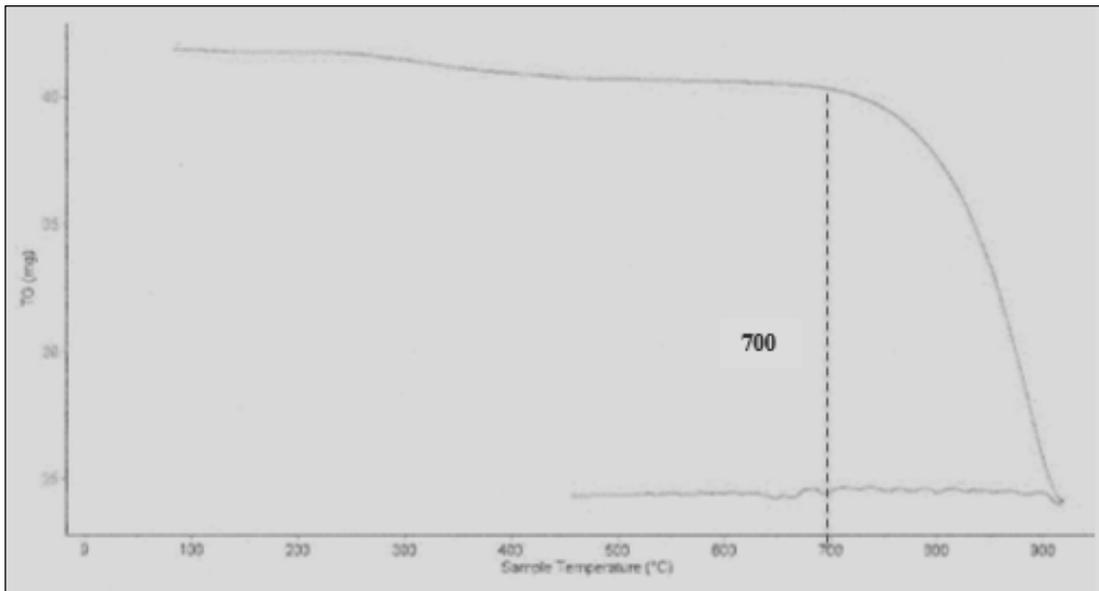


Figura 4: Análisis Térmico Gravimétrico de la ceniza de Mytilidae
Fuente 10: Laboratorio de polímeros de la UNT

En la **Figura 4** se muestra el Análisis Térmico gravimétrico de la CM, donde se aprecia una muy leve caída del material, indicando que el material presenta estabilidad térmica hasta alcanzar los 700 °C, temperatura en la cual marca el inicio para la descomposición acelerada y la pérdida de masa del material hasta caer bruscamente hasta llegar a la temperatura de ensayo máxima, así mismo, se refleja una pérdida total de aproximadamente 43% con respecto a su masa inicial.

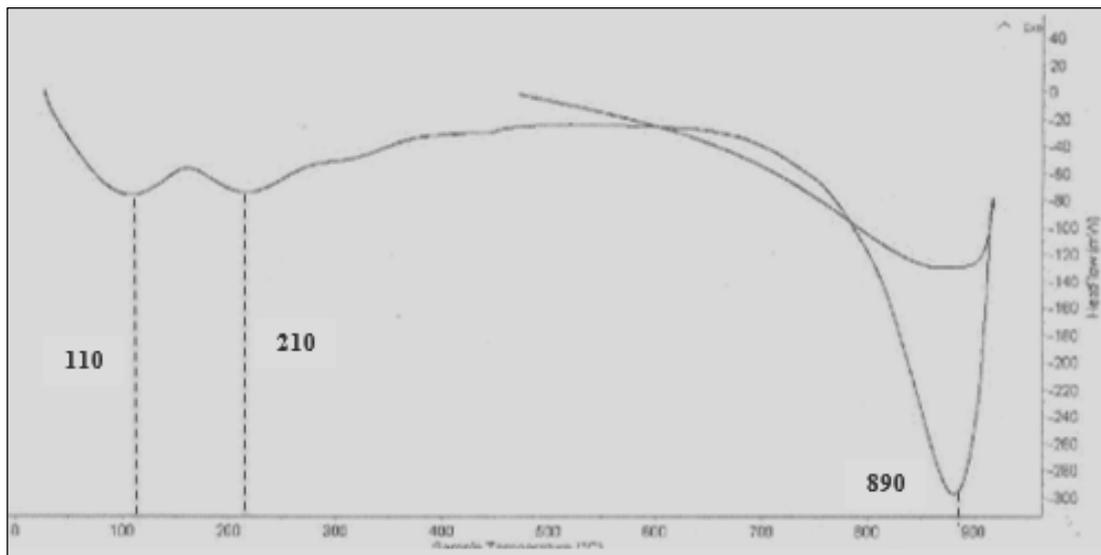


Figura 5: Curva Calorimétrica DSC del ceniza de Mytilidae
Fuente 11: Laboratorio de polímeros de la UNT

En la **Figura 5**, según el Análisis calorimétrico, se puede mostrar dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 110, y la otra a 210 °C, estos efectos endotérmicos aparecen por la presencia de humedad en la muestra. Posteriormente se aprecia un pico exotérmico muy prolongado hasta alcanzar los 890 °C y el último endotérmico a la descomposición de los carbonatos liberando CO₂, además se puede comprobar con la fuerte pérdida de peso que hay en esas temperaturas. Analizador térmico simultaneo TG, DTA, DSC cap. Max. 1600 °C SetSys Evolución.

Resultados de Caracterización Química – Ceniza de cáscara de Arroz

Tabla 7: Fluorescencia de Rayos X de la ceniza de Cascara de Arroz

Nomenclatura stock	Óxido	Concentración % Masa	Normalizado al 100%
Óxido de aluminio	Al ₂ O ₃	2.498	2.294
óxido de silicio	SiO₂	98.48	90.600
óxido de fósforo (III)	P ₂ O ₅	0.109	0.101
Dióxido de azufre (IV)	SO ₂	0.486	0.448
Dióxido de cloro (I)	ClO ₂	0.875	0.805
Óxido de potasio	K ₂ O	3.879	3.568
Óxido de calcio	CaO	0.796	0.732
Óxido de manganeso(II)	MnO	0.267	0.240
Óxido de hierro (III)	Fe ₂ O ₃	0.685	0.630
Óxido de níquel (III)	Ni ₂ O ₃	0.01	0.009
Óxido de cobre (II)	CuO	0.429	0.395
Óxido de cinc	ZnO	0.241	0.221
Óxido de nitrógeno (V)	As ₂ O ₅	0.004	0.004
Óxido de itrio	Y ₂ O ₃	0.001	0.001
óxido de plomo (II)	PbO	0.028	0.027
	Total	108.698	100.00

Fuente 12: Laboratorio de física de la UNMSM

Elaboración propia

La **Tabla 7** muestra el análisis de la ceniza de cascara de arroz por Fluorescencia de rayos X dispersiva en energía. Dicho análisis arrojó como resultados que la ceniza de cascara de arroz presenta alto porcentaje de óxido de silicio (90.600 %) más otros compuestos químicos que no afectan a largo plazo al concreto.

Resultados de Caracterización Química – Ceniza de Mytilidae.

Tabla 8: Fluorescencia de Rayos X de la Ceniza de Mytilidae.

Nomenclatura stock	Óxido	Concentración % Masa	Normalizado al 100%
Óxido de aluminio	Al ₂ O ₃	3.899	4.134
óxido de silicio	SiO ₂	0.657	0.697
Dióxido de azufre (IV)	SO ₂	0.485	0.514
Dióxido de cloro (I)	ClO ₂	0.118	0.125
óxido de potasio	K ₂ O	0.117	0.124
óxido de calcio	CaO	87.810	93.102
óxido de hierro (III)	Fe ₂ O ₃	0.007	0.008
óxido de níquel (III)	Ni ₂ O ₃	0.006	0.007
óxido de cobre (II)	CuO	0.005	0.005
óxido de cinc	ZnO	0.010	0.011
	Total	94.316	100.000

*Fuente 13: Laboratorio de física de la UNMSM
Elaboración propia*

La **Tabla 8** muestra el análisis de la ceniza de Mytilidae por Fluorescencia de rayos X dispersiva en energía. Dicho análisis arrojó como resultados que la ceniza de Mytilidae presenta alto porcentaje de óxido de calcio (93.102%) más otros compuestos químicos que se presentan en menor porcentaje, los cuales no afectan al concreto.

Potencial de Hidrógeno

Tabla 9: Análisis de pH

MUESTRA	PH
Ceniza de cascara de arroz (CCA)	10.01
Cenizas de Mytilidae (CM)	12.32
Combinación Experimental 1 (4% CCA + 6% CM)	12.31
Combinación Experimental 2 (6% CCA + 9% CM)	12.34

Fuente 14: Laboratorio de Físico Químico COLECBI
Elaboración propia

En la **Tabla 9** se muestra el Análisis del Potencial de Hidrogeno de la ceniza de Cascara de Arroz (CCA) y la Ceniza de Mytilidae (CM), así como también, de sus combinaciones, Experimental 1 (4% CCA + 6% CM) y Experimental 2 (6% CCA + 9% CM), los cuales fueron activados térmicamente.

Relación A/C

Tabla 10: Relación A/C de las mezclas para los ladrillos de concreto.

LADRILLO DE CONCRETO	MATERIAL	A/C
Patrón	Cemento + Arena Gruesa + Confitillo + Agua	0.84
Experimental 1 (4% CCA + 6% CM)	Cemento + CCA + CM + Arena Gruesa + Confitillo + Agua	0.84
Experimental 2 (6% CCA + 9% CM)	Cemento + CCA + CM + Arena Gruesa + Confitillo + Agua	0.84

Fuente 15: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP
Elaboración propia

En la **Tabla 10** se muestra la relación A/C de las mezclas para el ladrillo de concreto Patrón, Experimental 1 (4% CCA + 6% CM) y Experimental 2 (6% CCA + 9% CM), obtenidos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro. Teniendo como único resultado 0.84 de relación A/C.

Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto

Grafico 1: Resistencia promedio de los ladrillos de concreto

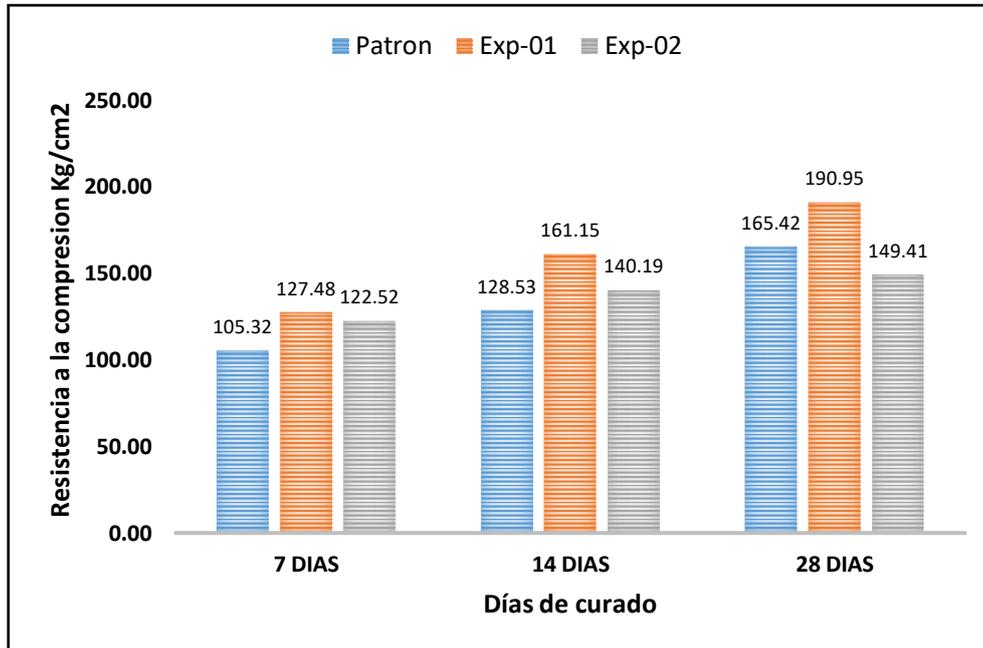


Figura 6: Comparativo de las resistencias promedio de los ladrillos de concreto a diferentes edades de curado.

Fuente 16: Elaboración propia.

En el **Gráfico 1** se muestra el comparativo de las resistencias promedio de los ladrillos de concreto a diferentes edades de curado, por lo tanto, podemos concluir que los ladrillos experimentales inician con una resistencia mayor a la de los ladrillos patrones, al transcurrir los días, esta resistencia aumenta considerablemente, llegando a superar a la resistencia patrón en un lapso de 28 días de curado en el caso de los experimentales 1, pero esto no ocurre con los experimentales 2, que no superaron al patrón a los 28 días debido a que sufre una pérdida de resistencia.

Con respecto a solo los ladrillos experimentales, nos damos cuenta que los ladrillos que fueron elaborados con la segunda combinación (Experimental 2), tienen una resistencia promedio menor que la de los ladrillos elaborados utilizando la primera combinación (Experimental 1).

ANOVA

A continuación, se presenta el cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de los ladrillos patrones y experimentales.

Tabla 11: Prueba de Normalidad

TRATAMIENTOS	SHAPIRO-WILK		
	ESTADÍSTICO	GL	SIG.
TRATAMIENTO 1 PATRÓN 7 DIAS	0,919	3	0,449
TRATAMIENTO 2 EXP-1 7 DIAS	0,860	3	0,267
TRATAMIENTO 3 EXP-2 7 DIAS	0,920	3	0,454
TRATAMIENTO 4 PATRÓN 14 DIAS	0,970	3	0,668
TRATAMIENTO 5 EXP-1 14 DIAS	0,829	3	0,185
TRATAMIENTO 6 EXP-2 14 DIAS	0,891	3	0,358
TRATAMIENTO 7 PATRÓN 28 DIAS	0,999	3	0,933
TRATAMIENTO 8 EXP-1 28 DIAS	0,985	3	0,769
TRATAMIENTO 9 EXP-2 28 DIAS	0,942	3	0,535

Fuente 17: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

De acuerdo a los resultados encontrados en la tabla 11, mediante la prueba de normalidad Shapiro- Wilk se reporta que el p- valor es mayor que 0.05 para todos los tratamientos considerados en el proceso de experimentación. Lo cual implica que la resistencia a la compresión de cada uno de dichos tratamientos correspondientes a los ladrillos patrón y experimentales asociados a los días de ruptura respectiva, tienen distribución normal,

Tabla 12: Prueba de Homogeneidad de Varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
	Se basa en la media	2,190	8	18	0,080
	Se basa en la mediana	,424	8	18	0,892
RESISTENCIA A LA	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,424	8	10,233	0,882
COMPRESIÓN	Se basa en la media recortada	1,976	8	18	0,110

Fuente 18: *Elaboración propia*

INTERPRETACIÓN:

En cuanto respecta a la Prueba aplicada para determinar la homogeneidad de varianzas se reporta como resultado destacable que el p - valor es mayor que 0.05 para cada uno de los tratamientos y variables consideradas en el estudio, lo cual nos permite sostener que las varianzas de las resistencias a la compresión correspondiente a los ladrillos tanto patrón como experimentales asociados a los días de ruptura correspondientes, son homogéneas

Tabla 13: *Anova*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	16402,253	8	2050,282	67,221	,000
Dentro de grupos	549,011	18	30,501		
Total	16951,264	26			

Fuente 19: *Elaboración propia*

INTERPRETACIÓN:

Respecto a la prueba de Análisis de Varianza (ANOVA) aplicada orientada a determinar la prueba de Igualdad de Medias Poblacionales, es decir evaluar la comparación de la diferencia de las medias de la resistencia a la compresión de los diferentes tratamientos establecidos en este proceso de experimentación inherentes a los ladrillos tanto como patrón como experimentales vinculados a los días de ruptura correspondientes, se aprecia que el p- valor reportado en la prueba es $p = 0.000$ el cual es menor que 0.05 (nivel de significancia de la prueba), lo que implica afirmar que no todas las medias de las resistencias a la compresión correspondiente a los ladrillos conformantes de los grupos patrón y experimentales respectivos asociados a los días de ruptura respectivos, son iguales en comparación a la consistencia de las mismas, con un nivel de significancia del 5%.

Esto proyecta afirmar en fusión a los resultados de dicha prueba aplicada que estadísticamente existe una diferencia significativa entre las medias de las resistencias a la compresión de los ladrillos considerados en el grupo patrón en comparación a los ladrillos de los grupos considerados como experimentales según

las dosificaciones de combinaciones aplicadas; esto evidencia que las fortalezas y propiedades de los productos utilizados en este proceso de experimentación como lo constituyen las combinaciones de Ceniza de Cáscara de Arroz y la Ceniza de Mytilidae han influido en el mejoramiento de las resistencias a la compresión de los ladrillos considerados en los grupos experimentales en comparación a la resistencia a la compresión de los ladrillos considerados en los grupos de control.

Pruebas post hoc

Tabla 14: Comparaciones Múltiples

Variable dependiente: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN						
HSD Tukey						
(i)	(j)	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-22,166667*	4,509294	,003	-37,96661	-6,36672
	3	-17,210000*	4,509294	,027	-33,00994	-1,41006
	4	-23,213333*	4,509294	,002	-39,01328	-7,41339
	5	-55,834000*	4,509294	,000	-71,63394	-40,03406
	6	-34,876667*	4,509294	,000	-50,67661	-19,07672
	7	-60,100000*	4,509294	,000	-75,89994	-44,30006
	8	-85,630333*	4,509294	,000	-101,43028	-69,83039
	9	-44,093333*	4,509294	,000	-59,89328	-28,29339
	2	1	22,166667*	4,509294	,003	6,36672
3		4,956667	4,509294	,967	-10,84328	20,75661
4		-1,046667	4,509294	1,000	-16,84661	14,75328
5		-33,667333*	4,509294	,000	-49,46728	-17,86739
6		-12,710000	4,509294	,176	-28,50994	3,08994
7		-37,933333*	4,509294	,000	-53,73328	-22,13339
8		-63,463667*	4,509294	,000	-79,26361	-47,66372
9		-21,926667*	4,509294	,003	-37,72661	-6,12672
3		1	17,210000*	4,509294	,027	1,41006
	2	-4,956667	4,509294	,967	-20,75661	10,84328
	4	-6,003333	4,509294	,909	-21,80328	9,79661
	5	-38,624000*	4,509294	,000	-54,42394	-22,82406
	6	-17,666667*	4,509294	,022	-33,46661	-1,86672
	7	-42,890000*	4,509294	,000	-58,68994	-27,09006
	8	-68,420333*	4,509294	,000	-84,22028	-52,62039

	9	-26,883333*	4,509294	,000	-42,68328	-11,08339
4	1	23,213333*	4,509294	,002	7,41339	39,01328
	2	1,046667	4,509294	1,000	-14,75328	16,84661
	3	6,003333	4,509294	,909	-9,79661	21,80328
	5	-32,620667*	4,509294	,000	-48,42061	-16,82072
	6	-11,663333	4,509294	,257	-27,46328	4,13661
	7	-36,886667*	4,509294	,000	-52,68661	-21,08672
	8	-62,417000*	4,509294	,000	-78,21694	-46,61706
	9	-20,880000*	4,509294	,005	-36,67994	-5,08006
5	1	55,834000*	4,509294	,000	40,03406	71,63394
	2	33,667333*	4,509294	,000	17,86739	49,46728
	3	38,624000*	4,509294	,000	22,82406	54,42394
	4	32,620667*	4,509294	,000	16,82072	48,42061
	6	20,957333*	4,509294	,005	5,15739	36,75728
	7	-4,266000	4,509294	,986	-20,06594	11,53394
	8	-29,796333*	4,509294	,000	-45,59628	-13,99639
	9	11,740667	4,509294	,251	-4,05928	27,54061
6	1	34,876667*	4,509294	,000	19,07672	50,67661
	2	12,710000	4,509294	,176	-3,08994	28,50994
	3	17,666667*	4,509294	,022	1,86672	33,46661
	4	11,663333	4,509294	,257	-4,13661	27,46328
	5	-20,957333*	4,509294	,005	-36,75728	-5,15739
	7	-25,223333*	4,509294	,001	-41,02328	-9,42339
	8	-50,753667*	4,509294	,000	-66,55361	-34,95372
	9	-9,216667	4,509294	,535	-25,01661	6,58328
7	1	60,100000*	4,509294	,000	44,30006	75,89994
	2	37,933333*	4,509294	,000	22,13339	53,73328
	3	42,890000*	4,509294	,000	27,09006	58,68994
	4	36,886667*	4,509294	,000	21,08672	52,68661
	5	4,266000	4,509294	,986	-11,53394	20,06594
	6	25,223333*	4,509294	,001	9,42339	41,02328
	8	-25,530333*	4,509294	,001	-41,33028	-9,73039
	9	16,006667*	4,509294	,046	,20672	31,80661
8	1	85,630333*	4,509294	,000	69,83039	101,43028
	2	63,463667*	4,509294	,000	47,66372	79,26361
	3	68,420333*	4,509294	,000	52,62039	84,22028
	4	62,417000*	4,509294	,000	46,61706	78,21694
	5	29,796333*	4,509294	,000	13,99639	45,59628
	6	50,753667*	4,509294	,000	34,95372	66,55361
	7	25,530333*	4,509294	,001	9,73039	41,33028
	9	41,537000*	4,509294	,000	25,73706	57,33694
9	1	44,093333*	4,509294	,000	28,29339	59,89328

2	21,926667*	4,509294	,003	6,12672	37,72661
3	26,883333*	4,509294	,000	11,08339	42,68328
4	20,880000*	4,509294	,005	5,08006	36,67994
5	-11,740667	4,509294	,251	-27,54061	4,05928
6	9,216667	4,509294	,535	-6,58328	25,01661
7	-16,006667*	4,509294	,046	-31,80661	-,20672
8	-41,537000*	4,509294	,000	-57,33694	-25,73706

Fuente 20: Elaboración propia

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

INTERPRETACIÓN:

En estos resultados encontrados destacamos que la Prueba de Hipótesis de la Diferencia de Medias aplicada muestra las comparaciones múltiples entre las medias de las resistencias a la compresión de los ladrillos conformantes de los grupos de control y las medias de las resistencias de los grupos de ladrillos que conforman los grupos experimentales conformados por las combinaciones establecidas de los materiales a utilizarse (4% CCA + 6%CM) y (6% CCA + 9% CM) respectivamente.

Dentro de este contexto resaltamos que el p- valor es menor que 0.05 en las comparaciones de las medias de la resistencia a la compresión del grupo de ladrillos considerado como patrón y las medias de las resistencias tanto de los grupos de ladrillos experimentales conformados por las combinaciones de: 4% CCA + 6% CM y 6% CCA + 9% CM respectivamente, para un tiempo de ruptura equivalente a 7 días. Asimismo respecto al tiempo de ruptura de los 14 días se encuentra que el p- valor es menor que 0.05 en la comparación realizada entre las medias de la resistencia a la compresión de los ladrillos del grupo considerado como control y la media de la resistencia a la compresión de los ladrillos que conforman el grupo experimental conformado por la combinación de los materiales utilizados, equivalente a : 4% CCA +6% CM respectivamente.

En cuanto al tiempo de ruptura de los 28 días en la misma tendencia también se registra que el p- valor es menor que 0.05 con respecto a la comparación realizada entre las medias de la resistencia a la compresión del grupo de ladrillos establecido como patrón para este periodo de ruptura respectivo y la media de la resistencia a

la compresión de los ladrillos que conforman los grupos experimentales diseñadas por las combinaciones establecidas por los materiales utilizados, equivalentes a : 4% CCA + 6% CM y 6% CCA + 9% CM respectivamente.

Lo cual implica que estadísticamente existe una diferencia significativa entre las medias de las resistencias a la compresión de los grupos de ladrillos considerados como patrón de acuerdo a los tiempos de ruptura establecidos y las medias de las resistencias a la compresión de los grupos de ladrillos que conforman los grupos experimentales conformados por las combinaciones de los materiales a utilizarse en el proceso de esta investigación, considerando un nivel de significancia equivalente al 5%.

Loa resultados descritos permiten demostrar nuestra hipótesis de trabajo planteada, es decir que se logra un mejoramiento de la resistencia a la compresión de los ladrillos establecidos en los grupos experimentales, en los cuales se han utilizado los materiales respectivos como lo constituyen: CCA y CM con las dosificaciones establecidas para tal efecto, en comparación a la resistencia a la compresión de los ladrillos conformantes en los grupos de control, esto indudablemente es producto de la acción casual que han ejercido las fortalezas y bondades de las propiedades y composición de dichos materiales.

Subconjuntos homogéneos

Tabla 15: Subconjuntos homogéneos

		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
		HSD Tukey ^a				
		Subconjunto para alfa = 0.05				
Tratamientos	N	1	2	3	4	5
1	3	105,31667				
3	3		122,52667			
2	3		127,48333	127,48333		
4	3		128,53000	128,53000		
6	3			140,19333	140,19333	
9	3				149,41000	149,41000
5	3					161,15067
7	3					
8	3					
Sig.		1,000	0,909	0,176	0,535	0,251

		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
		HSD Tukey ^a	
		Subconjunto para alfa = 0.05	
TRATAMIENTOS		6	7
1			
3			
2			
4			
6			
9			
5		161,15067	
7		165,41667	
8			190,94700
Sig.		0,986	1,000

Fuente 21: Elaboración propia

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

INTERPRETACIÓN:

La aplicación de la Prueba de Tukey que consiste en determinar a los mejores tratamientos que tienen la mejor implicancia y efecto en este caso en la resistencia

a la compresión de los ladrillos de concreto elaborados con un diseño de concreto en el cual se sustituye al cemento por las combinaciones del 10% y 15% de la Ceniza de Cascara de Arroz y la Ceniza de Mytilidae respectivamente.

Al aplicar dicha prueba se encontró que el mejor tratamiento lo constituye los ladrillos de concreto elaborados por la sustitución del cemento por la combinación conformada por: 4% CCA + 6% CM, para un tiempo de ruptura de 28 días, es decir constituye la mejor combinación de estos materiales que tienen una mejor implicancia causal en la resistencia a la compresión, en comparación a la resistencia de los ladrillos del grupo de control respectivo.

Asimismo, otro tratamiento que le sigue en significancia lo constituye los ladrillos de concreto elaborados por la sustitución del cemento por la combinación conformada por: 4% CCA + 6% CM respectivamente, para un tiempo de ruptura de 14 días, lo que significa una combinación destacable de estos materiales en la acción casual en la resistencia a la compresión, en comparación a la resistencia de los ladrillos conformantes del grupo de control respectivo.

Estos resultados ratifican las importantes propiedades y composición de los materiales utilizados en este proceso de experimentación, generando una nueva opción de elaborar ladrillos de concreto más consistentes.

V. DISCUSIÓN

Según la investigación realizada por Ccopa (2019, p.7). precisa que el rango de calcinación de la cascara de arroz que va desde los 400°C hasta 600°C, mantiene en estado amorfo a la ceniza de Sílice, evitando así la cristianización de la ceniza, por un lapso de 2 horas aproximadamente. En una recopilación de información respecto a la temperatura y tiempo de calcinación de la cascara de arroz de diversos autores, elaborada por Taku (2013), donde describe que la temperatura y tiempo de calcinación debidamente controlada produce ceniza rica en sílice amorfa y puede ser utilizada como material puzolánico. Esta temperatura debe ser inferior a los 800°C. Respecto al ensayo de Análisis Térmico Diferencial (ATD) de la Cascara de Arroz que se realizó en este proyecto de investigación, arrojó como resultado que la temperatura de calcinación de la cascara de arroz fue de 430°C durante un tiempo de 3 horas. Con esta temperatura y tiempo de calcinación se pudo obtener ceniza de Sílice, ideal para sustituir al cemento en la producción de ladrillos de concreto.

De acuerdo a la investigación de Miguéns (2016). Indica que el ensayo de Difracción de Rayos X de la Ceniza de concha de Mejillón calcinada a partir de los 700°C muestra picos altos de Oxido de Calcio (CaO) y Dióxido de carbono (CO₂). Es por ello que realizaron ensayos para caracterizar el comportamiento térmico de las conchas de Mejillón obteniendo diagramas de Análisis Térmico Diferencial los resultados obtenidos fueron; en primer lugar, un proceso endotérmico debido a la evaporación del agua que presentan las conchas entre 100°C y 140°C; luego los exotérmicos que son la eliminación de la materia orgánica y por último el proceso endotérmico intenso donde se realiza la descomposición de los carbonatos liberando CO₂ entre 770°C y 940°C. De acuerdo al antecedente antes mencionado, para esta investigación se tomó en cuenta la temperatura de calcinación para obtener Oxido de Calcio que pueda ser utilizado en la sustitución del cemento. Se realizó la calcinación de Mytilidae a una temperatura de 890°C durante un tiempo de 3 horas, datos que fueron determinados por el análisis térmico diferencial (ATD), realizado en la Universidad Nacional del Trujillo.

En la búsqueda de información respecto a la Composición química de la Ceniza de Cascara de Arroz y Ceniza de Mytilidae, se pudo encontrar diversas

investigaciones; tales como; el artículo realizado por Varón (2005), describe que la ceniza de cáscara de arroz está compuesta por el 94.5% Ceniza de Sílice (SiO_2). Mehta (1992) postuló que la ceniza de cascara de arroz está compuesta por 82.7 % de SiO_2 . De la misma forma, Zhang et al (1996) mencionó en su investigación que la ceniza de cascara de arroz está contenida por 87.3% de SiO_2 . Por último, Bui (2005) especifica que encontró que la ceniza de cascara de arroz contiene 86.98% de SiO_2 . Respecto a la Ceniza de Mytilidae, Gengying (2015) determinó que la composición química de a Ceniza de Mytilidae está compuesta por 86.8% de Oxido de Calcio (CaO). Estos componentes expresados en porcentajes encontradas en las cenizas están directamente influenciados por la temperatura y el tiempo de calcinación. Es por ello, que de acuerdo a estos antecedentes se determinó nuestra temperatura y tiempo de calcinación para obtener cenizas ricas en Sílice y Oxido de Calcio. Para determinar la composición química de las cenizas se realizaron pruebas de Análisis de Fluorescencia de rayos X (FRX) obteniendo para la ceniza de cascara de arroz un 90.60% de SiO_2 y para la ceniza de Mytilidae un 93.102% de CaO . Siendo estos resultados similares a los resultados de los antecedentes mencionados anteriormente.

Respecto a la determinación del pH de la ceniza de cascara de arroz, ceniza de Mytilidae y las combinaciones de ambos materiales (Experimental 1 - 10% y Experimental 2 – 15%), se tomó en consideración el pH del cemento, tal como lo menciona Cementos Pacasmayo S.A.A. en su Hoja de Datos de Seguridad del Material – Cemento Tipo I. Donde menciona que el pH que presenta el cemento Tipo I es 12. Los resultados obtenidos en el ensayo de pH que se realizó en este proyecto de investigación fueron los siguientes; la ceniza de Cascara de arroz arrojó un pH de 10.01, la ceniza de Mytilidae presentó un pH de 12.32, los Experimentales 1 y 2 presentaron un pH de 12.31 y 12.34 respectivamente. Según los resultados alcanzados del pH de los Experimentales, demuestran que las cenizas puzolánicas presentaron mayor alcalinidad que el cemento Tipo I, debido a la composición química que presentan las cenizas.

Según el proyecto de investigación realizada por Arrieta y Peñaherrera (2001) determinaron que para la elaboración de bloques de concreto vibrocompactados utilizaron una dosificación de 1:7, equivalente a 5:2 (arena: confitillo) y una

dosificación inicial de agua 1:1 (agua: cemento). Dependiendo únicamente de los resultados de los ensayos realizados a los agregados, ya que analizaron el comportamiento de las mezclas de concreto vibradas según los ensayos de granulometría, determinando que a mayor contenido de finos en los agregados será necesaria mayor cantidad de agua.

Para determinar la relación Agua /Cemento (A/C) de este proyecto se realizó un diseño de mezcla para la fabricación de ladrillos de concreto compactado, tanto, Patrón y Experimentales 1 (10% - 4% CCA y 6% CM) y 2 (15% - 6% CCA y 9% CM), en dimensiones de 9 cm x 13 cm x 23 cm, con una dosificación de 1:3.70:2.60 y con una relación agua – cemento (a/c) de 0.83. Así como también, presento un revenimiento de 2”.

Para realizar el análisis de la Resistencia a la compresión obtenida de los ladrillos de concreto Patrón y Experimentales, se revisaron las siguientes investigaciones, Arrieta y Peñaherrera (2001) mencionaron que el uso de una mesa vibradora para la fabricación de bloques de concreto permite que la resistencia se duplique con respecto a una compactación manual. La resistencia que alcanzó el bloque a los 7 días de curado, representa al 70% de la resistencia que se alcanza a los 28 días de curado. Sainudin (2019) postuló que al sustituir materiales puzolánicos al cemento, como la ceniza de concha de Mejillón, la resistencia a la comprensión disminuye conforme se va aumentando el porcentaje de sustitución, esto ocurre debido a que a mayor sustitución el cemento pierde componentes, tales como, alita y belita, siendo estos componentes esenciales para que alcance una buena resistencia. Muñoz (2017) determinó que al sustituir ceniza de cascara de arroz al cemento aumenta la resistencia, pero cuando es sustituido en proporciones menores. Los porcentajes sustituidos fueron 5%, 10%, 15% y 20%, concluyendo que las mezclas con 5%, 10% y 15% aumentaron su resistencia a diferencia de la mezcla con 20 %.

De los resultados obtenidos podemos inferir que el ladrillo patrón (165.42 Kg/cm²) realizado es superado en resistencia por los ladrillos experimentales, pero el que predominó en resistencia es el Experimental 01 (190.95 Kg/cm²) y el Experimental 02 obtuvo de resistencia (149.41Kg/cm²) a los 28 días de curado. Se observó que a mayor edad la resistencia va en incremento. La resistencia de los ladrillos

realizados en la mesa vibradora supero en gran medida a los ladrillos realizados manualmente ya que nuestra resistencia base fue de 130 Kg/cm².

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados analizados podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. Los materiales experimentales, Ceniza de cascara de arroz (CCA) y Cenizas de Mytilidae (CM), fueron activadas a una temperatura de 430°C y 890°C respectivamente.
2. La composición química de la ceniza de cascara de arroz indica su potencial como puzolana, ya que contienen un 90.60% de SiO₂. Del mismo modo, se concluye que las cenizas de Mytilidae están compuestas en un 93.102% de Cao, lo que nos indica que tiene propiedades cementantes.
3. Las muestras son altamente alcalinas, individualmente 10.01 de pH para la ceniza de cascara de arroz, 12.32 pH para las cenizas de Mytilidae, y para las mezclas, se encontró un 12.31 pH en el experimental 01 y 12.34 pH en el experimental 02.
4. Los ladrillos vibrados tienen una dosificación de 1:6.30. La dosificación 1:6.30 significa proporcionamiento en volumen del agregado el cual es equivalente a utilizar 3.70: 2:60 (arena: confitillo) se utiliza mayor cantidad de arena para darle a los ladrillos una mejor textura.
5. Al aplicar la prueba estadística se encontró que el mejor tratamiento lo constituye los ladrillos de concreto elaborados por la sustitución del cemento por la combinación conformada por: 4% CCA + 6% CM, para un tiempo de ruptura de 28 días, es decir constituye la mejor combinación de estos materiales que tienen una mejor implicancia causal en la resistencia a la compresión, en comparación a la resistencia de los ladrillos del grupo de control respectivo. La compactación del concreto en la mesa vibradora fue favorable porque se alcanzó resistencias altas con respecto a la resistencia base de 130 kg/cm². Se llegó a la conclusión, que, a mayor porcentaje de materiales experimentales, se reduce la resistencia de los ladrillos experimentales. Basándonos en nuestra investigación y los antecedentes encontrados, llegamos a la conclusión que, el porcentaje óptimo para reemplazar los materiales experimentales tiene que ser cercano o menor al 5% para ambos casos, puesto que, si es mayor, nuestra resistencia tiende a disminuir.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda llevar un control de la temperatura y tiempo de calcinación de los materiales orgánicos que reemplazaran al cemento, con la finalidad de evitar que estos materiales pierdan sus componentes puzolánicos.

Se recomienda controlar el tiempo de vibrado para la elaboración de ladrillos de concreto, con la finalidad de obtener unidades bien consolidadas o compactadas, para obtener buenos resultados el proceso de vibrado debe ser por capas hasta que se forme una película de agua en la superficie.

Se recomienda hacer una ampliación de la investigación, es decir elaborar ladrillos de concreto no vibrados para analizar los resultados de la resistencia con respecto a los ladrillos de concreto vibrados, a la vez, incorporar o sustituir cenizas puzolanicas (cenizas de Cascara de arroz y Mytilidae) en ambos procedimientos.

Se recomienda promover el uso de los materiales alternativos que estén compuestos por Sílice y Calcio para sustituir al cemento. Con la finalidad de salvaguardar el ecosistema y frenar la demanda energética con la que se produce el cemento.

REFERENCIAS

- ASTM International. ASTM C143 / C143M – 20: Método de prueba estándar para el asentamiento del hormigón de cemento hidráulico. West Conshohocken. 2020. 9 pp.
- ASTM International. Norma ASTM C136 / C136M-19: Método de prueba estándar para análisis por tamizado de agregados finos y gruesos. West Conshohocken. 2019. 9 pp.
- ASTM International. Norma ASTM C566-19: Método de prueba estándar para el contenido de humedad evaporable total del agregado por secado. West Conshohocken. 2019. 5 pp.
- ASTM International. Norma ASTM C128 - 15: Método de prueba estándar para densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado fino. West Conshohocken. 2015. 8 pp.
- ASTM International. Norma ASTM C127 - 15: Método de prueba estándar para densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado grueso. West Conshohocken. 2015. 8 pp.
- ASTM International. Norma ASTM C29 / C29M - 17a: Método de prueba estándar para densidad aparente (“Peso unitario”) y vacíos en agregados. West Conshohocken. 2017. pp.
- ASTM International. Norma. ASTM C39 / C39M-2. Método de prueba estándar para resistencia a la compresión de muestras de concreto cilíndrico. West Conshohocken. 2021. 12 pp.
- ARRIETA, Javier y PEÑAHERRERA, Enrique. Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora. Lima – Perú. Programa Científico PC - CISMID, 2001 Lima – Perú. 67 pp.
- ARRIETA, Javier. (2001). Investigación Sísmica y mitigación de desastres. Lima: UNI

- ASOCEM. Reporte estadístico mensual – diciembre 2020[En línea]. (Fecha de consulta: 20 de enero de 2021). Disponible en: <http://www.asocem.org.pe/estadisticas-nacionales/reporte-estadistico-mensual-diciembre-2020>
- Bhanumathidas, N y Mehta, P. K. (2001): Mezclas de hormigón hechas con cementos ternarios mezclados que contienen cenizas volantes y cenizas de cáscara de arroz. En las actas del 2004 Vol. 7 Conferencia internacional CANMET, 199: 379-391.
- Bandara, D. H. M. (1994): Desarrollo de cemento mezclado utilizando el componente de sílice amorfa puzolánica de la ceniza de cáscara de arroz. Revista de ciencia nacional, Sri Lanka, 22 (2): 189-199
- BLONDET, M., 2012. Manual de Autoconstrucción y Mejoramiento de Vivienda. [en línea], pp. 34. Disponible en: https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjG8c_f8tbeAhWs6YMKHXdGAKgQFjAAegQICRAC&url=http%3A%2F%2Fwww.munlima.gob.pe%2Fimagenes%2Fdescargas%2Fgerencias%2FGDU%2FSALT%2Fmanual-de-autoconstruccion-y-mejoramien.
- CAMARGO, Nelson, HERNANDO, Carlos y SANDOVAL, Higuera. Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla del arroz [en línea]. Vol. 27, N° 1. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2012]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5670998> ISSN 0124-8170
- CÁRCAMO Olivares Czibyll Madleine. Cuantificación de cadmio y plomo en moluscos bivalvos, mytilus chilensis, comercializados en la ciudad de valdivia, mediante la técnica de espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo. Tesis (médico veterinario). Valdivia – Chile: Universidad austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, 2017. 52 pp.
- CCOPA Quispe, Roxana. Estudio técnico económico de la fabricación de bloques de concreto incorporando ceniza de cáscara de arroz. Tesis (Grado de Bachiller en: Ingeniería Industrial). Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú, Facultad de Ingeniería, 2019. 49 pp.

- CEMEX PERU, 2019. ¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto? CEMEX Perú. [en línea]. [Consulta: 7 marzo 2021]. Disponible en <https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->.
- CRISTOFOLI, Tiago et al, 2014. Concreto: Microestructura, Propiedades e Materiais. 2.a ed. ISBN: 978-85-98576-21-3
- FERNANDES POUHEY, M.T. 2006. Beneficiamento da cinza de casca de arroz residual com vistas a producao de cimento composto e/ou pozolanico. Porto Alegre. 275p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia, Curso de Pósgraduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Rio Grande do Sul
- FERNANDES Pouey, Maria Tereza. Procesamiento de cenizas residuales de cascarilla de arroz para la producción de cemento compuesto y / o puzolánico. Tesis (Doctorado). Porto Alegre Janeiro: Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Engenharia Civil, 2006. 345 pp.
- Harmsen, Teodoro. Diseño Estructuras de Concreto Armado. 5t.a ed. Fondo Editorial. 2017. 967 pp. ISBN: 9786123172978.
- KUMATOR Josiphiah, Taku. Efecto de la temperatura de calcinación de la cáscara de arroz sobre las propiedades del mortero de cemento. Tesis (Máster en Ciencias en Ingeniería Civil). Nigeria: Universidad Zaria, Facultad de Ingeniería, 2013. 124 pp.
- LI, Gengying [et al]. Cemento con ceniza de conchas de ostra [en línea]. Vol. 91: 279-287. [Fecha de consulta: 23 de marzo de 2021]. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652614013122>
ISSN 0959-6526
- LLENQUE Sánchez, Jenny Lucero. Resistencia de un concreto $f_c=210$ kg/cm² sustituyendo el cemento un 7% por una combinación de polvo de roca granito y conchas de abanico. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad San Pedro, Escuela de Ingeniería Civil. 2016. 87pp.

- MIGUÉNS, Jorge. Diseño e instalación de una planta de tratamiento de concha de mejillón. Tesis (Ingeniero Técnico Naval). España: Universidad de Cantabria, 2016. 157pp. Disponible en <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/9413/Jorge%20Migu%C3%A9ns%20Alonso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MUÑOZ Gutiérrez, Mayra Consuelo. Resistencia característica a compresión axial de ladrillo de concreto al incorporar ceniza de cáscara de arroz. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2017. 268 pp.
- NABILAH, Nurul [et al]. Propiedades físicas y mecánicas del hormigón que contiene ceniza de cáscara de mejillón verde (*Perna viridis*) como mezcla [en línea]. 601 (1): [Fecha de consulta: 25 de febrero de 2021] Disponible en: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019MS&E..601a2034N/abstract> ISBN: 1757899X
- Naji, A. G., Adbdul Rasheed, S., Aziz, A. F. N., Salleh, M. A. M. (2010): Contribución de la ceniza de cáscara de arroz a las propiedades de los mortales y el hormigón; una revisión. Revista de ciencia estadounidense: 6 (3): 157-165
- NORMA TÉCNICA E. 070, 2006. Norma Técnica E. 070 - Albañilería. Sencico [en línea], pp. 295-309. [Consulta: 7 marzo 2021]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- NORMA TÉCNICA E. 070, 2006. Norma Técnica E. 070 - Albañilería. Sencico [en línea], pp. 295-309. Disponible en: <https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>.
- NTP-399.601. (2006). Norma técnica Peruana. Unidades de albañilería: Ladrillos de concreto. Requisitos.
- ORRABALIS, Camilo [et al.]. Cuantificación de la resistencia mecánica de morteros de cemento al añadir cenizas de cascara de arroz ricas en nanoparticulas de sílice. [En línea]. Buenos Aires - Argentina. 2019. 9 pp. [Fecha de Consulta:

06 de febrero de 2021]. Disponible en:
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/121089>

Oyetola, E. B., Abdullahi, M. (2006): El uso de ceniza de cáscara de arroz en la producción de bloques de hormigón arenoso de bajo costo. Leonardo Electronic Journal of Practice and Technology, 8: 58-70

PASQUEL, Enrique. Tópicos de tecnología del concreto en el Perú [en línea]. 2a ed. Lima – Perú. 1993. 380 pp. [Fecha de Consulta: 19 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://site-2666208-3581-8370.mystrikingly.com/blog/topicos-de-tecnologia-del-concreto-enrique-pasquel-pdf-259> ISBN: 160808190916

PASTOR Alfaro, Edinson Raúl. Resistencia a la compresión del mortero y conductividad térmica al sustituir el cemento por mejillón 10% y 15%. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad San Pedro, Escuela de Ingeniería Civil. 2020. 87pp.

Prada, Abelardo, Cortés, Caroll E. La descomposición térmica de la cascarilla de arroz: una alternativa de aprovechamiento integral. Orinoquia [en línea]. 2010, 14 (1), 155-170 [fecha de Consulta: 19 de marzo de 2021]. ISSN: 0121 3709. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89622691013>

Reddy, D. V., Alvarez, M. (2006): Características de durabilidad marina del hormigón armado modificado con cenizas de cascarilla de arroz. vol. 4. Conferencia Latinoamericana y del Caribe de Ingeniería y Tecnología. LACCET 2006

Sainudin, MS (2019). Propiedades del hormigón que contiene ceniza de cáscara de mejillón (*Perna viridis*) como reemplazo parcial del cemento [en línea]. 31 diciembre 2019. VOL.11, n.º 9. [Fecha de consulta: 21 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/ijie/article/view/5441>

ISSN: 2229-838X

- Salas, A., Ospina, M. A., Delvasto, S., Majia De Gutierrez, R. (2007): Estudio de las propiedades puzolánicas de la sílice obtenida de la cáscara de arroz por procesos químicos y térmicos. IPSS, 4 (11): 4311-4318
- SANJUÁN, Miguel y CHINCHÓN, Servando. Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland. San Vicente del Raspeig: Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2014.181 pp. ISBN 978-84-9717-305-6
- SILVA, L.R. da, GAMA, K.N. de C., SALLES, P.V. y BRAGA, F.C.S., 2019. Concreto com cinza de casca de arroz (CCA) e resíduos de construção e demolição (RCD). Research, Society and Development, vol. 8, no. 4, pp. e2684861. ISSN 2525-3409. DOI 10.33448/rsd-v8i4.861.
- VARÓN, Javier. Diseño, construcción y puesta a punto de un prototipo de quemador para la combustión continua y eficiente de la cascarilla de arroz. El Hombre y la Máquina [en línea]. 2005, n°. 25. [fecha de Consulta 21 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47802513> ISSN: 0121-0777
- Zhang, M. H., Lastra, R., Malhotra, V. M. (1996): Pasta de ceniza de cáscara de arroz y hormigón: algunos aspectos de la hidratación y la microestructura de la zona interfacial entre el árido y el hormigón. Investigación de cemento y hormigón, 26 (6): 963-977

ANEXOS

ANEXO 01-MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 16: Operacionalización de las variables

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>Variable dependiente:</p> <p>Resistencia a la Compresión del ladrillo de concreto</p>	<p>La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm² (CEMEX, 2019)</p>	<p>Primero se realizó los ensayos para obtener el diseño de mezcla, para luego poder sustituir el cemento por las cenizas de CCA Y CM. Finalmente se realizó un análisis de los resultados de la resistencia a la compresión según norma ASTM_C39.</p>	<p>Resistencia a la compresión entre el ladrillo de concreto Patrón y Experimentales</p>	<p>Kg/cm²</p>	<p>Razón</p>
<p>Variable independiente:</p> <p>Sustitución al cemento por la combinación de ceniza de cascara de arroz y ceniza de Mejillón.</p>	<p>Las cenizas de cáscara de arroz son ricas en nanopartículas de dióxido de silicio (Orrabalis, Ledezma, Villalba y García, 2019, p. 2)</p> <p>Mytilus, comúnmente conocido como “chorito o mejillón”, es una especie de molusco bivalvo filtrador de la familia Mytilidae. Estas especies se encuentran en fase de desarrollo industrial y el chorito es la especie que está alcanzando un mayor impacto comercial y social. (CZIBYLL MADLEINE- Chile, 2012, p. 5)</p>	<p>Se recolectó la cascarilla en el molino Santísima Cruz de Motupe, ubicado en Tambo Real-Ancash, luego fue calcinada a una temperatura de 430 °C.</p> <p>El Mytilidae (Mejillón) fue extraído del muelle Gildemeister, ubicado en Chimbote-Ancash, después fue calcinada a una temperatura de 890°C. Una vez calcinada fue triturada con la finalidad que pueda pasar por la malla número 200 y posterior a ello se pueda mezclar con el cemento.</p>	<p>Porcentaje en peso de cascarilla de arroz y mejillón</p>	<p>Experimental 1 - 10% (6% CM y 4% CCA) y Experimental 2 - 15% (9% CM y 6% CCA).</p>	<p>Razón</p>

ANEXO 02-INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Tabla 17: Tamaño de muestra.

Ensayos	N° de especímenes Unidad de albearía (NTP 399.601-2006)	Ladrillo de concreto sin ceniza	Incorporación del 10% (4% CCA y 6% CM)	Incorporación del 15% (6% CCA y 9% CM)
Ensayo de resistencia a compresión 130 kg/cm ² a los 7 días	Mínimo 3	3	3	3
Ensayo de resistencia a compresión 130 kg/cm ² a los 14 días	Mínimo 3	3	3	3
Ensayo de resistencia a compresión 130 kg/cm ² a los 28 días	Mínimo 3	3	3	3
PARCIAL		9	9	9
Total			27	

Fuente 22: Elaboración Propia

Tabla 18: Técnicas de recolección de información

Técnicas de Recolección	Instrumento	Ámbito
	Guía de observación	Grupo control (Diseño patrón)
Observación científica	Ficha de observación del laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales	Grupo Experimental (Diseño de mezcla usando combinaciones experimentales)

Fuente 23: Elaboración propia

ANEXO 03-RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

Tabla 19: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Patrón 7 días

Cód. Patrón	Días	Medidas			Área	Fuerza	R. C.	R. C. P	FC (%)
		Largo	Ancho	Alto					
L-01	7	22.88	12.87	8.98	294.47	33900.0	115.12		
L-03	7	22.94	12.88	8.89	295.47	30270.0	102.45	105.32	81.01
L-04	7	22.87	12.9	8.99	295.02	29023.0	98.38		

Fuente 24: Laboratorio de mecánica de Suelos de USP
Elaboración propia

Tabla 20: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Patrón 14 días

Cód. Patrón	Días	Medidas			Área	Fuerza	R. C.	R. C. P	FC (%)
		Largo	Ancho	Alto					
L-05	14	22.99	13.98	9.00	321.40	39300.0	122.28		
L-06	14	22.98	13.00	9.00	298.74	39920.0	133.63	128.53	98.87
L-07	14	23.01	13.00	9.00	299.13	38790.0	129.68		

Fuente 25: Laboratorio de mecánica de Suelos de USP.
Elaboración propia.

Tabla 21: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Patrón 28 días

Cód. Patrón	Días	Medidas			Área	Fuerza	R. C.	R. C. P	FC (%)
		Largo	Ancho	Alto					
L-02	14	23.07	13.02	9.03	300.37	50490.0	168.09		
L-06	14	23.00	13.09	9.00	301.07	49770.0	165.31	165.42	127.24
L-12	14	23.08	13.05	9.01	301.19	49050.0	162.85		

Fuente 26: Laboratorio de mecánica de Suelos de USP.
Elaboración propia

Tabla 22: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Experimental 1 - 7 días

Cód. Patrón	Días	Medidas			Área	Fuerza	R. C.	R. C. P	FC (%)
		Largo	Ancho	Alto					
L1-01	7	22.89	12.86	8.98	294.37	39020.0	132.56		
L1-02	7	22.94	12.87	8.89	295.24	38550.0	130.57	127.48	98.06
L1-04	7	22.85	12.9	8.99	294.77	35170.0	119.32		

Fuente 27: Laboratorio de mecánica de Suelos de USP.
Elaboración propia

Tabla 23: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Experimental 1 - 14 días

Cód. Patrón	Días	Medidas			Área	Fuerza	R. C.	R. C. P	FC (%)
		Largo	Ancho	Alto					
L1-03	14	22.86	12.87	8.98	294.21	46440.0	157.847		
L1-06	14	22.91	12.86	8.89	294.62	49820.0	169.098	161.151	123.96
L1-07	14	22.87	12.86	8.99	294.11	46030.0	156.507		

Fuente 28: Laboratorio de mecánica de Suelos de USP.
Elaboración propia

Tabla 24: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Experimental 1 - 28 días

Cód. Patrón	Días	Medidas			Área	Fuerza	R. C.	R. C. P	FC (%)
		Largo	Ancho	Alto					
L1-08	28	22.87	12.87	8.98	294.34	54407.0	184.846		
L1-11	28	22.94	12.85	8.89	294.78	57850.0	196.249	190.947	146.88
L1-12	28	22.84	12.86	8.99	293.72	56320.0	191.746		

Fuente 29: Laboratorio de mecánica de Suelos de USP.
Elaboración propia

Tabla 25: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Experimental 2 - 7 días

Cód. Patrón	Días	Medidas			Área	Fuerza	R. C.	R. C. P	FC (%)
		Largo	Ancho	Alto					
L2-03	7	22.87	12.87	8.98	294.34	35800.0	121.63		
L2-04	7	22.94	12.85	8.89	294.78	36490.0	123.79	122.52	94.25
L2-02	7	22.84	12.86	8.99	293.72	35880.0	122.16		

Fuente 30: Laboratorio de mecánica de Suelos de USP.

Elaboración propia

Tabla 26: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Experimental 2 - 14 días

Cód. Patrón	Días	Medidas			Área	Fuerza	R. C.	R. C. P	FC (%)
		Largo	Ancho	Alto					
L2-10	14	22.87	12.87	8.98	294.34	42740.0	145.21		
L2-07	14	22.94	12.85	8.89	294.78	40830.0	138.51	140.19	107.84
L2-05	14	22.84	12.86	8.99	293.72	40200.0	136.86		

Fuente 31: Laboratorio de mecánica de Suelos de USP.

Elaboración propia

Tabla 27: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Experimental 2 - 28 días

Cód. Patrón	Días	Medidas			Área	Fuerza	R. C.	R. C. P	FC (%)
		Largo	Ancho	Alto					
L2-01	28	22.88	12.84	8.90	293.78	44087.0	150.07		
L2-09	28	22.90	12.82	8.86	293.58	43090.0	146.78	149.41	114.93
L2-06	28	22.85	12.85	8.99	293.62	44450.0	151.38		

Fuente 32: Laboratorio de mecánica de Suelos de USP.

Elaboración propia

ANEXO 04-CALCINACIÓN DE MATERIALES (CA Y M)



CALCINACION DE MATERIALES	
SOLICITANTE	VILLANUEVA RUIZ DAVID – UNIVERSIDAD SAN PEDRO
MUESTRA	CASCARAS DE ARROZ

PRECALCINACION DE MATERIAL	
PESO INICIAL	15740 g
PESO FINAL	5251 g
% DE PERDIDA	66.6 %

TEMPERATURA DE CALCINACION	430 °C
TIEMPO DE CALCINACION	3horas
PESO INICIAL	5251 g
PESO FINAL	2010 g
% DE PERDIDA	61.7 %



Jorge Alejandro Barranjes Villanueva
Jorge Alejandro Barranjes Villanueva
ING. DE MATERIALES
R. CIP. N° 197384

JuanPablo11 s/n-UNT//Fac.Ingenieria//Ingenieria de Materiales//lab.ceramicos.unt@gmail.com

CALCINACION DE MATERIALES	
SOLICITANTE	VILLANUEVA RUIZ DAVID – UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO
MUESTRA	Mytilidae CHOROS

TEMPERATURA DE CALCINACION	890°C
TIEMPO DE CALCINACION	3horas
PESO INICIAL	5610 g
PESO FINAL	3265 g
% DE PERDIDA	41.8 %




Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
ING. DE MATERIALES
R. CIP. N° 197384

ANEXO 05 –ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 23 de Abril del 2019

INFORME N° 09 - ABR-19

Solicitante: David Villanueva Ruíz – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Cáscara de arroz (1.0 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-2480	10.1 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 10.1 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-203510/949790880/958869003 damechavez@polmail.com / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria Trujillo – Perú



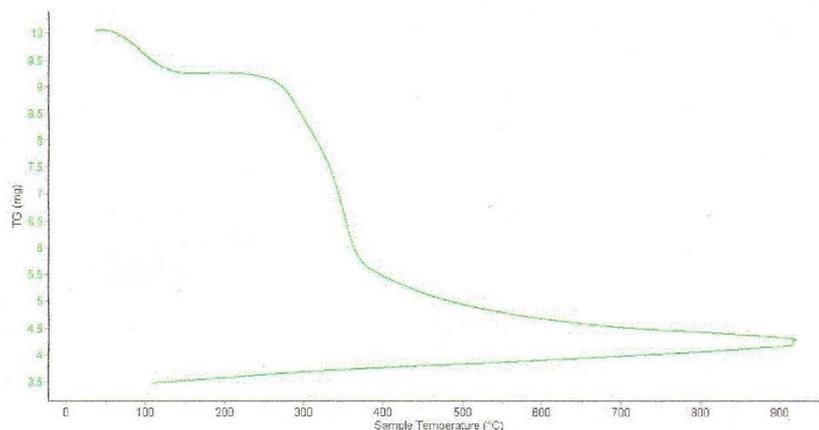


Trujillo, 23 de Abril del 2019

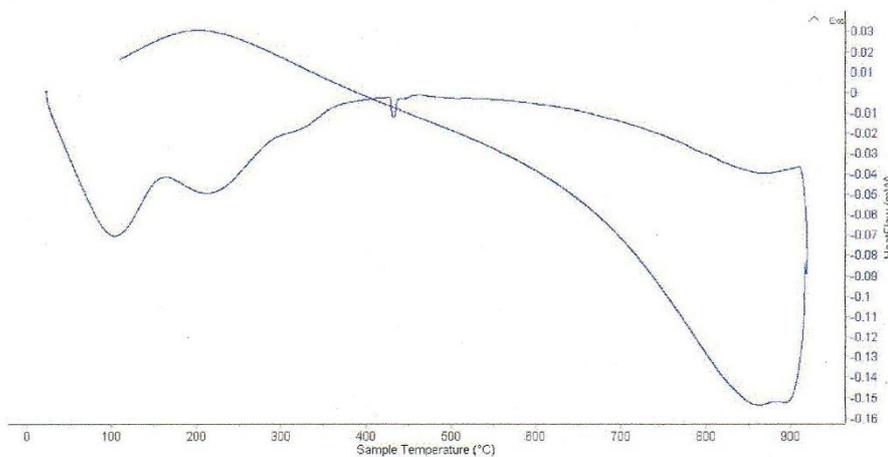
INFORME N° 09 - ABR-19

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica /ATD



Tel.: 44-203510/949790880/958669003 danchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo, Perú

LABORATORIO DE POLIMEROS DPTO. IMA
JEFATURA
[Signature]



Trujillo, 23 de Abril del 2019

INFORME N° 09 - ABR-19

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra dos caídas de la masa, la primera se da en un rango entre 80 y 130°C y la más importante, la segunda, se da entre 270 y 350°C, posteriormente la caída es lenta, hasta llegar a perder un total de 54% de su masa inicial aproximadamente cuando se ha alcanzado su máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar picos endotérmicos en 100°C y 210°C y posteriormente, más adelante, se muestra un ligero pico de absorción térmica a 430°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características del material.

Trujillo, 23 de Abril del 2019

U^g. Danny Mesías Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



Trujillo, 23 de Abril del 2019

INFORME N° 08 - ABR-19

Solicitante: David Villanueva Ruíz – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Mytilidae (choro) (1. gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	MC-157J	42.1 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 42.1 mg.

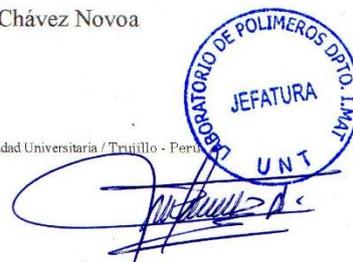
Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-2038510/949790880/958869003 danchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú



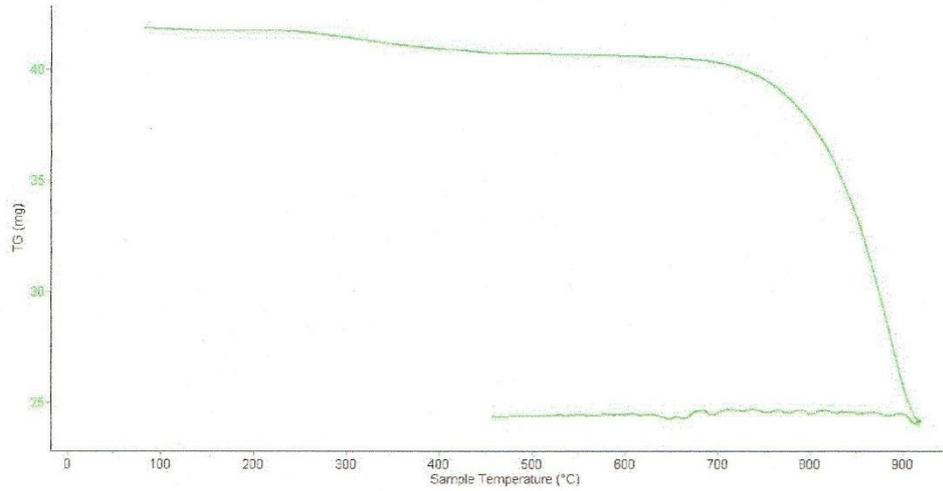


Trujillo, 23 de Abril del 2019

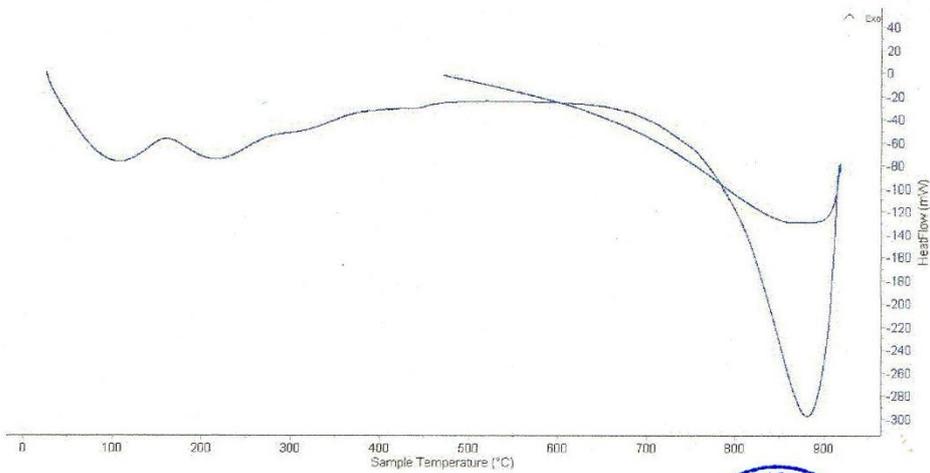
INFORME N° 08 - ABR-19

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica /ATD



Tel.: 44-208510/949790880/958669003 damchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú

LABORATORIO DE POLÍMEROS DPT. I.M.A.
JEFATURA
[Handwritten Signature]



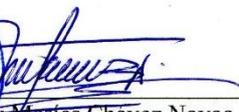
Trujillo, 23 de Abril del 2019

INFORME N° 08 - ABR-19

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una muy leve caída del material, indicando buena estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C, temperatura en la cual marca el inicio para la descomposición acelerada y la pérdida de material hasta caer bruscamente hasta la temperatura de ensayo máxima, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 43% de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 110, y la otra a 210 ° C y posteriormente se muestra un intenso pico de absorción térmica a 890°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 23 de abril del 2019



Ing. Dany Mestas Chavez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°03-LAQ/2021

Análisis de ceniza de cáscara de arroz por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de cáscara de arroz a pedido de lo Srta. Pérez Cerna, Adriana Judy, DNI No. 47233150, y del Sr. Villanueva Ruiz, David, DNI No. 47519791, alumnos de la Universidad César Vallejo, sede Nuevo Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

"Resistencia de Ladrillos de Concreto Sustituyendo al Cemento por Cenizas de Cáscara de Arroz y *Mytilidae*, Nuevo Chimbote-2021."

La muestra había sido calcinada previamente a 453°C por tres horas y está en forma de grano fino de color gris oscuro.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 3690 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Na ($Z=11$) y Mg ($Z=12$) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos.. Como



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene..

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de cáscara de arroz. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico y la energía.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

formar en el proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es mayor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Luego, estos porcentajes son normalizados a 100%. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de ceniza de cáscara de arroz en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	2.498	2.294
SiO ₂	98.480	90.600
P ₂ O ₅	0.109	0.101
SO ₂	0.486	0.448
ClO ₂	0.875	0.805
K ₂ O	3.879	3.568
CaO	0.796	0.732
MnO	0.267	0.240
Fe ₂ O ₃	0.685	0.630
Ni ₂ O ₃	0.010	0.009
CuO	0.429	0.395
ZnO	0.241	0.221
As ₂ O ₅	0.004	0.004
Y ₂ O ₃	0.001	0.001
PbO	0.028	0.027
Total	108.698	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

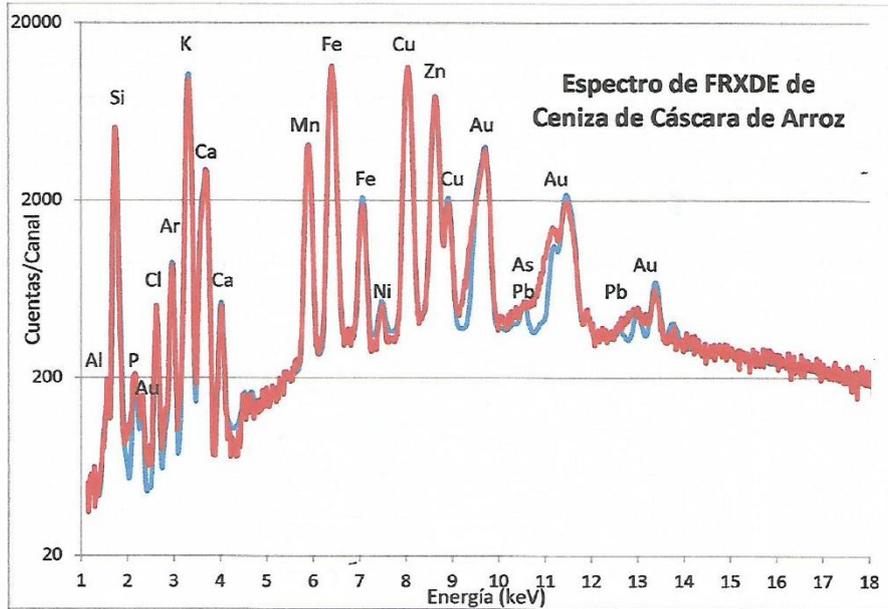


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de cáscara de arroz en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 04 de marzo del 2021



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°04-LAQ/2021

Análisis de cenizas de *Mytilidae* por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de cenizas *Mytilidae* a pedido de la Srta. Pérez Cerna, Adriana Judy, DNI No. 47233150, y del Sr. Villanueva Ruiz, David, DNI No. 47519791, alumnos de la Universidad César Vallejo, sede Nuevo Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

"Resistencia de Ladrillos de Concreto Sustituyendo al Cemento por Cenizas de Cáscara de Arroz y *Mytilidae*, Nuevo Chimbote-2021."

La muestra fue previamente calcinada a 890°C por 3 h y 30 min y está en la forma de grano fino de color blanco.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 4460 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arquimetría

consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene..

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de cenizas de *Mytilidae*. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo-X.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es algo menor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y Mg que esta técnica no puede detectar, y/o diferentes de óxidos, y/o hay una ligera deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de cenizas de *Mytilidae* en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	3.899	4.134
SiO ₂	0.657	0.697
P ₂ O ₅	0.947	1.004
SO ₂	0.485	0.514
ClO ₂	0.118	0.125
K ₂ O	0.117	0.124
CaO	87.810	93.102
TiO	0.011	0.012
MnO	0.002	0.002
Fe ₂ O ₃	0.007	0.008
Ni ₂ O ₃	0.006	0.007
CuO	0.005	0.005
ZnO	0.010	0.011
SrO	0.240	0.255
Total	94.316	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

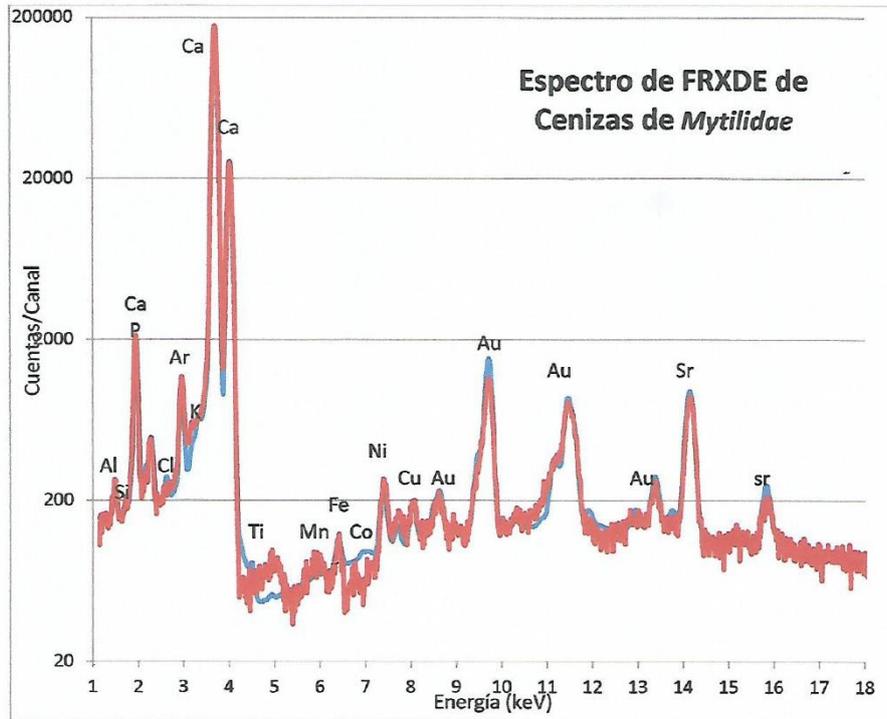


Figura 1. Espectro de FRXDE de cenizas de *Mytilidae* en escala semi-logarítmica. Incluye los picos de escape de Ca y el pico de Ar del aire, así como los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría

Lima, 05 de marzo del 2021

ANEXO 07-POTENCIAL DE HIDROGENO



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PEQUENO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20210302-002

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : ADRIANA PEREZ CERNA / VILLANUEVA RUIZ DAVID.
 DIRECCIÓN : Chimbote.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
 PRODUCTO DECLARADO : **BAJO INDICADOS**
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
 CANTIDAD DE MUESTRA : 04 muestras.
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno, cerrada.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2021-03-02
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2021-03-02
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2021-03-02
 LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : **SS 210302-2**

RESULTADOS

“RESISTENCIA DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ Y MYTILIDAE, NUEVO CHIMBOTE – 2021”

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ	10,01
CENIZAS DE MYTILIDAE	12,32
EXP01	12,31
EXP02	12,34

METODOLOGIA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras : **Proporcionadas por el Solicitante (X)** Muestras por COLECBI S.A.C. ()
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- 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.
- No afecta al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : **SI ()** **NO (X)**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Marzo 03 del 2021.
 GVR/jms

LC-MP-HRIE
 Rev. 06
 Fecha 2019-07-01

A. Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorio
 BIOLÓGICO MICROBIOLÓGICO
 L. R. P. 116
COLECBI S.A.C.

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

ANEXO 08–DISEÑOS DE MEZCLA. PATRON Y EXPERIMENTALES.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 09/07/2019

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 130 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.08

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso especifico de masa 2.43
- Peso unitario suelto 1600 kg/m³
- Peso unitario compactado 1751 kg/m³
- Contenido de humedad 0.75 %
- Absorción 0.87 %
- Módulo de fineza 2.73

D.- Agregado grueso

CANTERA : LA SORPRESA

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal N° 3/8
- Peso especifico de masa 2.48
- Peso unitario suelto 1239 kg/m³
- Peso unitario compactado 1402 kg/m³
- Contenido de humedad 0.54 %
- Absorción 6.25 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LAB. MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Mg. Miguel Sotelo Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 0" a 1" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 0" a 1" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de N° 3/8, el volumen unitario de agua es de 207 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.840

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : 207 / 0.840 = 246.429 kg/m³ = 5.8 bolsas / m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	112.010	kg/m ³
Agua efectiva.....	147.038	lts/m ³
Agregado fino.....	747.74	kg/m ³
Agregado grueso.....	678.669	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{112.01}{112.01} : \frac{747.74}{112.01} : \frac{678.67}{112.01}$$

1 : 4.16 : 2.69 : 42.42 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 3.87 : 3.24 : 42.42 lts / bolsa

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
-Ingeniería de Suelos y Ensayo de Materiales-
Mg. Miguel Solís Jara
JEFE

ANEXO 09-CONTENIDO DE HUMEDAD EN AGREGADO FINO Y GRUESO



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 09/07/2019

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	790	779
TARA + SUELO SECO (gr)	788	772
PESO DEL AGUA (gr)	2	7
PESO DE LA TARA (gr)	198	166
PESO DEL SUELO SECO (gr)	590	606
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.34	1.16
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.75	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Miguel Solar Jara

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: Imsyem@usanpedro.edu.pe



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
CANTERA : LA SORPRESA
MATERIAL : CONFITILLO
FECHA : 09/07/2019

PRUEBA Nº	01	02
TARA Nº		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	668	782
TARA + SUELO SECO (gr)	666	778
PESO DEL AGUA (gr)	2	4
PESO DE LA TARA (gr)	200	156
PESO DEL SUELO SECO (gr)	466	622
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.43	0.64
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.54	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
-SE. Mecánica de Suelos y Espallos y Materiales
M^g Miguel Spina Jara
JEFE

ANEXO 10 – GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO
(Según norma ASTM C-127)**

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
 TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
 LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 09/07/2019

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua gr.	652.40	652.40
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm ³	952.40	952.40
D	Peso de picnometro + agua + material gr.	830.20	830.20
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm ³	122.20	122.20
F	Peso de material seco en estufa gr.	297.40	297.40
G	Volumen de masa (E-(A-F))	119.60	119.60
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.434	2.434
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.455	2.455
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.487	2.487
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.87	0.87

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.434
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.455
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.487
 Absorción (%) : 0.87

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Mg. Miguel Sakar Jara



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
CANTERA : LA SORPRESA
MATERIAL : CONFITILLO
FECHA : 09/07/2019

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	495.00	521.00
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	313.70	316.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	181.30	205.00
D	Peso de material seco en estufa	475.10	481.00
E	Volumen de masa (C-(A-D))	161.40	165.00
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.621	2.346
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.730	2.541
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.944	2.915
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	4.19	8.32

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.483
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.636
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.929
Absorción (%) : 6.25

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LAB. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

ANEXO 11 – PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
 TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
 LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 CANTERA : LA SORPRESA
 MATERIAL : CONFITILLO
 FECHA : 09/07/2019

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	6726	6760	6888
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	3426	3460	3388
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m ³)	1246	1258	1232
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1245		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1239		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7162	7174	7194
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	3862	3874	3894
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m ³)	1404	1408	1418
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1410		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1402		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Los Incas 1199 Santa Cruz de Yacupiza
 Mg. Miguel Solís Jara
 JEFE



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 09/07/2019

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7745	7712	7738
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	4445	4412	4438
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m ³)	1616	1604	1614
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1612		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1600		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8158	8163	8132
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	4858	4863	4832
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m ³)	1767	1768	1757
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1764		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1761		


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Solís Jara
I.F.F.E.

ANEXO 12 – ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

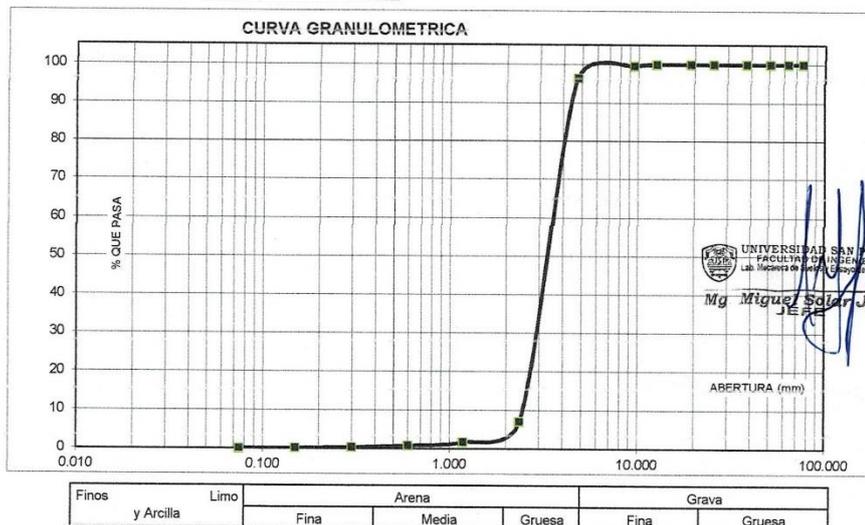
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO (ASTM C 136-06)

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
 TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
 LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 CANTERA : LA SORPRESA
 MATERIAL : CONFITILLO
 FECHA : 09/07/2019

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.520	6.0	0.4	0.4	99.6
N° 4	4.760	45.6	3.2	3.6	96.4
N° 8	2.360	1284.0	89.4	93.0	7.0
N° 16	1.180	76.0	5.3	98.3	1.7
N° 30	0.600	14.0	1.0	99.2	0.8
N° 50	0.300	6.0	0.4	99.7	0.3
N° 100	0.150	3.0	0.2	99.9	0.1
N° 200	0.075	2.0	0.1	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1436.6	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	N° 3/8
Huso	Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.





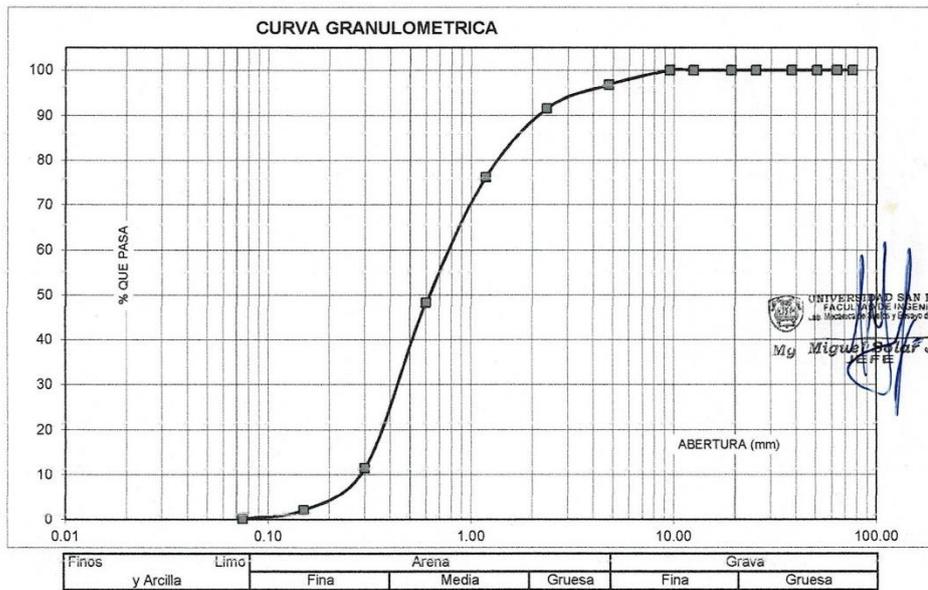
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
 TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
 LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 09/07/2019

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	135.0	3.2	3.2	96.8
N° 8	2.36	224.0	5.2	8.4	91.6
N° 16	1.18	655.0	15.3	23.7	76.3
N° 30	0.60	1191.0	27.9	51.6	48.4
N° 50	0.30	1572.0	36.8	88.4	11.6
N° 100	0.15	402.0	9.4	97.8	2.2
N° 200	0.08	86.0	2.0	99.9	0.1
PLATO	ASTM C-117-04	6	0.1	100.0	0.0
TOTAL		4271.0	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.73

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Los Muestreos, Pisos y Grupo de Materiales
 Mg. Miguel Bolívar Jara
 P.E.E.

ANEXO 13 – RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLOS DE CONCRETO



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
 TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
 LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
 UBICACIÓN : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 09/07/2019

MATERIAL : LADRILLO (PATRON)
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 23 x 13 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	PESO (gr)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresion (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
PATRON - 7 DIAS	22.88	12.87	8.98	294.5	5.874	33,900	115.12
PATRON - 7 DIAS	22.94	12.88	8.89	295.5	5.870	30,270	102.45
PATRON - 7 DIAS	22.87	12.90	8.99	295.0	5.876	29,023	98.38
PROMEDIO							105.32


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecanica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
UBICACIÓN : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA : 09/07/2019

MATERIAL : LADRILLO (PATRON)
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 23 x 13 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	PESO (gr)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
PATRON - 14 DIAS	22.99	13.98	9.00	321.4	5.730	39,300	122.28
PATRON - 14 DIAS	22.98	13.00	9.00	298.7	5.768	39,920	133.63
PATRON - 14 DIAS	23.01	13.00	9.00	299.1	5.730	38,790	129.68
PROMEDIO							128.53

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solvar Jara



COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
UBICACIÓN : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA : 09/07/2019

MATERIAL : LADRILLO (PATRON)
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 23 x 13 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	PESO (gr)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
PATRON - 28 DIAS	23.07	13.02	9.03	300.4	5.720	50,490	168.09
PATRON - 28 DIAS	23.00	13.09	9.00	301.1	5.740	49,770	165.31
PATRON - 28 DIAS	23.08	13.05	9.01	301.2	5.740	49,050	162.85
PROMEDIO							165.42


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-EXPERIMENTAL- 10%

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
UBICACIÓN : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA : 09/07/2019

MATERIAL : LADRILLO (PATRON)
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 23 x 13 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	PESO (gr)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXPERIMENTAL 7 DIAS	22.89	12.86	8.98	294.4	5.242	39,020	132.56
EXPERIMENTAL 7 DIAS	22.94	12.87	8.89	295.2	5.240	38,550	130.57
EXPERIMENTAL 7 DIAS	22.85	12.90	8.99	294.8	5.256	35,170	119.32
PROMEDIO							127.48

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-EXPERIMENTAL- 10%

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
UBICACIÓN : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA : 09/07/2019

MATERIAL : LADRILLO (PATRON)
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 23 x 13 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm ²)	PESO (gr)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura				Área Bruta
EXPERIMENTAL 14 DIAS	22.86	12.87	8.98	294.2	5.748	46,440	157.85
EXPERIMENTAL 14 DIAS	22.91	12.86	8.89	294.6	5.760	49,820	169.10
EXPERIMENTAL 14 DIAS	22.87	12.86	8.99	294.1	5.772	46,030	156.51
PROMEDIO							161.15


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LAB. MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg Miguel Solar Jara
JEFE



COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-EXPERIMENTAL- 10%

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
UBICACIÓN : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA : 09/07/2019

MATERIAL : LADRILLO (PATRON)
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 23 x 13 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	PESO (gr)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXPERIMENTAL 28 DIAS	22.87	12.87	8.98	294.3	5.378	54,407	184.85
EXPERIMENTAL 28 DIAS	22.94	12.85	8.89	294.8	5.360	57,850	196.25
EXPERIMENTAL 28 DIAS	22.84	12.86	8.99	293.7	5.320	56,320	191.75
PROMEDIO							190.95


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg Miguel Solís Jara
JEFE



COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-EXPERIMENTAL- 15%

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
UBICACIÓN : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA : 09/07/2019

MATERIAL : LADRILLO (PATRON)
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 23 x 13 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	PESO (gr)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXPERIMENTAL 7 DIAS	22.87	12.87	8.98	294.3	5.260	35,800	121.63
EXPERIMENTAL 7 DIAS	22.94	12.85	8.89	294.8	5.280	36,490	123.79
EXPERIMENTAL 7 DIAS	22.84	12.86	8.99	293.7	5.252	35,880	122.16
PROMEDIO							122.52


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
La Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-EXPERIMENTAL- 15%

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
LA COMBINACIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
UBICACIÓN : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA : 09/07/2019

MATERIAL : LADRILLO (PATRON)
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 23 x 13 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	PESO (gr)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXPERIMENTAL 14 DIAS	22.87	12.87	8.98	294.3	5.736	42,740	145.21
EXPERIMENTAL 14 DIAS	22.94	12.85	8.89	294.8	5.766	40,830	138.51
EXPERIMENTAL 14 DIAS	22.84	12.86	8.99	293.7	5.728	40,200	136.86
PROMEDIO							140.19


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARR. Huancayo - Chimbote y Calle de Huancayo
Mg. Miguel Solar Jara
J.P.E.



COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-EXPERIMENTAL - 15%

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
UBICACIÓN : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA : 09/07/2019

MATERIAL : LADRILLO (PATRON)
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 23 x 13 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	PESO (gr)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXPERIMENTAL 28 DIAS	22.88	12.84	8.98	293.8	5.304	44,087	150.07
EXPERIMENTAL 28 DIAS	22.90	12.82	8.86	293.6	5.320	43,090	146.78
EXPERIMENTAL 28 DIAS	22.85	12.86	8.99	293.9	5.322	44,450	151.27
PROMEDIO							149.37

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solís Jara
JEFE

ANEXO 14-PESO ESPECÍFICO DE LAS CENIZAS



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaletair)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
MATERIAL : 100% DE CASCARA DE ARROZ
FECHA : 09/07/2019

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	16.70	16.70
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	16.70	16.70
PESO ESPECIFICO		3.832	3.832
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm3)	3.832	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaletair)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
MATERIAL : 100% DE CENIZA DE MYTILIDAE
FECHA : 09/07/2019

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	17.70	17.70
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	17.70	17.70
PESO ESPECIFICO		3.616	3.616
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm3)	3.616	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg Miguel Solar Jara
M.E.P.E.



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaletair)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
MATERIAL : 90% DE CEMENTO 4%CCA+6%CMC
FECHA : 09/07/2019

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.05	0.05
LECTURA FINAL	(ml)	18.55	18.55
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	18.50	18.50
PESO ESPECIFICO		3.459	3.459
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm3)	3.459	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg Miguel Sojar Jara
JEFE



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaletier)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : VILLANUEVA RUIZ DAVID
TESIS : RESISTENCIA DEL LADRILLO DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN UN 10% Y 15% POR
LA COMBINACION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y CENIZA DE MOTILIDAD (CHORO)
MATERIAL : 85% DE CEMENTO 6%CCA+9%CMC
FECHA : 09/07/2019

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.05	0.05
LECTURA FINAL	(ml)	18.10	18.10
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	18.05	18.05
PESO ESPECIFICO		3.546	3.546
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm3)	3.546	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Escoflor
Mg. Miguel Soler Jara
JEFE

ANEXO 15-PANEL FOTOGRAFICO



Figura 7: Recolección del confitillo, obtenido de la cantera Rubén



Figura 8: Recolección de Arena Gruesa de la Cantera Besique



Figura 9: Recolección de la cascara de arroz del Molino Santísima Cruz de Motupe



Figura 10: Materiales calcinados – Ceniza de cascara de Arroz y Ceniza de Mytilidae



Figura 11: Pasando los materiales calcinados, por la malla 200 – Ceniza de Cascara de Arroz y Ceniza de Mytilidae

Peso específico.



Figura 12: Peso específico de los materiales a sustituir y las combinaciones.



Figura 13: Cuarteo de los agregados

Granulometría



Figura 14: Tamizado del Agregado Grueso y fino. (Arena Gruesa y Confitillo)

Peso unitario de los agregados



Figura 15: Chuceo y enrasado del agregado con una varilla de acero.

Gravedad específica y Absorción de los agregados



Figura 16: Tarando el picnómetro para ensayar los agregados

Contenido de Humedad



Figura 17: Colocando los agregados en el horno para determinar el contenido de humedad

Elaboración de los ladrillos de concreto



Figura 18: Bases de triplay para colocar los ladrillos, forrados con plástico.



Figura 19: Apisonando el concreto en tres capas con una varilla de acero
Figura 20: Ensayo de Slump realizado, con un asentamiento de 0.5 pulgadas



Figura 21: Elaboración de la mezcla de concreto y llenado en el molde para luego ser vibrado en la mesa vibradora.



Figura 22: Ladrillos de concreto elaborados.



Figura 23: Curado de los ladrillos sumergidos en el agua.



Figura 24: Ensayo de Resistencia a la Compresión de los ladrillos de concreto con el técnico del laboratorio de Suelos



Figura 25: Ensayo de Resistencia a la Compresión de los ladrillos experimentales y patrón.