

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia de Ladrillos con Sustitución del Cemento por
Híbrido de Cenizas de Cola de Caballo y Conchas de Abanico
en un 15% y 20%**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor

Corzo Chacón, Anghello Francisco

Asesor

Castañeda Gamboa, Rogelio

Chimbote - Perú

2019

PALABRAS CLAVES

Tema	Resistencia de Ladrillos de Concreto
Especialidad	Tecnología del Concreto

KEYWORDS:

Theme	Concrete Bricks Strength
Speciality	Concrete Technology

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Código	Línea
I.	Ingeniería
2.	Ingeniería y Tecnología
2.1.	Ingeniería Civil

“Resistencia de ladrillos con sustitución del cemento por un híbrido de cenizas de cola de caballo y conchas de abanico en un 15% y 20%”

Resumen:

La presente investigación se basó en determinar la influencia en la capacidad de la resistencia a la compresión de un ladrillo de concreto utilizando Cenizas de Cola de Caballo y Conchas de Abanico en comparación a un ladrillo convencional. Se hizo la sustitución del cemento por un híbrido formado por Cenizas de Cola de Caballo y Concha de Abanico en una proporción de 3:2 respectivamente y en los porcentajes de 15% y 20%, este estudio se realizó en la ciudad de Chimbote en el año 2018, con el fin de encontrar alternativas de materiales que puedan ser utilizados en campo de la construcción y así reducir los índices de contaminación ambiental que trae consigo la producción del cemento.

Las materias fueron obtenidas de diferentes lugares, la Cola de Caballo fue extraída de Huaca Choloque – Santa y calcinada a 370°C mientras que las Conchas de Abanico fueron recolectadas del mercado de peces “La Sirenita”-Chimbote y calcinada a 810°C, para posteriormente ser trituradas a 74 µm. Para iniciar los ensayos se obtuvieron 9 ladrillos patrón, 9 ladrillos con sustitución del cemento en 15% y 9 con sustitución del cemento en 20%; todos ellos ladrillos de concreto solidos de 21 cm. de largo, 13 cm. de ancho y 8 cm. de alto, para evaluar su Resistencia a la Compresión conforme a NTP 339.604 a los días 7, 14 y 28. Para ello los ladrillos fueron curados a partir del día 15 de secado.

Se obtuvo que el porcentaje de 15% del híbrido de Cola de Caballo y Conchas de Abanico es el más adecuado para la sustitución del cemento, ya que mejora en un 2.76% con respecto a la resistencia a la compresión promedio de los ladrillos patrón a los 28 días.

Mientras que el porcentaje de sustitución del 20% fue superior solo hasta los 15 días de secado, ya que a los 28 días de curado la resistencia decae, siendo este menor a la resistencia a la compresión promedio de los ladrillos patrón en un 2.33%.

Abstract:

The present investigation was based on determining the influence on the capacity of the compressive strength of a concrete brick using Horsetail Ashes and Fan Shell in comparison to a conventional brick. The substitution of the cement was made by a hybrid formed by Horsetail Ashes and Fan Shell in a ratio of 3: 2 respectively and in the percentages of 15% and 20%, this study was carried out in the city of Chimbote in the 2018, in order to find alternative materials that can be used in the field of construction and thus reduce the environmental pollution rates that brings with it the production of cement.

The materials were obtained from different places, the Horsetail was extracted from Huaca Choloque - Santa and calcined at 370 ° C while the Conchas de Abanico were collected from the fish market "La Sirenita" -Chimbote and calcined at 810 ° C, to later be crushed to 74 µm. To start the tests, 9 standard bricks were obtained, 9 bricks with cement substitution in 15% and 9 with cement substitution in 20%; all of them solid concrete bricks of 21 cm. long, 13 cm. of width and 8 cm. high, to evaluate its Compression Resistance according to NTP 339.604 on days 7, 14 and 28. For this the bricks were cured from day 15 of drying.

It was obtained that the percentage of 15% of the hybrid of Horsetail and Fan Shell is the most suitable for the replacement of the cement, since it improves by 2.76% with respect to the average compressive strength of the standard bricks 28 days.

While the percentage of substitution of 20% was higher only until 15 days of drying, since after 28 days of curing the resistance declines, this being lower than the average compressive strength of the standard bricks by 2.33%.

ÍNDICE

Contenido

Palabras clave – Keywords – Línea de investigación	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice	v
I. INTRODUCCIÓN:	1
II. METODOLOGÍA DEL TRABAJO.....	23
III. RESULTADOS:.....	29
IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN.....	48
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
VI. AGRADECIMIENTOS.....	54
VII. BIBLIOGRAFÍA	55
VIII. ANEXOS Y APÉNDICES	57

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clase de Unidad de Albañilería para Fines Estructurales.....	5
Tabla 2. Composición Química del Cemento.....	7
Tabla 3. Requisitos para el Agua Mezcla 339.088	10
Tabla 4. Composición Química de la Cola de Caballo	14
Tabla 5. Composición Química de Residuos de Conchas Activadas	17
Tabla 6. Viviendas por Material Predominante en la Provincia de la Provincia del Santa.....	20
Tabla 7. Bloque Completo al Azar Resistencia a la Compresión.	24
Tabla 8. Técnicas e Instrumentos de Investigación	25
Tabla 9. Fluorescencia de Rayos-X de la Ceniza de Cola de Caballo	31
Tabla 10. Fluorescencia de Rayos-X de las Conchas de Abanico.....	32
Tabla 11. Ph de las Conchas de Abanico, Cenizas de Cola de Caballo y Cemento Tipo I	32
Tabla 12. Análisis Granulométrico de la Arena Gruesa	33
Tabla 13. Análisis Granulométrico del Confitillo	33
Tabla 14. Peso Unitario Suelto de la Arena Gruesa.....	34
Tabla 15. Peso Unitario Compactado de la Arena Gruesa	34
Tabla 16. Peso Unitario Suelto del Confitillo.....	34
Tabla 17. Peso Unitario Compactado del Confitillo.....	35
Tabla 18. Gravedad Específica y Absorción de la Arena Gruesa.....	35
Tabla 19. Gravedad Específica y Absorción del Confitillo.....	35
Tabla 20. Contenido de Humedad de la Arena Gruesa.....	36
Tabla 21. Contenido de Humedad del Confitillo	36
Tabla 22. Dosificación para Ladrillos de Concreto Patrón.	36
Tabla 23. Dosificación para Ladrillos de Concreto Experimental (15%)	37
Tabla 24. Dosificación para Ladrillos de Concreto Experimental (20%)	37
Tabla 25. Ensayo a la Compresión de Ladrillos de Concreto Patrón 7 días.	37
Tabla 26. Ensayo a la Compresión de Ladrillos de Concreto Patrón 14 días.	38
Tabla 27. Ensayo a la Compresión de Ladrillos de Concreto Patrón 28 días.	38
Tabla 28. Ensayos a la Compresión de Ladrillos Experimental 7 días (15% de Sustitución).....	40

Tabla 29. Ensayos a la Compresión de Ladrillos Experimental 14 días (15% de Sustitución).....	40
Tabla 30. Ensayos a la Compresión de Ladrillos Experimental 28 días (15% de Sustitución).....	40
Tabla 31. Ensayos a la Compresión de Ladrillos Experimental 7 días (20% de Sustitución).....	42
Tabla 32. Ensayos a la Compresión de Ladrillos Experimental 14 días (20% de Sustitución).....	43
Tabla 33. Ensayos a la Compresión de Ladrillos Experimental 28 días (20% de Sustitución).....	43

INDICE DE FIGURAS:

Figura 1. Curva de Pérdida de Masa - Análisis Termo Gravimétrico de la Cola de Caballo	29
Figura 2. Análisis Calorimétrico de la Cola de Caballo	29
Figura 3. Curva de Pérdida de Masa - Análisis Termo Gravimétrico de la Concha de Abanico.	30
Figura 4. Análisis Calorimétrico de la Concha de Abanico	30
Figura 5. Resistencia a la Compresión de Ladrillos Patrón (Grafico de Barras)	39
Figura 6. Curva de Resistencia a la Compresión de Ladrillos Patrón	39
Figura 7. Resistencia a la Compresión de Ladrillos Experimentales (15% de Sustitución).....	41
Figura 8. Curva de Resistencia a la Compresión de Ladrillos Experimentales (15% de Sustitución).....	42
Figura 9. Resistencia a la Compresión de Ladrillos Experimentales (20% de Sustitución).....	44
Figura 10. Curva de Resistencia a la Compresión de Ladrillos Experimentales (20% de Sustitución).....	44
Figura 11. Resistencia a la Compresión de Ladrillos Patrón y Experimentales.....	45
Figura 12. Curva de Resistencia a la Compresión de Ladrillos Patrón y Experimental	46

I. INTRODUCCIÓN:

En el Perú el uso del ladrillo del concreto es muy común en zonas vulnerables, donde la producción artesanal del ladrillo de concreto ha demostrado ser la respuesta apropiada y quizá única vía posible mediante la cual la gente de muy escasos recursos económicos pueda adquirir una vivienda digna. La Norma Peruana de Ladrillo E.070. Denomina al ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso sea manipulada con una sola mano. Las unidades de Albañilería en cuya elaboración se utiliza, sílice-cal o concreto, como materia prima. Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrían ser fabricados de manera artesanal o industrial.

El ladrillo de concreto es un ladrillo muy barato, el gran problema surge cuando en la producción de éstas no se rigen medidas o controles estándares de calidad como en caso de la resistencia a la compresión debido a una dosificación empírica, llevan esta mala construcción al colapso ante alguna eventualidad sísmica.

Las casas de ladrillo de concreto bien diseñadas y bien construidas pueden ser, por su simplicidad, duración y costo, la base para resolver el problema de vivienda, sobre todo la del tipo rural, en los países subdesarrollados como el Perú.

La utilización de materias como la Cola de Caballo y Conchas de Abanico para sustituir en un porcentaje al cemento, no solo ayudan a que proyecte una solución a un pasivo de la agricultura y acuicultura, sino también a reducir parcialmente la contaminación ambiental que genera la producción del cemento.

Para ello se consultaron antecedentes abordando desarrollo de investigaciones como la de Carneiro, M., et al. (2015) que desarrolla el artículo investigación titulada “Preparación y Caracterización de Nano Sílice de Arvenses Equisetum (Cola de Caballo)”. Siendo esta investigación del tipo aplicada de diseño experimental de nivel cuasi-experimental, que se llevó a cabo en Brasil con plantas de Cola de Caballo para determinar la cantidad de partículas de Sílice que se alojan en ella, se hicieron muestras calcinándolas a 500°C y 600°C y sometiéndolas a lavados con ácido HCl dando como resultados un valor elevado de Sílice alojada en la planta, llego a un 59.60% de Dióxido de Silicio en una muestra vegetal en polvo el cual se quemó a 500°C; El material

vegetal con el doble lavado con ácido HCl y se calcino a 500 °C dio resultados hasta de 93.50% de Dióxido de Silicio. Debido a estos resultados, llegaron a la conclusión que la bio-sílice obtenida en este estudio a partir del Equisetum Arvenses puede ser un candidato potencial como materia prima para diversas industrias, principalmente en la industria cerámica y en el sector de la construcción, así otras aplicaciones. Así mismo Ching-hong C. & Lewin (1967) en su artículo de investigación titulada “Silicon as a Nutrient Element for Equisetum Arvense” de la Canadian Journal of Botany, explica el proceso de cómo se recogieron de la naturaleza plantas jóvenes vegetativas (de 6 a 9 cm de longitud) de Equisetum arvense (Cola de Caballo), donde se lavaron con agua destilada y se cultivaron en botellas de plástico en una solución nutritiva definida con concentraciones de silicio variables. Dando como resultados: Peso seco, con aumento de silicio en la solución nutritiva. Las plantas con un suministro adecuado de Si (40-80 mg Si / litro), reabastecido cada 2 semanas parecían normales y saludables que las plantas cultivadas sin Si añadido se observaron síntomas de deficiencia, como necrosis de las puntas de las ramas, marchitez o caída de las ramas en los brotes deficientes en Si. Se concluyó que el silicio es un elemento esencial para el crecimiento saludable de Equisetum arvense, por lo que concluye que la planta Equisetum Arvense (Cola de Caballo) es una planta rica en Silicio, elemento principal y esencial para materiales cementantes.

Por otro lado, Litano M. (2014) en su investigación “Producción de carbonato de calcio a partir de los residuos sólidos del procesamiento de la concha de abanico en la provincia de Sechura” para lo sometió al polvo de Conchas de Abanico a la mufla en 400°C, 500°C y 600°C dando como mejor resultado la calcinación por mufla a 600°C por un tiempo de 120 min. debido a que se encontró una concentración del 97.38% de Carbonato de Calcio, con este resultado podemos darnos cuenta que la concha de abanico es un material rico en calcio, elemento de mayor porcentaje encontrado en el cemento, por lo cual hace de este elemento un elemento potencial para la aplicación en el ámbito de la construcción. A su vez Buasri, A. (2013) En su investigación sostiene que, al calcinar la concha de abanico a una temperatura entre los 700°C a 1000°C durante un tiempo estimado de 4 horas, producirán que los residuos de la

concha de abanico obtengan una concentración de óxido de calcio (CaO) de 97.52 %, lo que hace que las conchas de abanico sean un producto con características químicas cementantes. Debido a ello Coronación S. (2016) En su investigación se basa en determinar la resistencia a la compresión en el mortero sustituyendo el cemento 5% por ceniza de cascara de arroz y 5% por polvo de concha de abanico donde concluye que al activar térmicamente el polvo de concha de abanico a 900°C por 4 horas, este contiene un alto porcentaje de óxido de Calcio (CaO) en 99.59% siendo este un material cementante, dentro de los ensayos se hizo la comparación de la resistencia a la compresión de los cubos de la muestra experimental y muestras sin sustitución obteniendo el 104% más en comparación muestra patrón a los 28 días, ubicado en la clasificación de tipo M según el ASTM-270, el cual es un mortero de alta resistencia a la compresión que a su vez brinda mayor durabilidad en comparación a otros morteros. Así mismo, Manrique, Lizarzaburú, Zegarra, Campos, Hermoza y Julián (2010) en la investigación “Sustitución Parcial del Cemento por Residuos Calcáreos de *Argopecten Purpuratus* (Conchas De Abanico) en Mezclas de Concreto”, hacen referencia a la sustitucion parcial del cemento al 5% con residuos calcáreos de conchas de abanico calcinada a 800°C en la mezcla del concreto, en donde los resultados obtenidos fueron los siguientes: a los 7 días la resistencia de la mezcla sustituida superó con valores de 167,95 kg/cm² y 159,6 kg/cm², respectivamente. A los 14 días la resistencia supera alcanzando los valores de 225,36 kg/cm² y 193,19 kg/cm² para la segunda.

A los 28 días la resistencia de la mezcla estándar y de la mezcla sustituida supera la resistencia del diseño 210 kg/cm² y alcanza los valores de 273,37 kg/cm² para la estándar y de 225,83 kg/cm² para la sustituida. Llegando a la conclusión que es posible utilizar los materiales de los desechos calcáreos de conchas de abanico en beneficio del sector construcción a través de la reducción de costos y disminución de la contaminación del medio ambiente.

Se revisaron y consultaron diferentes articulos e investigaciones con la intención de poder tener una noción clara en cuanto a algunas definiciones y procesos del desarrollo de esta investigación.

Gallegos & Casabonne (2005) define que la unidad de albañilería es el componente básico para la construcción de la albañilería. Se elabora de materias primas diversas: la arcilla, el concreto de cemento Portland y la mezcla de Sílice y Cal son las principales. Se forma mediante el moldeo, empleado en combinación con diferentes métodos de comparación, o por extrusión. Finalmente, se produce en condiciones extremadamente disímiles: en sofisticadas fábricas, bajo estricto control industrial, o en precarias canchas, muchas veces provisionales, incluso al pie de la obra en la que será utilizada, mediante procedimientos rudimentarios y sin ningún control de calidad.

Existen muchas características que encierran las unidades de albañilería, La Norma Técnica de Albañilería (2006), nos describe las Características Generales:

- a) Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.
- b) Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.
- c) Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.
- d) Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días, que se comprobará de acuerdo a la NTP 399.602.

A la vez la Norma Técnica Peruana E.070 (2006) clasifica a las unidades de albañilería para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Clase de Unidad de Albañilería para Fines Estructurales.

CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION f'_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
	Ladrillo I	±8	±6		
Ladrillo II	±7	±6	±4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	±5	±4	±3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	±4	±3	±2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	±3	±2	±1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	±4	±3	±2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	±7	±6	±4	8	2,0 (20)

FUENTE: Norma Técnica Peruana E.070 (2006).

El ladrillo clasificará en los siguientes tipos de acuerdo a sus propiedades.

- Tipo I: Resistencia y durabilidad muy bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.
- Tipo II: Resistencia y durabilidad bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderado.
- Tipo III: Resistencia y durabilidad media. Aptos para construcciones de albañilería de uso general.

- Tipo IV: Resistencia y durabilidad alta. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio riguroso.
- Tipo V: Resistencia y durabilidad muy altas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

Las unidades de albañilería deben ser aceptadas respetando lo estipulado en la Norma Técnica Peruana (2006).

- a) Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote.
- b) La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22%. El bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.
- c) El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP.
- d) La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.
- e) La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.
- f) La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.
- g) La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

Por otro lado el Cemento Portland es parte fundamental para el ámbito de la construcción, Polanco (2012) define que el cemento Portland es un producto comercial, de fácil adquisición el cual se mezcla con agua, ya sea sólo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de combinarse lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un Clinker finamente pulverizado, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contiene cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones, previamente establecidas, para lograr las propiedades deseadas. A su vez Pérez (2009) manifiesta que también pueden usarse materiales suplementarios como la ceniza

volante, el cemento de escoria, y el humo de sílice, los cuales deben de satisfacer los requisitos de las normas ASTM C618, C989, y C1240, respectivamente (ACI 522, 2006). Una mayor dosis de cemento generará un concreto más resistente, pero demasiado cemento disminuirá el porcentaje de vacíos interconectados en el concreto, perdiendo este su capacidad de infiltración.

El cemento empleado para el siguiente trabajo de investigación fue el cemento Portland tipo I, por lo que en la Tabla 2 podemos ver la composición química de un cemento:

Tabla 2. Composición Química del Cemento

Composición (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	P.F
CEM I 42,5R	18,86	5,50	3,29	62,52	2,17	2,34	0.15	0.90	3.28

FUENTE: Comportamiento Científico-técnico de los Cementos Portland elaborados con Catalizador FCC, 2006.

Su composición química corresponde con el análisis típico de un cemento tipo I -42,5R sin adiciones. Cuyos componentes principales son el CaO y SiO₂, es decir presenta una naturaleza silico cálcica. (García, et al., 2006, p.17).

Abanto (2009) recalca los componentes químicos que tiene el cemento: Silicato Tricálcico, es el que produce la alta resistencia inicial del cemento portland hidratado. La reacción del C3S con agua desprende gran cantidad de calor (calor de hidratación). La rapidez de endurecimiento de la pasta de cemento es directamente proporcional con el calor de hidratación. Silicato dicálcico, es el causante principal de la resistencia posterior de la pasta de cemento. Aluminato Tricálcico, el yeso agregado al cemento portland durante la trituración o molienda en el proceso de fabricación se combina con el C3A para controlar el tiempo de fraguado. Aluminio-Ferrito tetra cálcico, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación. Componentes menores: oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio.

En cuanto a los agregados González (2008) dice que estos están conformados por las arenas (agregado fino) y las gravas (agregado grueso), constituyen más del 70% en una mezcla para la elaboración del hormigón u concreto, material estructural y de construcción por excelencia.

Se conocen también como áridos, expresión utilizada para definir un material que no debe tener reacción química de ningún tipo con el cementante, el agua o con otros aditivos naturales o químicos; sin embargo, el fenómeno de la reacción álcalis agregado descubierta muchos años atrás, muestra que esta pasividad no es tan evidente.

Agregado Fino:

Pérez (2015) define como agregado fino al proveniente de la desintegración natural o artificial de la roca, que pasa por el tamiz 3/8" (9.51 mm) quedando retenido en el tamiz W 200(74um), cumpliendo con los límites establecidos en la NTP 400.037.

Agregado Grueso

Pérez (2015) define como agregado grueso al material retenido en el tamiz W 4 (4.75mm), podrá consistir de grava natural triturada, piedra partida o agregados metálicos naturales o artificiales. El agregado grueso puede consistir de piedra partida o grava natural o triturada, agregados metálicos naturales o artificiales, concreto triturado o una combinación de ellos. Estará conformado por partículas cuyo partículas sea preferentemente angular o semi angular, limpias, duras, compactas, resistentes de textura preferentemente rugosa y libres de material escamoso o partículas blandas.

Agua

Según Polanco (2012), el agua empleada en la mezcla debe ser limpia, ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. Su función principal es hidratar el cemento, pero también se le usa para mejorar la trabajabilidad de la mezcla usándola como curado en obras de estructuras de concreto pasando los 28 días. Casi cualquier agua natural que sea potable y que no tenga un sabor u olor pronunciado, se puede utilizar para producir concreto. Las impurezas excesivas en el agua no sólo pueden afectar el tiempo de fraguado y la resistencia del concreto, sino también pueden ser causa de eflorescencia, manchado, corrosión del esfuerzo, inestabilidad volumétrica y una menor durabilidad. El agua que contiene menos de 2,000 partes por millón (ppm) de sólidos disueltos totales generalmente puede ser utilizada de manera satisfactoria para elaborar concreto.

Martínez (2010) en "Cementos y Morteros", sostiene que el agua impotable no debe utilizarse en el concreto a menos que se cumpla las siguientes condiciones:

- La dosificación debe estar basada en mezclas de concreto que utilice agua de la misma fuente.
- El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto y morteros, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante.
- Tanto el agua de mezclado como el agua de curado deben estar libres de contaminantes que puedan perjudicar el fraguado o que reaccionen negativamente, en estado fresco o en estado endurecido.
- Para cada cuantía de cemento existe una cantidad de agua del total de la agregada que se requiere para la hidratación del cemento; el resto del agua solo sirve para aumentar la fluidez de la pasta para que cumpla la función de lubricante de los agregados y se pueda obtener la manejabilidad adecuada de las mezclas frescas. El agua adicional es una masa que queda dentro de la mezcla y cuando se fragua el concreto va a crear porosidad, lo que reduce la resistencia, razón por la que cuando se requiera una mezcla bastante fluida no debe lograrse su fluidez con agua, sino agregando aditivos plastificantes.

Tabla 3. Requisitos para el Agua Mezcla 339.088

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE
Cloruros	300ppm.
Sulfatos	300ppm.
Sales de magnesio	150ppm.
Sales solubles totales	1500ppm.
pH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm.
Materia Orgánica	10 ppm.

FUENTE: Norma Técnica Peruana 339.088

Mezcla para ladrillo de Concreto

El diseño de mezcla para un ladrillo de concreto el cual tiene componentes como componentes Arena, Confitillo, Cemento y Agua no existe en los reglamentos. No hay normas para la elaboración de un diseño de mezcla, por lo que se decidió elaborar un diseño de mezcla basándose en las diferentes investigaciones realizadas donde podemos encontrar a continuación:

- La relación volumétrica arena: confitillo idóneo para fabricar ladrillos de concreto es 2.5 puesto que con esta dosificación se alcanza un alto valor de resistencia, la absorción de agua es baja, posee baja variación dimensional y bajo alabeo. (Castillo & Viera, 2016)
- Se determinó que la relación más óptima en relación volumétrica de arena y confitillo sobre la resistencia a la compresión de ladrillos para muro es la muestra con relación volumétrica 2.5, con 34.5 Kg/cm², siendo el más consistente. (Castillo & Viera, 2016).

Curado de Ladrillos de Concreto:

Constituye el suministro adicional de agua para hidratar eficientemente el cemento. Este suministro depende de la humedad del ambiente, ya que la evaporación del agua libre de la pasta ocurre con rapidez cuando la humedad relativa es menor. Por otra parte, el agua y el cemento al mezclarse ocupan un espacio inicial que permanece constante y que tiende a ser llenado gradualmente por los productos de hidratación (pasta) (Gonzales, 2017, p. 8).

Para ladrillos o unidades de concreto se recomienda que una vez desmoldado el ladrillo estas deben dejarse madurar. Esto implica, por lo menos, su curado húmedo bajo condiciones ambientales hasta el desarrollo de la resistencia requerida. Una vez se haya logrado una resistencia requerida se deben dejar secar el concreto por lo menos unos 15 días para evitar los efectos de contracción del secado (Gallegos & Casabonne, 2005, p.100).

La norma ITINTEC 331 No da los procedimientos en los que haremos los ensayos a la compresión de Ladrillos de Concreto:

Aparato:

Cualquier máquina de las empleadas en el laboratorio para ensayos de compresión.

Preparación de las unidades a ensayar:

- Por lo menos 24 horas antes del ensayo se alisan y se hacen paralelas las caras de carga mediante la aplicación de una capa de mortero plástica compuesta por cemento Portland y yeso calcinado en partes iguales (en volumen), de espesor no superior a tres milímetros.
- Se permite cualquier otro tipo de material para la aplicación de la capa sobre las caras de carga de las unidades, siempre que se verifique que la resistencia a la compresión de este material sea igual o superior a la del especificado por ensayar.

- Después del fraguado o endurecido del material aplicado no se debe aceptar parches o capas superpuestas.

Procedimiento:

- El ensayo se realiza con la máquina de compresión, cuyo plato está provisto de una rótula esférica. El espécimen debe estar concentrado respecto a la rótula, y se orienta en el plano en forma tal que la dirección de carga coincida con la del esfuerzo que debe soportar durante su empleo.
- La carga se debe aplicar uniformemente a una velocidad comprendida entre 20 daN/cm² y 30 daN/cm².

Calculo: La resistencia a la compresión, expresada en decaNewtons por centímetro cuadrado, se calcula de la forma siguiente:

$$\sigma_c = \frac{G}{b \times \ell}$$

Ecuación 1. Resistencia a la Compresión

Donde:

- σ_c = Tensión de rotura, expresada en decaNewtons/cm²
- G= Carga de Rotura, expresada en decaNewtons.
- B= Ancho del espécimen, expresada en centímetros.
- L= Largo del espécimen, expresada en centímetros.

Expresión de Resultados: El promedio de los valores obtenidos en los especímenes ensayados, representa a la resistencia a la compresión del lote.

La Cola de Caballo (Equisetum Arvense) es también llamada, limpia plata, yunquillo, cien nudillos, candalillo, pinillo, rabo de caballo, rabo de mula, cepacaballo, rabo de lagarto, rabo de asno, hierba del platero. El nombre genérico Equisetum procede del latín equus que significa "caballo" y seta que significa "cerda" o "pelo", el nombre latino se adoptó del griego que en castellano se traduce como "cola de caballo", debido

a lo fino que son los verticilos de los brotes verdes. La palabra arverse deriva igualmente del latín arvum que significa "campo" señalando el emplazamiento normal de la planta (Mayra O. 2013, p. 22).

Historia, distribución y hábitat: esta es una de las plantas silvestres más primitivas, reinaban en el planeta desde la época de los dinosaurios y alcanzaban un enorme tamaño. Su nombre proviene de las ramitas con estrías longitudinales, con nudos de trecho en trecho, de las que nacen unas vainas hendidas, que recuerdan una cola de caballo. En la antigua Grecia se conocía su capacidad de sanar y cicatrizar las heridas y Galeno, uno de los padres de la medicina, la empleaba hervida para curar los tendones doloridos. Esta planta se puede encontrar principalmente en los lugares húmedos de Asia, Europa, África y América del Norte, especialmente en suelos arcillosos, por lo general en las orillas de ríos y arroyos o campos encharcados o alrededor de los pastizales, aunque se ha expandido por todo el mundo Y eso se debe, principalmente, a sus buenas propiedades.

Actualmente es una de las hierbas medicinales más consumidas en el mundo, tiene muchas propiedades terapéuticas y estéticas, pero principalmente se le conoce por sus propiedades regenerativas de los tejidos celulares, por sus efectos depurativos y de grandes efectos para la belleza y la salud de la piel. (Mayra O. 2013, p. 23).

Mayra O (2014) en su investigación determina que la cola de caballo contiene sales minerales (12-25%): Ácido silícico (casi 2/3 partes), potasio, calcio, fosforo, magnesio (en escasa cantidad) y compuestos hidrosolubles derivados de la sílice. Solamente las cenizas (15-18%) contienen casi un 70 de sílice.

En estado fresco la cantidad de ácido silícico oscila entre 3,21 y 16,25% (dependiendo de las variedades) mientras que la parte soluble alcanza sólo 0,06 y 0,33%. – Flavonoides: quercetina e isoquercitrina, kaempferol, y equisetina.

Tabla 4. Composición Química de la Cola de Caballo

Oxides	Sample T1(%)	Sample T11(%)
SiO ₂	59.6	93.5
CaO	15.2	1.8
SO ₃	2.2	0.9
K ₂ O	11	0.6
MgO	4.9	0.3
Al ₂ O ₃	0.2	0.5
P ₂ O ₅	2.5	3
Fe ₂ O ₃	0.2	0.1
ZnO	0.1	<0.1
TiO ₂	0	<0.1
CuO	<0.1	<0.1
SrO	0.1	0
MnO	0.1	0
BaO	0.1	0
Ahs	2.19	1.76

FUENTE: Preparation and Characterization of Nano Silica from Equisetum arvense

Según un artículo de la UMSM (2012) habla sobre la producción de la planta en Perú: La “cola de caballo” en comercio, Equisetum giganteum L., es considerada como planta de uso tradicional y no terapéutico por ello su aprovechamiento y registro de exportación se enmarca en la ley 27821 (Ley de Promoción de Complementos Nutricionales para el Desarrollo Alternativo).

Sin embargo, con esta ley y su futura reglamentación se promueven actividades productivas, pero no garantizan la identificación correcta a lo largo de toda la cadena productiva que priorice la calidad y el buen manejo de los recursos, especialmente para plantas como Equisetum cuya extracción proviene de poblaciones silvestres.

Flores y Mazza (2014) define la Concha de Abanico (*Argopecten Purpuratus*) como un molusco cuyas valvas tienen forma de abanico, está compuesta en su gran mayoría por carbonato de calcio (CaCO_3) en un 99% y 1% de material orgánico multifuncional. Se produce en zonas arenosas, algosas y de manglares, sobre fondo de roca, guijarro y grava. Se compone del tallo o callo, que es un músculo de color blanco, y de la gónada, también conocido como coral que es de color rojo.

El cultivo de Concha de Abanico En el Perú según Flores y Mazza (2014) dice que existen numerosos bancos naturales de esta especie, tales como los de Bahía de Sechura y lobos de Tierra en Piura, Bahía de Samanco y el Dorado en Chimbote, Bahía de Guaynuna en Casma y Bahía de Independencia y Paracas en Pisco. Se encuentran en aguas costeras entre 3 a 30 m, con fondos variables; fondo blando, arena endurecida, de conchuela con algas y cascajo, las Conchas de abanico vive normalmente en bahías protegidas del oleaje a temperatura entre 14 a 20°C esta especie requiere de agua bien oxigenada y con una salinidad de 34.4 a 34.9 por mil incluyendo este parámetro en el desarrollo, alimentación y reproducción.

El cultivo de "concha de abanico" (*Argopecten purpuratus*) es una actividad acuícola que viene adquiriendo una gran importancia. En los últimos años, esta especie se ha constituido en el principal producto de exportación de la acuicultura peruana, siendo los destinos tradicionales Francia y USA. La "concha de abanico" se viene cultivando, principalmente mediante la técnica de cultivo suspendido, a lo largo de la costa peruana; siendo las principales regiones en donde se ha desarrollado con mayor intensidad el cultivo de esta especie son Ancash, Piura e Ica. Como toda actividad humana, el cultivo de "concha de abanico" también origina una serie de impactos ambientales (positivos y negativos), los mismos que puede beneficiar o perjudicar al ambiente en el cual se desarrolla la actividad.

Uribe & Blanco (2001) indican que el cultivo de bivalvos y en general las grandes agregaciones de organismos bentónicos, pueden provocar un significativo impacto en los nutrientes y también en el ciclo de energía de los ecosistemas marinos. Por otro lado, los beneficios positivos de la acuicultura, y en particular del cultivo de "concha

de abanico", si se han documentado, siendo los más destacados la generación de empleo y divisas, además de contribuir con el desarrollo en zonas rurales y de aportar a la seguridad alimentaria. Un aspecto importante de cualquier actividad humana es la sustentabilidad. Este principio aplicado a la acuicultura se soporta en la tecnología de cultivo, en los aspectos sociales y económicos de la actividad, y sobre todo en el impacto ambiental. Al respecto, Sheng (1999) recomienda que para desarrollar una acuicultura sustentable se debe: seleccionar especies aceptables social y económicamente, establecer una apropiada tecnología base para cada región y operaciones de cultivo que no impacten al medio. El cultivo de "concha de abanico" es una actividad importante para el desarrollo regional; no obstante, está creciendo de forma no adecuada, sin garantizar su sustentabilidad.

Flores y Mazza (2014) habla sobre el Impacto Negativo del cultivo de "concha de abanico" viene generando una serie de impactos ambientales negativos en el ecosistema de la bahía de Samanco, esta se ve potenciado por prácticas insostenibles entre las cuales se incluyen: Disposición de los desechos en lugares no apropiados. Una de las prácticas más comunes en lo maricultores es el arrojado de los desechos en las mismas zonas de cultivo. Esto acarrea el incremento de la materia orgánica y por ende del sedimento lo que eventualmente podría impactar negativamente al mismo cultivo. La bahía de Samanco, tiene playas (Dorado, caleta Colorada, Atahualpa, Vesique) que son visitados, principalmente durante la época de verano (enero-marzo), por la población de la ciudad de Chimbote. Estos visitantes acuden a las playas en busca de esparcimiento. En este sentido, el cultivo de "concha de abanico" genera un impacto ambiental negativo en el paisaje, debido a la disposición de la infraestructura de cultivo (líneas, catamaranes, almacenes, etc). Esto ha generado el incremento de las moscas y de los malos olores, perjudicando la calidad natural de las playas.

Flores y Mazza (2014) explica que el habita en zonas costeras que se extiende desde Panamá hasta Coquimbo (Chile), entre profundidades que van desde los 5m hasta los 3m, y bajo temperaturas que oscilan entre los 13° y 18 °C.

Flores y Mazza (2014) lo describe como concha grande, sólida, circular, moderadamente convexa, más larga que alta. Su ciclo biológico comprende 4 fases: Huevo, Larva, Juvenil y Adulto. Son Organismos filtradores de Fitoplancton. La producción en el Perú actualmente las principales áreas de cultivo de Conchas de Abanico se encuentran en las costas de Ancash, en zonas como Samanco y Guaynumá, entre otros; mientras que, en Lima, sobresale la zona de Pucasana, Asimismo, destacan bancos naturales ubicados en Pisco, Paracas, Sechura (Piura), Lobos de Tierra (Lambayeque), Bahía de Independencia e Isla San Lorenzo (Lima).

Tabla 5. Composición Química de Residuos de Conchas Activadas

Compound	Concentration (wt.%)		
	Mussel shell	Cockle shell	Scallop shell
CaO	98.367	99.170	97.529
Na ₂ O	0.937	0.438	0.565
SO ₃	0.293	0.117	1.568
P ₂ O ₅	0.163	0.096	0.204
SrO	0.158	0.132	0.107
ZrO ₂	0.046	-	0.027
Cl	0.037	-	-
Fe ₂ O ₃	-	0.026	-

FUENTE: Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales, Facultad de Ingeniería y Tecnología Industrial, Universidad de Silpakorn, Nakhon Pathom 73000, Tailandia.

Conforme lo investigado y revisado en los antecedentes y fundamentos científicos se justifica la presente investigación en los aspectos social y del conocimiento:

Mediante la investigación, se busca utilizar la planta «Cola de Caballo» y las «Conchas de Abanico» con la intención de construir un ladrillo de concreto capaz de cumplir con la Resistencia a la Compresión que requiere la Norma de Albañilería Peruana con respecto a un Ladrillo de Concreto Convencional, el cual, brindara beneficios a las viviendas construidas posteriormente en Chimbote, la Sierra de Ancash y del Perú.

En la localidad Huaca Choloque de Santa crece naturalmente la Cola de Caballo la cual se desperdicia al no ser aprovechada, ignorando su gran cantidad de silicio. De igual manera las «Conchas de Abanico» son uno de los especímenes que más abunda en nuestro litoral, este espécimen tiene grandes contenidos de Calcio, el cual es favorable como producto cementante. Además de esto podemos darnos cuenta que no solo mejoramos la calidad de un producto, sino que sobre todo lo volvemos ecológico al tener en cuenta que damos utilidad a pasivo de la agricultura y de la acuicultura. Teniendo en cuenta que la Cola de Caballo y las Conchas de Abanico tienen un potencial uso como material cementante, seguridad de las familias y por ende su calidad de vida.

En respuesta a estos problemas se plantean una manera de hacer que estos recursos sean más provechosos debido a su potencial porcentaje en silicio y calcio para el uso ingenieril, dando así la opción de la elaboración de ladrillos de concreto con mejores características de resistencia.

Esta es una tecnología constructiva que es apropiada que no requiere grandes gastos de energía, no causa desechos ni contaminación, es climáticamente aceptable, emplea fuerza laboral local tanto para la producción como para el mantenimiento y reparación, resulta socialmente aceptable, usa materiales locales (abundantes, renovables, disponibles, de fácil manipulación y de calidad), evita herramientas o equipos de alto costo, requiere baja especialización, fácil aprendizaje, y tiene escasa incidencia por lo que se haría un producto mucho más amigable al medio ambiente.

La ocurrencia de desastres naturales a nivel mundial es bastante frecuente y sus secuelas van más allá del corto plazo, y en ocasiones con cambios irreversibles, tanto en la estructura económica, social y ambiental. En el caso de los países industrializados los desastres ocasionan pérdidas de vidas inimaginables, gracias a la disponibilidad de sistemas eficaces de alerta temprana y evacuación, así como a una mejor planificación del desarrollo urbano y códigos de construcción estrictos. Es por ello que se planteó una solución de mitigar los desastres con nuevos materiales agrícolas y acuícolas como la Cola de Caballo y las Conchas de Abanico en un cierto porcentaje en la sustitución

del cemento; dando así una mejor resistencia en cuanto a la elaboración de ladrillos de concreto.

En la problemática de esta investigación tocaremos puntos nacionales y locales para poder abarcar las problemáticas de mayor influencia.

El Perú es un país rico en recursos agrícolas y acuícola lo que relaciona la gran cantidad de la planta Cola de Caballo y Conchas de Abanico en sus territorios.

A su vez en el Perú tenemos un problema mayor con la calidad de las construcciones las cuales se ven reflejadas no solo en las partes rurales sino también en la zona urbana ya que adquirir una buena unidad de albañilería específicamente los ladrillos de concreto se tornan casi imposibles, por lo que mucha gente de zonas rurales optan por fabricar ellos mismo su propio ladrillo de concreto quedando los requisitos de la Norma Técnica Peruana en un segundo plano.

Actualmente el estado de las viviendas rurales en la zona del Distrito de Chimbote, son preocupantes ya que en las condiciones de salubridad, funcionalidad y hacinamiento y problemas consecuentes requieren una intervención urgente a fin de evitar la propagación de enfermedades infecto-contagiosas y además concientizar a los pobladores con nuevos hábitos de vida e higiene mediante su participación directa en este proyecto. La prevención de futuros desastres mediante la intervención directa en las viviendas es entonces la mejora funcional estructural de la vivienda, evitando así una calidad y seguridad de vida. Para ello la capacitación a la población que utilicen adecuadamente los espacios de las viviendas mejoradas y para que se motiven a incorporar nuevas técnicas de construcción especialmente en la unidad de albañilería.

Según los datos de INEI (2007) en la localidad de la Provincia del Santa, se observa que 56, 192 viviendas con ocupantes presentes tienen como material predominante Adobe o tapia, 10, 386 viviendas tienen como material predominante Madera (poma, tornillo, etc.), 2, 940 tienen viviendas con material predominante la Quincha (Caña con barro) y 273, 342 tienen viviendas con material predominante Ladrillo o bloque de cemento.

Tabla 6. Viviendas por Material Predominante en la Provincia de la Provincia del Santa.

Material Predominante en las Paredes Exteriores de la Vivienda	Tipo de Vivienda	Total	Casa independiente	Departamento en edificio	Vivienda en quinta	Vivienda en casa de vecindad	Choza o cabaña	Vivienda improvisada	Local no destinado para habitación humana	Otro tipo particular
Total	Viviendas Particulares	89,198	83,754	954	482	367	352	3,155	125	9
	Ocupantes Presentes	392,074	373,504	3,342	1,734	1,408	1,053	10,701	297	35
Ladrillo o bloque de cemento	Viviendas Particulares	60,060	58,331	927	417	290	-	-	95	-
	Ocupantes Presentes	273,342	267,252	3,262	1,485	1,119	-	-	224	-
Adobe o tapia	Viviendas Particulares	12,939	12,812	7	31	32	46	-	11	-
	Ocupantes Presentes	56,192	55,700	27	140	119	170	-	36	-
Madera (pona, tornillo, etc.)	Viviendas Particulares	2,541	2,284	16	28	21	-	182	10	-
	Ocupantes Presentes	10,386	9,438	45	98	76	-	711	18	-
Quincha (caña con barro)	Viviendas Particulares	780	752	1	6	4	16	-	1	-
	Ocupantes Presentes	3,009	2,940	2	11	14	41	-	1	-
Estera	Viviendas Particulares	11,852	8,651	-	-	15	287	2,891	8	-
	Ocupantes Presentes	44,820	34,201	-	-	72	830	9,699	18	-
Piedra con barro	Viviendas Particulares	53	53	-	-	-	-	-	-	-
	Ocupantes Presentes	237	237	-	-	-	-	-	-	-
Piedra o sillar con cal o cemento	Viviendas Particulares	83	79	3	-	-	1	-	-	-
	Ocupantes Presentes	357	347	6	-	-	4	-	-	-
Otro material	Viviendas Particulares	890	792	-	-	5	2	82	-	9
	Ocupantes Presentes	3,731	3,389	-	-	8	8	291	-	35

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS E INFORMÁTICAS (2007).

En función a lo mencionado anteriormente se plantea la siguiente formulación del problema: ¿Cuál será la Resistencia a la Compresión de un ladrillo de concreto sustituyendo el 15% y 20% de Cemento por Cola de Caballo y Conchas de Abanico, Chimbote 2018?

Conceptualización y Operacionalización de Variables:

Variable dependiente: Resistencia a la Compresión un Ladrillo de Concreto.

Definición Conceptual: Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm^2), mega pascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg^2 o psi) a una edad de 28 días. (Juárez, 2005).

Definición Operacional: Es el esfuerzo máximo que puede soportar un ladrillo de concreto bajo una carga admisible.

Dimensiones:

Área del espécimen, el cual será sometido a una carga (cm^2).

Carga axial: es la fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural aplicada al centroide de la sección transversal del mismo, produciendo un esfuerzo uniforme. (kg).

Indicadores:

Promedio, varianza y desviación estándar.

Variable Independiente: Diseño de mezcla del Ladrillo de Concreto.

Definición Conceptual: Proceso de selección de materiales (cemento, agregados y agua) para obtener un producto con características de trabajabilidad y consistencia. (HUANCA, 2006).

Definición Operacional: Selección y mezcla de confitillo, arena gruesa, cemento, material experimental y agua, teniendo en cuenta la trabajabilidad y dosificación.

Dimensiones:

Dosificaciones: Los diferentes pesos por unidad de ladrillo, según varíe el porcentaje de sustitución del cemento (-15% y -20% de la mezcla de Cola de Caballo y Conchas de Abanico).

Indicadores:

Sustitución 15%: 9% de Cola de Caballo y 6% de Conchas de Abanico.

Sustitución 20%: 12% de Cola de Caballo y 8% de Conchas de Abanico.

En la presente investigación se formuló la siguiente hipótesis:

La aplicación de las “Cenizas de Cola de Caballo” y “Conchas de Abanico” en la elaboración del Ladrillo de Concreto mejorará la Resistencia a la Compresión en comparación a un Ladrillo de Concreto Convencional.

El objetivo general a la cual se rige la presente investigación es: Determinar la resistencia a la compresión del Ladrillo de Concreto donde el cemento será sustituido por el 15% y 20% por un híbrido de Cenizas de Cola de Caballo (*Equisetum Arvensis*) y Conchas de Abanico. Específicamente determinar la temperatura de calcinación de la cola de caballo y de las conchas de abanico por la prueba de ATD, determinar la composición química de las Cenizas de Cola de Caballo y de las Conchas de Abanico a través de la prueba de Fluorescencia de Rayos X, a la vez determinar el Ph de las Cenizas de Cola de Caballo, Conchas de Abanico y el Cemento, determinar las características de los agregados y la relación a/c de las muestras, posterior a ello elaborar los ladrillos patrón y experimental para determinar la resistencia de los ladrillos de concreto (patrones y experimentales) a la edad de 7, 14 y 28 días y comparar resultados para Clasificar el Tipo de ladrillo según la Norma Técnica Peruana, tanto para el ladrillo patrón y experimental.

II. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo **Aplicada**, precedentemente los resultados de los mismos serán utilizados para la solución de problemas relacionados a las unidades de albañilería y generando obras alternativas para diseñar viviendas con mayor durabilidad y más seguras, servirá como una técnica nueva para el proceso constructivo. Se logrará consolidar los problemas a través de esta propuesta en su proceso constructivo. Con ello descubrimos la cantidad óptima de sustitución del híbrido de Cola de Caballo y Conchas de Abanico para obtener un ladrillo que sobre pase las características físicas de un ladrillo de concreto convencional. Explicando cual es la influencia de la resistencia a la compresión al sustituir el cemento por un híbrido formado por la Cola de Caballo y las Conchas de Abanico con una relación de 3:2 respectivamente en un 15% y 20%. Los ensayos de resistencia a la compresión que se aplicó a los Ladrillos de Concreto tanto patrones como experimentales fueron de manera experimental, los cuales fueron regidos a los debidos procesos que el laboratorio de suelo proporciona, observando y analizando debidamente los diferentes resultados obtenidos con los técnicos profesionales responsables al ámbito de materiales y unidades de albañilería. La investigación es de enfoque cuantitativo, ya que se estudia las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores respuesta en los instrumentos de recolección de datos (guías de observación).

Diseño de Investigación




























El diseño que le corresponde a esta investigación será experimental en Bloque Completo al azar en caso de la resistencia a la compresión porque se evaluaron las dos muestras mencionadas (convencional y la experimental) mediante ensayos, donde se obtuvo los resultados de dos grupos de estudio denominados: **Grupo Patrón** el cual son ladrillos formados o creados de forma tradicional o convencional y Grupo Experimental, en donde se utilizó como material las Cenizas de Cola de Caballo y las Conchas de Abanico sustituyendo en un 15% y 20% al cemento, en relación de un ladrillo de concreto experimental con el de un ladrillo de concreto convencional. Tal

que se pueda obtener resultados favorables mejorando la resistencia, el cual pueda beneficiar a la sociedad con la reducción de costos, viviendas más seguras ante un sismo (los daños serían mínimos ante un sismo) y su aporte al estudio de la ingeniería civil.

DISEÑO ESPERIMENTAL

Se empleará el diseño GRUPO DE LADRILLOS COMPLETO AL AZAR:

Tabla 7. Bloque Completo al Azar Resistencia a la Compresión.

DÍAS DE FABRICADO	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO EL 15% y 20% POR UN HIBRIDO DE CENIZAS DE COLA DE CABALLO Y CONCHAS DE ABANICO”					
	0%		15% (9% Cola de Caballo, 6% Conchas de Abanico)		20% (12% Cola de Caballo, 8% Conchas de Abanico)	
7	P-1		P-1		P-1	
	P-2		P-2		P-2	
	P-3		P-3		P-3	
14	P-1		P-1		P-1	
	P-2		P-2		P-2	
	P-3		P-3		P-3	
28	P-1		P-1		P-1	
	P-2		P-2		P-2	
	P-3		P-3		P-3	

FUENTE: Elaboración Propia

Técnicas e Instrumentos de Investigación:

Para la recolección de datos utilizamos como instrumento la guía de observación que están estructuradas y que recoge información para ser tratada estadísticamente, desde una perspectiva cuantitativa.

Tabla 8. Técnicas e Instrumentos de Investigación

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO	AMBITO (2 GRUPOS)
La Observación Científica	Guía De Observación Resumen Fichas Técnicas De Laboratorio de Suelos	Grupo Control (Diseño de mezcla sin Sustitución). Grupo experimental (Diseño de mezcla sustituido al 15% y 20% por un híbrido de Cenizas Cola de Caballo y Conchas de Abanico.

FUENTE: Elaboración Propia

Siendo un proyecto de investigación con un Nivel de Investigación Experimental y realizar ensayos de las muestras de nuestra población en un laboratorio se optó por usar como Técnica de Investigación:

LA OBSERVACION CIENTIFICA. (Guía de observación como instrumento), en donde se quiere ir comparando la variación de la resistencia a la compresión a medida que llegue a su fraguado final, el cual se utilizara en nuestro diseño de mezcla ya sea para un ladrillo convencional o ladrillo donde se ha sustituido al cemento un 15% y 20% por cenizas de Cola de Caballo y Conchas de Abanico, la cual nos brindara una resistencia, para cada tipo de ladrillo (Sustituido al 15% y 20% al cemento por Cola de Caballo y Conchas de Abanico o convencional). Teniendo en cuenta así que el material a utilizarse en nuestro diseño de ladrillo requiere ser evaluados por una serie de ensayos ya que dichos ensayos son los que determinan si los materiales son buenos para nuestra mezcla de concreto a utilizar, por ello se debe tener en cuenta los siguientes ensayos.

Los Instrumentos serán tomados con respecto a los siguientes ensayos:

- a) Ensayo Granulométrico
- b) Ensayo de Peso Específico de Arena Gruesa

- c) Ensayo de Peso Específico de Piedra (Confitillo)
- d) Ensayo de Peso Unitario de Arena
- e) Ensayo de Peso Unitario de Piedra (Confitillo)
- f) Contenido de Humedad
- g) Diseño de Mezcla
- h) Ensayo a la Compresión

La Guía de Registro realizados por nosotros mismos, para ver el avance de nuestras probetas se tomará de acuerdos a los 7, 14y 28 días.

Para los cálculos y para el análisis de los resultados arrojados en el laboratorio mecánica de suelos nos basaremos con la ayuda de los programas. En los ensayos a realizar contaremos con expertos en laboratorio de suelos.

Se utilizaron elementos como cámara fotográfica y demás instrumentos que permitieron registrar y evidenciar lo planteado.

Proceso y Análisis de los Datos:

Se presentó una solicitud al laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro para facilitar el acceso a dicho establecimiento. Se obtuvo nuestro agregado fino de la cantera de Vesique y grueso de la cantera de Ruben, que se utilizaran en la fabricación de nuestras unidades de albañilería (Ladrillo de concreto). Aplicamos un registro de apuntes, mediante fichas, filmación, acompañadas de un registro fotográfico para ver el desarrollo de nuestras pruebas.

Como siguiente paso se elaboraron los ladrillos de concreto con el diseño tradicional y posterior a ello los ladrillos de concreto experimental sustituyéndole el 15% y 20% al cemento por cenizas de Cola de Caballo y Conchas de Abanico. Se realizó el curado de las probetas y las pruebas correspondientes (ensayo de la resistencia a compresión) a las probetas elaboradas con el diseño tradicional y a las probetas elaboradas con la sustitución del 15% y 20% del cemento por cenizas de Cola de Caballo y Conchas de Abanico y finalmente observaremos los resultados obtenidos. Con los datos obtenidos realizaremos cuadros que serán procesados con Excel y SPSS para facilitar el análisis de los resultados.

Para el análisis de datos se tuvo presente el siguiente procedimiento:

La recolección de la Cola de Caballo fue en los campos de Huaca Choloque – Santa, teniendo cuidado que la planta no esté muerta o seca, la ubicación precisa de la extracción de la planta tiene como coordenadas: -8.977382, -78.594400. Una vez obtenida la Cola de Caballo, dejamos secar por aproximadamente 1 mes al aire libre, para su posterior selección, separación de impurezas y a la vez ser lavadas con agua potable, luego se procedió a moler 5 gr. de la planta y pasado por la malla N°200 (74 μ m) para realizar el análisis térmico diferencial en el Laboratorio de Polimeros de la Universidad Nacional de Trujillo, la cual nos ayudará a tener una temperatura de calcinación para que sea activado térmicamente.

Después de dejar secar lo lavado y seleccionado se procede a hacer el pre-calcinado en una olla de barro evitando impurezas y teniendo en cuenta que solo es para perdida de volumen de masa de la planta, ya que posteriormente se calcinará a temperaturas mayores alcanzando el pico endotérmico.

Por otro lado, se obtuvo las Conchas de Abanico en el Mercado de Peces “La Sirenita” – Chimbote, para ello se trató que sean las más frescas posibles con 4 días de ser sacados como máximo, la ubicación precisa de la recolección tiene como coordenadas: -9.072387, -78.588753. Una vez obtenida las Conchas de Abanico son lavadas y dejadas sumergidas en agua potable, se hizo el cambio de agua en 5 oportunidades cada 48 hrs. con la intención mejorar su limpieza y eliminar olores, posteriormente dejamos secar en sombra y sobre una manta y trituramos, luego se molieron 5 gr. de la concha y pasado por la malla N°200 (74 μ m) para realizar el análisis térmico diferencial en el Laboratorio de Polimeros de la Universidad Nacional de Trujillo, la cual nos ayuda a tener una temperatura de calcinación para que sea activado térmicamente. Una vez calcinados y activados, se molió todo el material y se pasó en ambos casos por la malla N°200 (74 μ m) de los cuales se tomó una muestra de 20 gr. cada una para poder hacer en análisis químico en el laboratorio de Arqueometría de la Universidad Mayor de San Marcos, este ensayo de Fluorescencia de Rayos X determina el porcentaje de los óxidos con los que se evaluaron la manera en que influyen los materiales adicionados en la resistencia del ladrillo; y 10 gr. para los

ensayos de Ph para determinar el grado de alcalinidad de los materiales y del cemento, el ensayo se hizo en el laboratorio COLECBI.

Por otro lado, se extrajo el agregado fino de la cantera de Vesique y el agregado grueso de la cantera de Ruben, ambos materiales fueron analizados y ensayados en el laboratorio de suelos para saber las características físicas, se realizó el ensayo granulométrico, peso específico, peso unitario y contenido de humedad. Posterior a ello se hizo un diseño de mezcla teniendo en cuenta lo indicado en los antecedentes, se utilizaron herramientas manuales para realizar la mezcla homogénea tomando como consideraciones el color, textura uniforme, consistencia y trabajabilidad; luego de obtener la mezcla, utilizamos un molde de 21x12.50x8cm. para empezar a trabajar, rellenamos, compactamos teniendo en cuenta que el número de golpes para compactar son 5 golpes hechos con una comba de 4 lb. dirigidas hacia el centro de la tapa donde se distribuye la fuerza homogéneamente y desmoldamos, siguiente a ello, se elaboraron los ladrillos Patrón teniendo en cuenta que se utilizará el 100% del cemento dosificado y según los porcentajes de sustitución del cemento se elaboraron los ladrillos experimentales (-15% y -20%), en ambos casos los ladrillos fueron elaborados en la Ladrillera Vargas, en total se elaboraron 27 ladrillos, con la debida supervisión del proceso. Luego de ser elaborado los ladrillos se dejaron madurar por un día hasta agarrar la suficiente resistencia para ser trasladados a un lugar bajo la sombra, los ladrillos se dejaron secar hasta los 7 días, luego ser humedecidos por el método de aspersión cada 24 hrs. durante 7 días más. Por último, los ladrillos fueron capeados con una mezcla de yeso y cemento para uniformizar las superficies y posteriormente se ensayaron a compresión.

Guía de Observación

Situación a Observar

Registrar los resultados que se obtengan en la rotura de probetas de estudio obtenidos de la resistencia a la compresión de cada ladrillo con la finalidad de registrar los resultados obtenidos con respecto a los diseños de concreto elaborados: el diseño convencional y el diseño con la sustitución del cemento del 15% y 20% por una mezcla de cenizas de Cola de Caballo y Conchas de Abanico.

III. RESULTADOS:

Resultados del Análisis Térmico Diferencial (ATD), realizado en la Universidad Nacional de Trujillo (UNT).

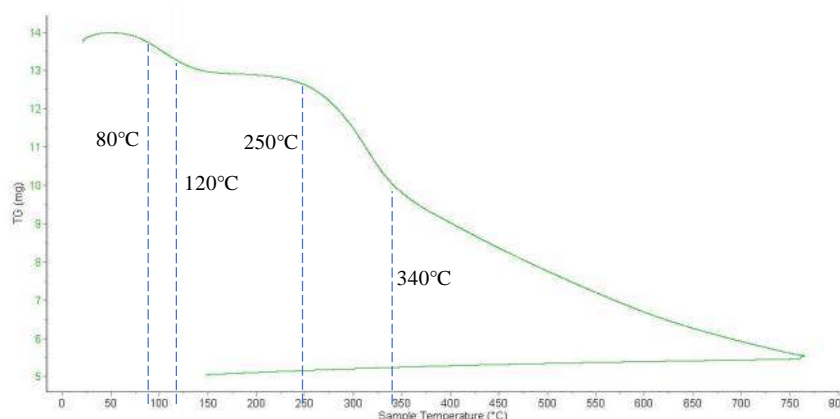


Figura 1. Curva de Pérdida de Masa - Análisis Termo Gravimétrico de la Cola de Caballo

Fuente: Laboratorio de Polímeros de la UNT.

Equipo: Analizador Térmico Simultáneo TG- DTA-DSC Cap. Max: 1600°C.

Según el análisis Termo gravimétrico se muestra dos importantes caídas de masa, la primera transcurre entre 80 y 120°C, y la segunda entre 250 y 340°C, el material manifiesta una pérdida total de aproximadamente 60% respecto a su masa inicial.

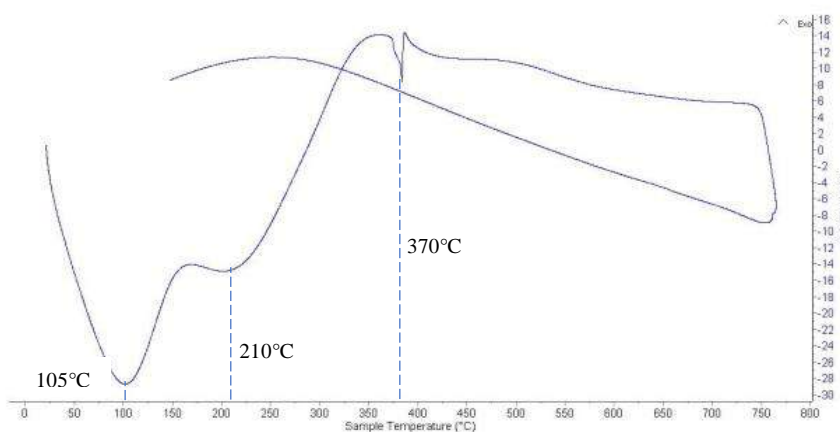


Figura 2. Análisis Calorimétrico de la Cola de Caballo

Fuente: Laboratorio de Polímeros de la UNT.

Equipo: Analizador Térmico Simultáneo TG- DTA-DSC Cap. Max: 1600°C.

De acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra dos bandas endotérmicas a 105 y 210°C, posteriormente a 370°C se muestra un pico endotérmico que indicaría algún posible cambio de fase y cambio estructural y en las características del material.

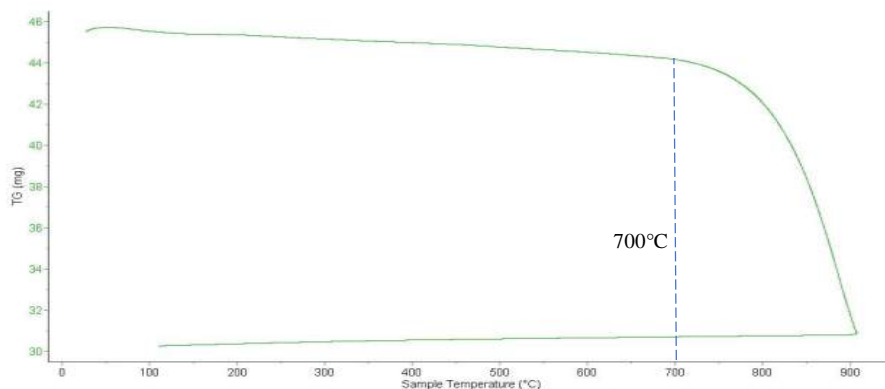


Figura 3. Curva de Pérdida de Masa - Análisis Termo Gravimétrico de la Concha de Abanico.

Fuente: Laboratorio de Polímeros de la UNT.

Equipo: Analizador Térmico Simultáneo TG- DTA-DSC Cap. Max: 1600°C.

Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una 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 38% de su masa inicial.

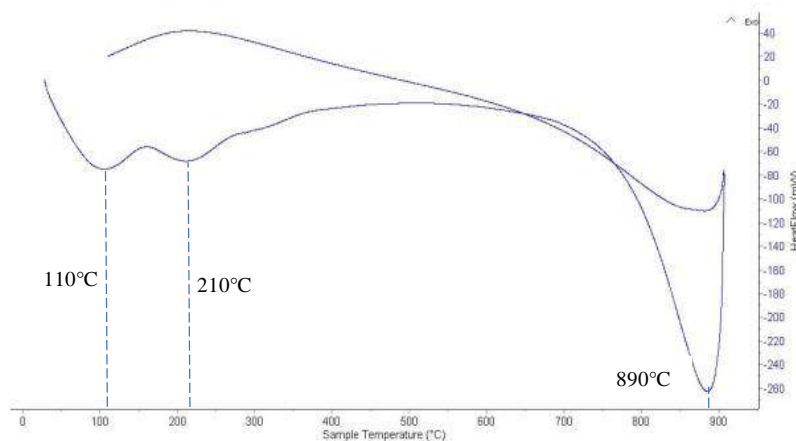


Figura 4. Análisis Calorimétrico de la Concha de Abanico

Fuente: Laboratorio de Polímeros de la UNT.

Equipo: Analizador Térmico Simultáneo TG- DTA-DSC Cap. Max: 1600°C.

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.

Caracterización Química de los Materiales:

Tabla 9. Fluorescencia de Rayos-X de la Ceniza de Cola de Caballo

Composición química	Resultados (%)	Método utilizado
Trióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	10.672	Fluorescencia de Rayos -x Dispersiva en energía
Óxido de Silicio (SiO ₂)	59.981	
Óxido de Fosforo (P ₂ O ₃)	0.793	
Dióxido de Azufre (SO ₂)	7.784	
Dióxido de Cloro (ClO ₂)	1.878	
óxido de Potasio (K ₂ O)	3.482	
óxido de Calcio (CaO)	13.468	
Dióxido de Titanio (TiO ₂)	0.052	
Óxido de Cromo (Cr ₂ O ₃)	0.015	
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	0.413	
Óxido de Níquel (Ni ₂ O ₃)	0.004	
Óxido de Cobre (CuO)	0.290	
Trióxido de Arsénico (As ₂ O ₃)	0.010	
Óxido de Zinc (ZnO)	0.179	
Óxido de Estroncio (SrO)	0.039	
Óxido de Itrio (Y ₂ O ₃)	0.003	
Dióxido de Zirconio (ZrO ₂)	0.008	

Fuente: Laboratorio de física de la UNMSM

Las cenizas de Cola de Caballo, previamente a este ensayo fueron calcinadas durante 2 horas consecutivas a una temperatura de 370°C.

Tabla 10. Fluorescencia de Rayos-X de las Conchas de Abanico

Composición química	Resultados (%)	Método utilizado
Trióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	4.196	
Óxido de Silicio (SiO ₂)	1.594	
Dióxido de Azufre (SO ₂)	0.616	
Dioxido de Cloro (ClO ₂)	0.008	
óxido de Potasio (K ₂ O)	0.039	
óxido de Calcio (CaO)	79.289	
Dióxido de Titanio (TiO ₂)	0.028	
Óxido de Cromo (Cr ₂ O ₃)	0.008	Fluorescencia de Rayos -x
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	0.091	Dispersiva en energía
Óxido de Níquel (Ni ₂ O ₃)	0.006	
Óxido de Cobre (CuO)	0.004	
Óxido de Zinc (ZnO)	0.003	
Trióxido de Arsénico (As ₂ O ₃)	0.018	
Óxido de rubidio (RbO)	0.005	
Óxido de Estroncio (SrO)	0.204	
Dióxido de Zirconio (ZrO ₂)	0.006	

Fuente: Laboratorio de física de la UNMSM

Las Conchas de Abanico, previamente a este ensayo fueron calcinadas durante 2 horas consecutivas a una temperatura de 890°C.

Potencial de Hidrógeno:

Tabla 11. Ph de las Conchas de Abanico, Cenizas de Cola de Caballo y Cemento Tipo I

Muestra	PH
Cemento tipo I	13.50
Polvo de concha de Abanico	13.27
Ceniza de Cola de Caballo	9.96

Fuente: Laboratorio de Físico Químico COLECBI.

Resultado de los ensayos hecho a los agregados, para determinar sus diferentes características:

Análisis Granulométrico:

Tabla 12. Análisis Granulométrico de la Arena Gruesa

N°	TAMIZ Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	4.0	0.5	0.5	99.5
N°8	2.36	46.0	5.8	6.3	93.7
N° 16	1.18	131.0	16.6	22.9	77.1
N° 30	0.60	261.5	33.1	56.1	43.9
N°50	0.30	146.0	18.5	74.6	25.4
N° 100	0.15	134.0	17.0	91.6	8.4
N° 200	0.08	58.0	7.4	98.9	1.1
Plato	ASTM C-117-04	8.5	1.1	100.0	0.0
Total		789.0	100.0		
Módulo de finura	2.52				

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

Tabla 13. Análisis Granulométrico del Confitillo

N°	TAMIZ Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
3/8"	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.760	103.5	12.5	12.5	87.5
N°8	2.360	683.5	82.4	94.9	5.1
N° 16	1.180	39.5	4.8	99.6	0.4
N° 30	0.600	3.0	0.4	100.0	0.0
N°50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
Plato	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
Total		829.5	100.0		
Tamaño Máximo Nominal	N° 4				

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

Peso Unitario Suelto:

Tabla 14. Peso Unitario Suelto de la Arena Gruesa

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7550	7550	7550
Peso de molde	3330	3330	3330
Peso de muestra	4220	4220	4220
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1514	1514	1514
Peso unitario prom. (Kg/m ³)		1514	
Corregido por humedad		1508	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

Tabla 15. Peso Unitario Compactado de la Arena Gruesa

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8000	8000	8000
Peso de molde	3330	3330	3330
Peso de muestra	4670	4670	4670
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1675	1675	1675
Peso unitario prom. (Kg/m ³)		1675	
Corregido por humedad		1668	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

Tabla 16. Peso Unitario Suelto del Confitillo

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	6900	7050	6900
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	3574	3724	3574
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1282	1336	1282
Peso unitario prom. (Kg/m ³)		1300	
Corregido por humedad		1295	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

Tabla 17. Peso Unitario Compactado del Confitillo

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7350	7350	7350
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4024	4024	4024
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1443	1443	1443
Peso unitario prom. (Kg/m ³)		1443	
Corregido por humedad		1438	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

Gravedad Específica:

Tabla 18. Gravedad Específica y Absorción de la Arena Gruesa

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00
B	Peso de picnometro + agua gr.	687.10
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm ³	987.10
D	Peso de picnometro + agua + material gr.	877.40
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm ³	109.70
F	Peso de material seco en estufa gr.	297.60
G	Volumen de masa (E-(A-F))	107.30
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.713
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.735
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.774
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.81

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

Tabla 19. Gravedad Específica y Absorción del Confitillo

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	601.90
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	340.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	261.90
D	Peso de material seco en estufa	598.30
E	Volumen de masa (C-(A-D))	258.30
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.284
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.298
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.316
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.60

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

Tabla 20. Contenido de Humedad de la Arena Gruesa

Prueba n°	01	02
Tara n°		
Tara + Suelo húmedo (gr)	722.1	673.3
Tara + Suelo seco (gr)	719.6	670.8
Peso del agua (gr)	2.5	2.5
Peso de la tara (gr)	74.4	65.6
Peso del suelo seco (gr)	645.2	605.2
Contenido de humedad (%)	0.39	0.41
Prom. Contenido humedad (%)	0.40	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

Tabla 21. Contenido de Humedad del Confitillo

Prueba n°	01	02
Tara n°		
Tara + Suelo húmedo (gr)	587.3	651.6
Tara + Suelo seco (gr)	585.4	649.8
Peso del agua (gr)	1.9	1.8
Peso de la tara (gr)	63.6	72.1
Peso del suelo seco (gr)	521.8	577.7
Contenido de humedad (%)	0.36	0.31
Prom. Contenido humedad (%)	0.34	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

Dosificaciones:

Tabla 22. Dosificación para Ladrillos de Concreto Patrón.

0.66 : 2.76 : 1.26 + 0.52 lt	
Cemento	: 0.663 kg.
Agregado fino	: 2.758 kg.
Agregado grueso	: 1.257 kg.
Agua	: 0.521 lt.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 23. Dosificación para Ladrillos de Concreto Experimental (15%)

0.66 : 2.76 : 1.26 + 0.52 lt	
Cemento	: 0.564 kg (-15%)
Cenizas de cola de caballo	: 0.060 kg (9%)
Conchas de abanico	: 0.040 kg (6%)
A. Fino (arena)	: 2.758 kg.
A. Grueso (confitillo)	: 1.257 kg.
Agua	: 0.521 lt.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 24. Dosificación para Ladrillos de Concreto Experimental (20%)

0.66 : 2.76 : 1.26 + 0.52 lt	
Cemento	: 0.530 kg (-20%)
Cenizas de cola de caballo	: 0.080 kg (12%)
Conchas de abanico	: 0.053 kg (8%)
A. Fino (arena)	: 2.758 kg.
A. Grueso (confitillo)	: 1.257 kg.
Agua	: 0.521 lt.

Fuente: Elaboración Propia.

Ensayo a los Ladrillos de Concreto Patrón:

Tabla 25. Ensayo a la Compresión de Ladrillos de Concreto Patrón 7 días.

DÍAS	UND.	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'c (kg/cm ²)	F'c Prom. (kg/cm ²)
	UND. 1	21.00	12.50	8.00	262.50	40250.00	153.33	
7	UND. 2	21.00	12.55	8.00	263.55	37140.00	140.92	147.06
	UND. 3	21.00	12.55	8.00	263.55	38720.00	146.92	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

A los primeros 7 días alcanzo una resistencia máxima de 153.33 kg/cm, teniendo como resistencia promedio para los ladrillos de concreto de esa edad de 147.06 kg/cm².

Tabla 26. Ensayo a la Compresión de Ladrillos de Concreto Patrón 14 días.

DÍAS	UND.	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'c (kg/cm ²)	F'c Prom. (kg/cm ²)
	UND. 4	21.00	12.50	8.00	262.50	45730.00	174.21	
14	UND. 5	21.00	12.50	8.00	262.50	44130.00	168.11	170.54
	UND. 6	21.00	12.50	8.00	262.50	44440.00	169.30	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

A los 14 días se tuvo una resistencia máxima de 174.21 kg/cm², teniendo una resistencia promedio para los ladrillos de concreto esta edad de 170.54 kg/cm².

Tabla 27. Ensayo a la Compresión de Ladrillos de Concreto Patrón 28 días.

DÍAS	UND.	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'c (kg/cm ²)	F'c Prom. (kg/cm ²)
	UND. 7	21.00	12.45	8.00	262.50	47150.00	179.62	
28	UND. 8	21.00	12.50	8.00	262.50	43030.00	163.92	166.81
	UND. 9	21.00	12.45	8.00	262.50	41180.00	156.88	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

A los 28 días se tuvo una resistencia máxima de 179.62 kg/cm², teniendo una resistencia promedio para los ladrillos de concreto esta edad de 166.81 kg/cm². Nos damos cuenta que la resistencia decae con respecto a la resistencia promedio de los ladrillos ensayados a los 14 días.

Resultado del Ensayo a la Compresión de Ladrillos de Concreto Patrón

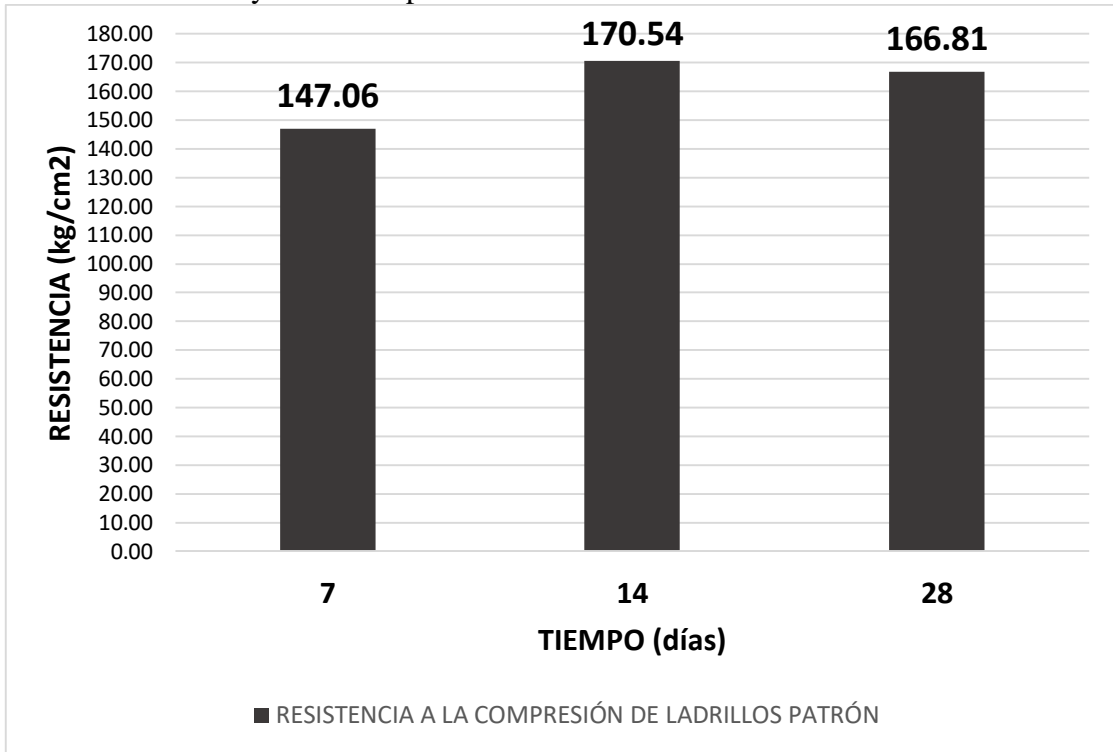


Figura 5. Resistencia a la Compresión de Ladrillos Patrón (Grafico de Barras)

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

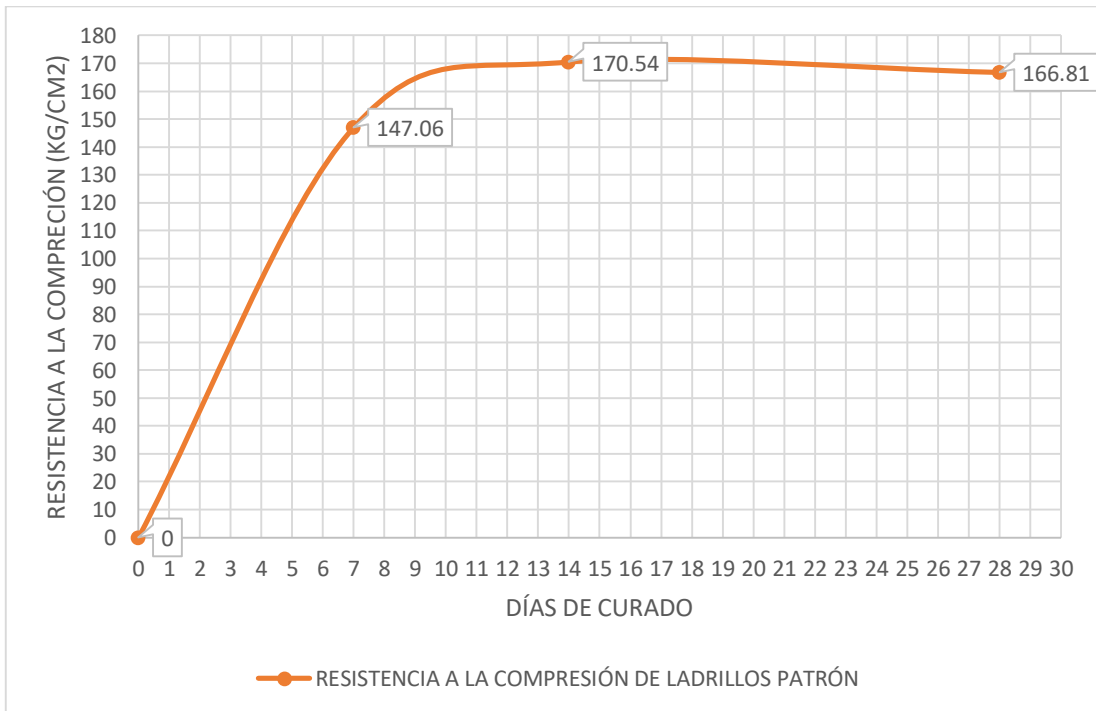


Figura 6. Curva de Resistencia a la Compresión de Ladrillos Patrón

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

En la Figura 5 y 6 nos podemos dar cuenta como es el crecimiento de la resistencia hasta los 14 días, y como a los 28 días la resistencia decae con respecto a la resistencia promedio anterior.

Tabla 28. Ensayos a la Compresión de Ladrillos Experimental 7 días (15% de Sustitución)

DÍAS	UND.	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'c (kg/cm ²)	F'c Prom. (kg/cm ²)
7	UND. 1	21.00	12.50	8.00	262.50	40160.00	152.99	154.35
	UND. 2	21.00	12.30	8.00	258.30	40800.00	157.96	
	UND. 3	21.00	12.30	8.00	258.30	39290.00	152.11	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

A los primeros 7 días alcanzo una resistencia máxima de 157.96 kg/cm, teniendo como resistencia promedio para los ladrillos de concreto de esa edad de 154.35 kg/cm², superior al ladrillo patrón en un 4.96%.

Tabla 29. Ensayos a la Compresión de Ladrillos Experimental 14 días (15% de Sustitución)

DÍAS	UND.	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'c (kg/cm ²)	F'c Prom. (kg/cm ²)
14	UND. 4	21.00	12.50	8.00	262.50	51870.00	197.60	195.76
	UND. 5	21.00	12.50	8.00	262.50	49660.00	189.18	
	UND. 6	21.00	12.50	8.00	262.50	52630.00	200.50	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

A los 14 días se tuvo una resistencia máxima de 200.50 kg/cm², teniendo una resistencia promedio para los ladrillos de concreto esta edad de 195.76 kg/cm² superando al patrón en un 14.79%.

Tabla 30. Ensayos a la Compresión de Ladrillos Experimental 28 días (15% de Sustitución)

DÍAS	UND.	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'c (kg/cm ²)	F'c Prom. (kg/cm ²)
28	UND. 7	21.00	12.50	8.00	262.50	46010.00	175.28	171.40
	UND. 8	21.00	12.50	8.00	262.50	44860.00	170.90	
	UND. 9	21.00	12.50	8.00	262.50	44110.00	168.04	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

A los 28 días se tuvo una resistencia máxima de 175.28 kg/cm², teniendo una resistencia promedio para los ladrillos de concreto esta edad de 171.40 kg/cm². Nos damos cuenta que la resistencia decae con respecto a la resistencia promedio de los ladrillos experimentales (15% de sustitución) ensayados a los 14 días. Sin embargo aun es superior al ladrillo patron a los 28 días en un 2.76%.

Resultado del Ensayo a la Compresión de Ladrillos de Concreto Experimental (15%)

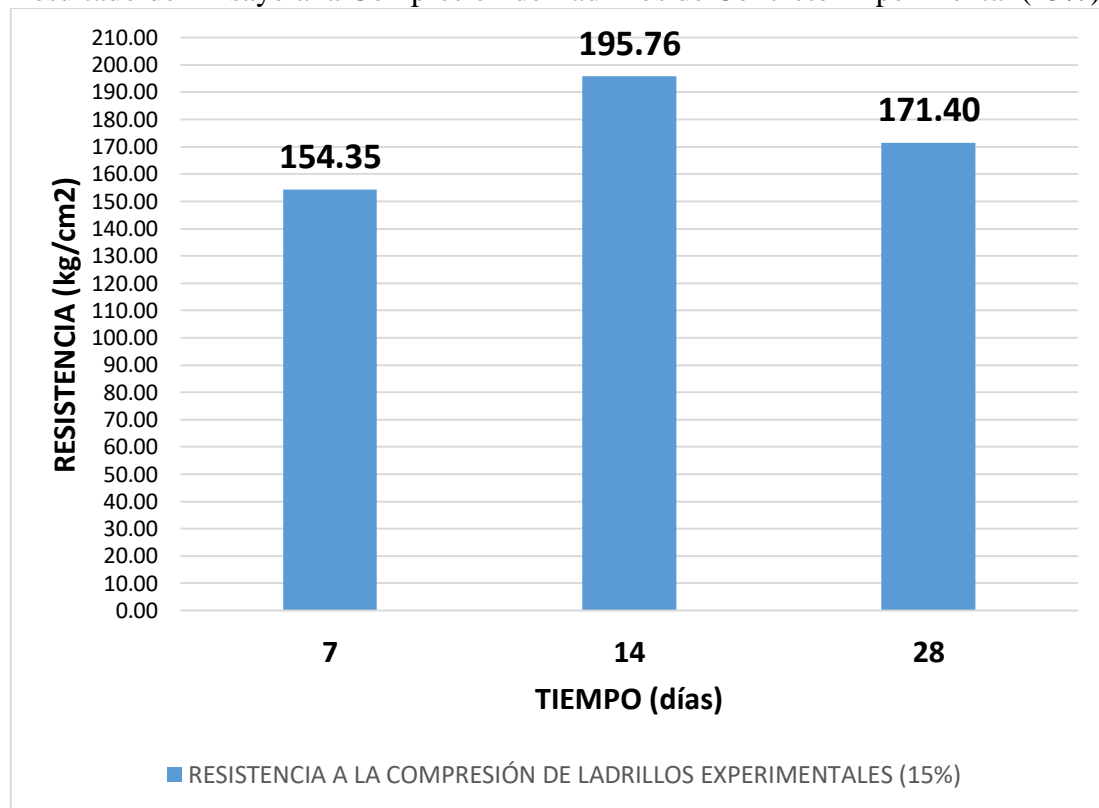


Figura 7. Resistencia a la Compresión de Ladrillos Experimentales (15% de Sustitución)

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

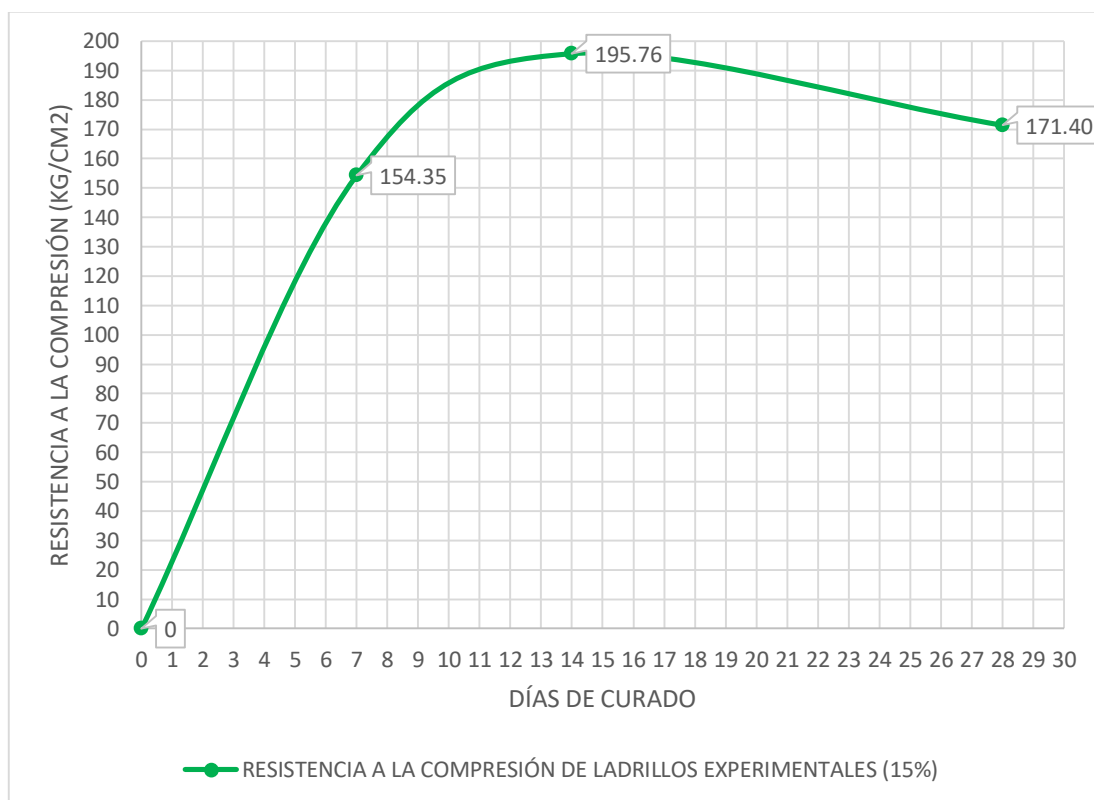


Figura 8. Curva de Resistencia a la Compresión de Ladrillos Experimentales (15% de Sustitución)

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

En la Figura 7 y 8 podemos darnos cuenta del crecimiento de la resistencia hasta los 14 días puesto que a los 28 días la resistencia decae.

Tabla 31. Ensayos a la Compresión de Ladrillos Experimental 7 días (20% de Sustitución)

DÍAS	UND.	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'c (kg/cm ²)	F'c Prom. (kg/cm ²)
	UND. 1	21.00	12.50	8.00	262.50	39300.00	149.71	
7	UND. 2	21.00	12.30	8.00	258.30	36670.00	141.97	152.20
	UND. 3	21.00	12.30	8.00	258.30	42600.00	164.92	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

A los primeros 7 días alcanzo una resistencia máxima de 164.92 kg/cm, teniendo como resistencia promedio para los ladrillos de concreto de esa edad de 152.20 kg/cm², superior al ladrillo patrón en un 3.50%.

Tabla 32. Ensayos a la Compresión de Ladrillos Experimental 14 días (20% de Sustitución)

DÍAS	UND.	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'c (kg/cm ²)	F'c Prom. (kg/cm ²)
	UND. 4	21.00	12.50	8.00	262.50	49190.00	187.39	
14	UND. 5	21.00	12.50	8.00	262.50	50040.00	190.63	193.35
	UND. 6	21.00	12.50	8.00	262.50	53030.00	202.02	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

A los 14 días se tuvo una resistencia máxima de 202.02 kg/cm², teniendo una resistencia promedio para los ladrillos de concreto a esta edad de 193.35 kg/cm² superando al patrón en un 13.37%. Por otro lado podemos ver que el promedio de los 14 días con sustitución del 20% es menor a la resistencia promedio de los ladrillos con sustitución al 15%.

Tabla 33. Ensayos a la Compresión de Ladrillos Experimental 28 días (20% de Sustitución)

DÍAS	UND.	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	F'c (kg/cm ²)	F'c Prom. (kg/cm ²)
	UND. 7	21.00	12.45	8.00	261.45	43420.00	166.07	
28	UND. 8	21.00	12.45	8.00	261.45	42260.00	161.64	162.93
	UND. 9	21.00	12.50	8.00	262.50	42280.00	161.07	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

A los 28 días se tuvo una resistencia máxima de 166.07 kg/cm², teniendo una resistencia promedio para los ladrillos de concreto esta edad de 162.93 kg/cm². Nos damos cuenta que la resistencia decae con respecto a la resistencia promedio de los ladrillos experimentales de 20% de sustitución ensayados a los 14 días. Por otro lado la resistencia es menor al ladrillo patrón a los 28 días en un 2.59%.

Resultado del Ensayo a la Compresión de Ladrillos de Concreto Experimental (20%)

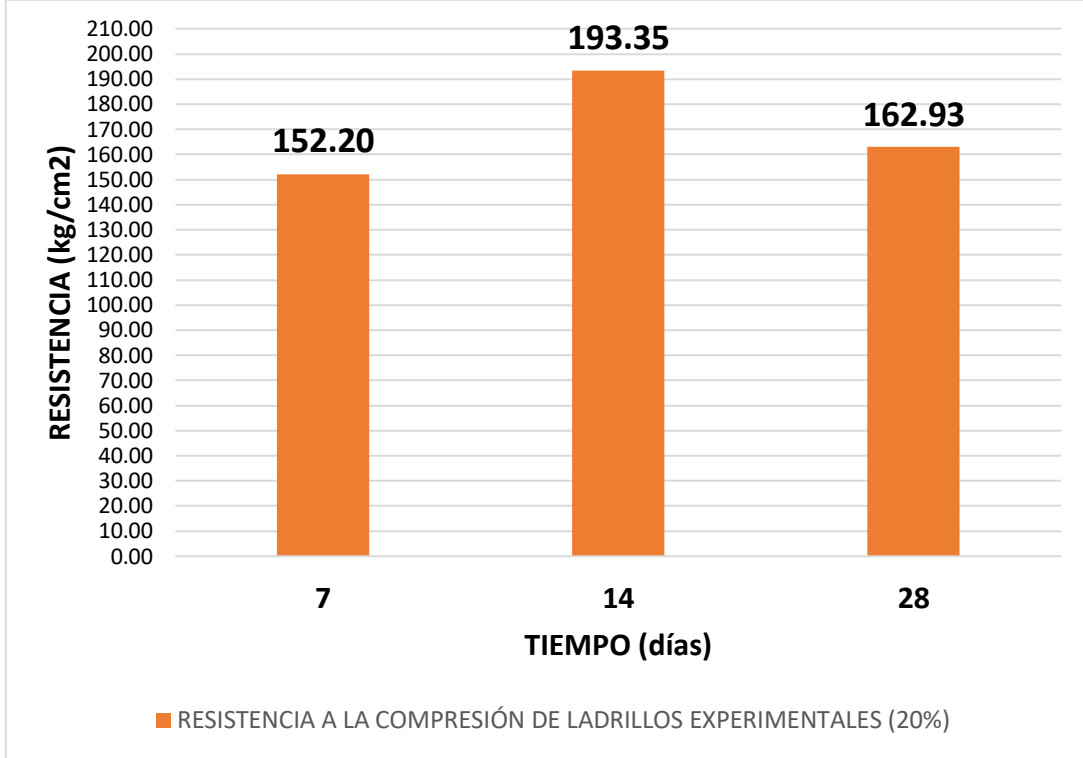


Figura 9. Resistencia a la Compresión de Ladrillos Experimentales (20% de Sustitución)

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

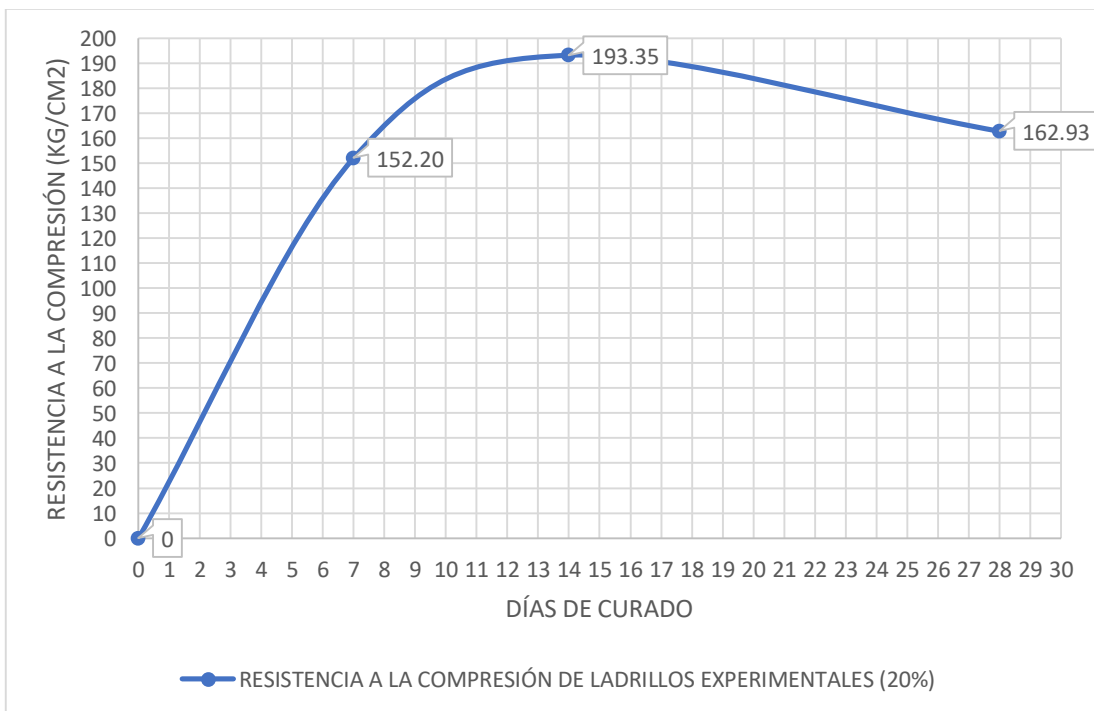


Figura 10. Curva de Resistencia a la Compresión de Ladrillos Experimentales (20% de Sustitución)

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

En la Figura 9 y 10 podemos darnos cuenta del crecimiento de la resistencia hasta los 14 días y como es que a los 28 días la resistencia decae.

Comparación de Resultados de los Ensayo a la Compresión de Ladrillos de Concreto Patrón y Experimentales.

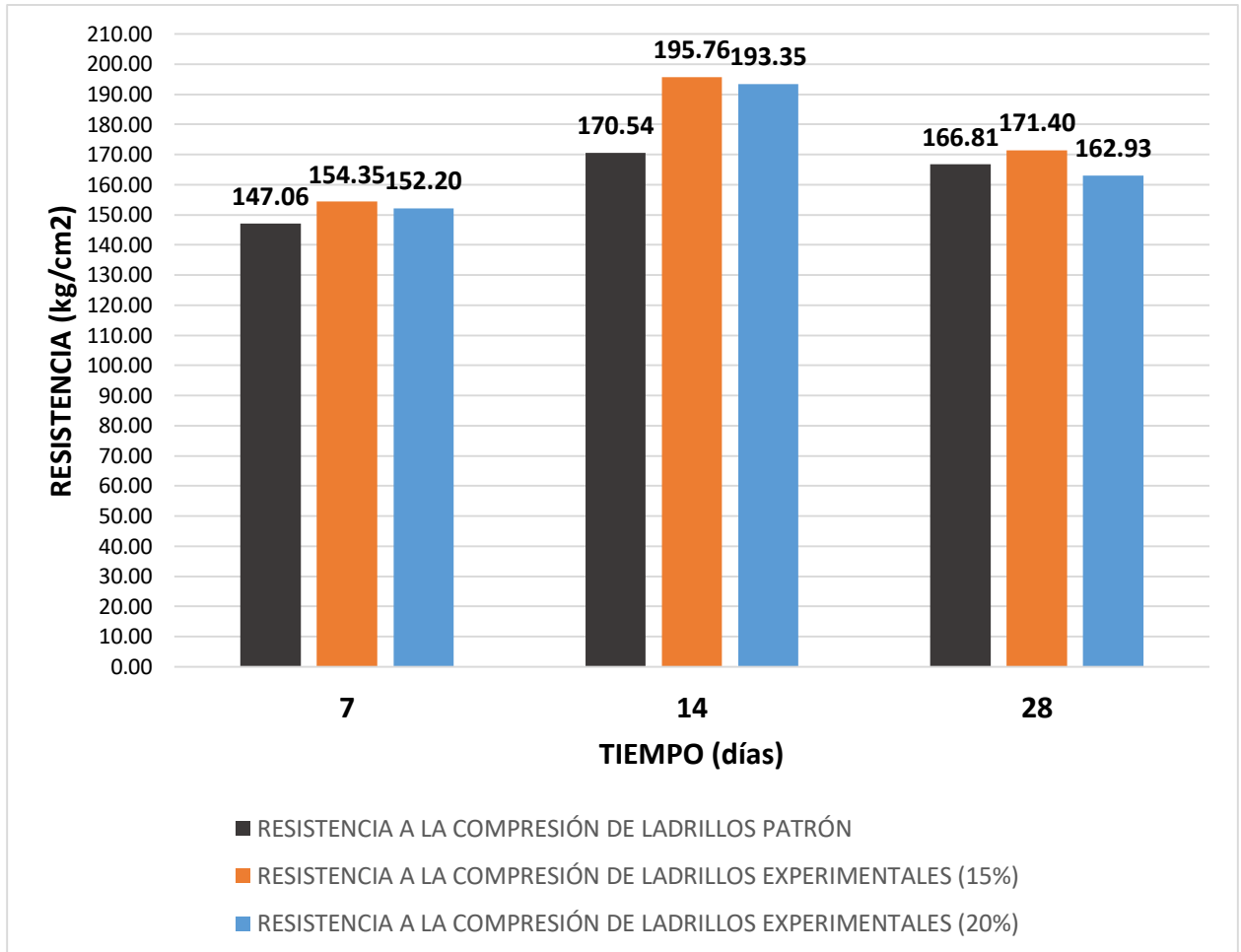


Figura 11. Resistencia a la Compresión de Ladrillos Patrón y Experimentales

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

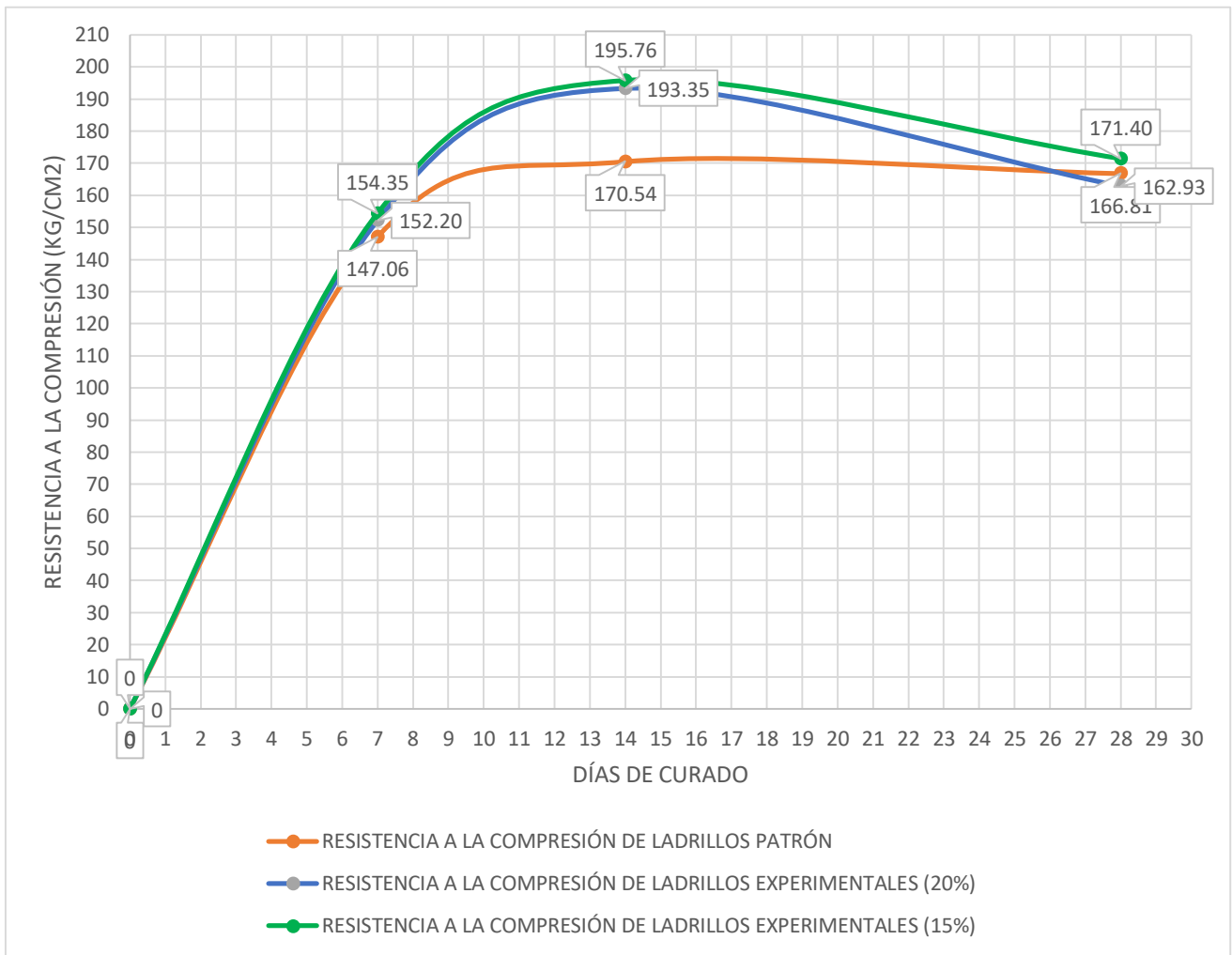


Figura 12. Curva de Resistencia a la Compresión de Ladrillos Patrón y Experimental
 Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

En la Figura 11 y 12 podemos darnos cuenta del crecimiento de la resistencia hasta los 14 días y como es que a los 28 días la resistencia decae para los 3 tipos de ladrillos.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un $p > 0.05$ para cada caso) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ($p = 0.643$ y $p > 0.05$) de las resistencias medias obtenidas en las unidades de ladrillo en cada tratamiento (sustitución de cemento por una combinación de ceniza de cola de caballo y concha de abanico) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

Tabla 34. Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las unidades de ladrillo de concreto.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Ceniza cola de caballo y concha abanico.	236,173	2	118,086	2,195	,227
Días de curado	1880,778	2	940,389	17,477	,011
Error	215,228	4	53,807		
Total	2332,179	8			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

En la Tabla 34 se puede visualizar que para la sustitución de cemento por la combinación de ceniza de cola de caballo y concha de abanico el $p\text{-value} > \alpha$ ($p = 0.227$, $p > 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para aceptar la hipótesis nula (H_0 : resistencias medias iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm^2 logradas en los ladrillos de concreto, con sustitución de cemento por la combinación de ceniza de cola de caballo y concha de abanico en 0%, 15%, y 20%, son iguales. Es decir, no existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de las unidades de ladrillo de concreto.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($p = 0.011$, $p < 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de los ladrillo de concreto son diferentes a consecuencia de los días de curado (existe un efecto significativo de los días de curado en las resistencias medias).

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En relación a los Antecedentes presentados:

Caneiro et. al. (2015) calcinó la cola de caballo a 500°C por un intervalo de tiempo de 2 horas, dándole como resultado que la suma de los más relevantes óxidos para la investigación como el Óxido de Silicio, Calcio y Aluminio sea apenas de 75% en relación con los otros Óxidos. Por otro en nuestra investigación se calcino solo a 320°C en un intervalo de 2 horas, alcanzando en este caso el 84.058% de la sumatoria de los Óxidos más relevantes. Según ello la temperatura utilizada en esta investigación es claramente menor, consiguiendo con ello un importante ahorro energético, contribuyendo así a que este proceso sea más amigable con el medio ambiente. De misma manera se podría considerar temperaturas más altas con el objetivo de tener un porcentaje mayor de óxidos.

De mismo modo Buasri, A. (2013), en su investigación sostiene que, al calcinar la concha de abanico a una temperatura entre los 700°C a 1000°C durante un tiempo estimado de 4 horas, producirán que los residuos de la concha de abanico obtengan una concentración de óxido de calcio (CaO) de 97.52 %, seguido de ello, Coronación S. (2016) en su investigación concluye que al activar térmicamente el polvo de concha de abanico a 900°C por 4 horas, este contiene un porcentaje de óxido de Calcio (CaO) en 99.59% por otro lado, en nuestra investigación se calcinó las conchas de abanico a una temperatura de 890°C por un intervalo de 4 horas alcanzando 79.289% por lo que alcanzamos menos porcentaje de óxidos, teniendo en cuenta también que este porcentaje de óxidos es con relación de un total de un 86.125% de la masa.

En relación con Análisis Térmico Diferencial:

Según la Figura 1. en el análisis termo gravimétrico de la cola de caballo podemos observar que existen 2 primeras caídas de masa a las temperaturas de 80°C y 120°C, según Manais et. al. (2011), esto se debe básicamente a la pérdida de la humedad, mediante la ebullición de agua existente en ella, además uno de los componentes principales de este material es el carbono donde teniendo ya estas temperaturas comienza el proceso de descarbonatación. Los siguientes intervalos de pérdida de masa son desde 250°C hasta 340°C, ello, por la deshidroxilación que finalizará oxidando los

compuestos de la masa aun presente, según Manais et. al. (2011) en esas temperaturas también se descompone térmicamente la celulosa que forma parte de las paredes celulares vegetales y hemicelulosa mezcla de glucosa, galactosa, xilosa, arabinosa, manosa, y ácidos urónicos.

Así mismo, en la figura 2, podemos darnos cuenta que a la temperatura de 105°C se muestra una banda endotérmica la cual se relaciona con la absorción de energía que produce el agua al pasar a su estado gaseoso (vapor), ello demuestra que se está absorbiendo energía y produciendo un cambio de la capacidad calorífica y como consecuencia de ello finalmente producir la evaporación del agua, a la vez se tiene otra banda endotérmica a los 210°C lo cual refleja que se absorbe energía de calor para liberar el carbono (descarbonatación), por último existe un pico endotérmico a los 370°C la cual nos indicaría algún posible cambio de fase y cambio estructural y en las características del material, ello se muestra en la liberación de energía que produce la oxidación de los componentes.

Por otro lado, en la Figura 3, el análisis Termo gravimétrico de las conchas de abanico se muestra una leve caída del material, indicando buena estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C, según Martínez (2016), ello se debe a las sustancias orgánicas, es decir, parte de la estructura celular del molusco (polisacáridos, proteínas y glicoproteínas) y algas podrían estar unidas a la superficie algo que suele existir en mínimas proporciones. A los 700°C la temperatura 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 38% de su masa inicial, según Martínez (2016), esto se produce debido a una reacción principal, que es la descarbonatación de carbonato de calcio.

En la Figura 4, se puede mostrar dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 110°C, y la otra a 210 °C, según Martínez (2016), esto correspondería con la presencia significativa de compuestos orgánicos específicos cuando se alcanzan sus temperaturas de sublimación, posteriormente se muestra un pico de absorción térmica a 890°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en el material como se mencionó anteriormente esto debido a la descarbonatación de carbonato de calcio.

En relación con la caracterización química de los materiales:

Dentro de la composición química de la cola de caballo se observa en la Tabla 9, que tenemos como componentes principales el Óxido de Silicio con un 59.98%, Óxido de Calcio con un 13.47%, Trióxido de Aluminio con un 10.67% y Trióxido de Hierro con un 0.41%, según la ASTM C 618 para estimar y clasificar la actividad puzolánica de un material, la sumatoria de estos elementos debe ser mayor al 70%, por lo que en este caso la sumatoria de estos elementos es 84.53% lo cual supera el criterio de puzolanidad antes mencionado, esto es positivo para el material ya que esto demuestra que las cenizas de cola de caballo tiene una buena reactividad puzolanica apta para que al ser combinado con los óxidos del cemento. De mismo modo, las conchas de abanico según la Tabla 10, demuestran que tienen Óxido de Silicio con un 1.59%, Óxido de Calcio con un 79.29%, Trióxido de Aluminio con un 4.20% y Trióxido de Hierro con un 0.09% que sumándolos llegarían a 89.46% que también sobrepasa los 70% mencionado anteriormente, lo que significa que las Conchas de Abanico tienen una buena reactividad puzolanica lo que indica ser apta para ser un buen sustituyente del cemento.

En la Tabla 9, podemos resaltar para las cenizas de cola de caballo la presencia del Óxido de Silicio en un 59.98%, lo que es beneficioso, según el cálculo potencial de Bogue el cual se encarga de cuantificar los minerales del clinker (ASTM C150-94), para aumentar la proporción del Silicato Dicalcico (C2S). Amador (2006), el Silicato Dicalcico (C2S) produce también una buena resistencia, aunque no tan alta como la del Silicato Tricalcico (C3S), además sabemos que reacciona mucho más lento a comparación que el (C3S) pero asegura el aumento de la resistencia a largo tiempo.

Por otro lado, en la Tabla 10, resaltamos el contenido de Óxido de Calcio (CaO) en las conchas de abanico puesto que alcanza los 79.29%, ello quiere decir, según el cálculo potencial de Bogue, aumentará el porcentaje del Silicato Tricalcico (C3S), que proporciona y determina altas resistencias mecánicas iniciales (Amador, 2006).

La presencia de Trióxido de Aluminio (Al_2O_3) en ambos materiales, potencia la ves el Aluminato Tetracalcico (C3A) la cual libera una gran cantidad de calor durante los primeros días de hidratación y endurecimiento contribuyendo así al desarrollo de las

resistencias muy tempranas y al fraguado del cemento, pero el C3A a la vez se puede atacar fácilmente por los salitres, se recomienda limitar su cantidad para no afectar propiedades finales del cemento (Amador, 2006).

Según el análisis las Cenizas de Cola de Caballo contienen Dióxido de Azufre (SO₂) en un 7.78 %, el azufre a su vez genera los sulfatos como el sulfato de calcio (CaSO₄), según Duda (2003) el cemento necesita una cantidad mínima de sulfato de cálcico para regular su tiempo de fraguado; además, también se ha determinado la máxima cantidad permisible en SO₃ en el cemento, que ha de excluir la “expansión por los sulfatos”. Según la NTP 334.009 el SO₃ en un cemento Portland Tipo I debe tener como máximo un porcentaje de 3%, aun así, debido al porcentaje de sustitución el aumento de SO₂ no superaría el permisible. El Óxido de Potasio en el concreto es como un cáncer el cual forma un gel que altera el contorno del agregado y empieza a hincharse absorbiendo agua e incrementando su volumen lo que con el paso del tiempo se transmite en fisuras (Osuna, 2009).

En relación con Potencial de Hidrogeno:

Según el manual de inspecciones técnicas de edificios el cemento portland tiene un PH entre 12,6 a 14 (Ibáñez, 2017). En la Tabla 11 el Ph del cemento tiene 13.50 de Ph, el polvo de concha de abanico 13.27 de Ph y las Cenizas de Cola de Caballo con 9.96 de Ph, este último acercándose más a un Ph neutro, aun así, la diferencia y el porcentaje de sustitución no alterarían significativamente el Ph general de la mezcla.

En relación con los Ensayos a la Compresión:

Es notorio que la resistencia más alta fueron los ensayos que tienen como sustitución el 15% de la mezcla de Cenizas de Cola de Caballo y Conchas de Abanico, puede ser interpretado por la estructura química del material debido a que la proporción sustituida del Óxido de Silicio es mayor que la proporción sustituida del Óxido de Calcio, ello generaría un rango cada vez menor del C3S retardando teniendo consigo la reducción de uno de sus principales componentes para lograr altas resistencias iniciales.

La grafica 8, muestra la reducción de las resistencias a la edad de 28 días en todos los casos, incluso en el patrón, lo que nos hace descartar que esta patología sea producto de los cambios mecánicos realizados por la sustitución del cemento, sino, puesto que no existe una manera reglamentaria de hacer los ladrillos de concreto, un mal proceso de elaboración sería más que claro. Por otra parte, aun teniendo esta pérdida de resistencia a los 28 días, los ladrillos que fueron elaborados con el 15% de sustitución siguieron teniendo una resistencia a la compresión mayor.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

Se activó térmicamente tanto las Cenizas de Cola de Caballo a una temperatura de 370°C en un periodo de 2 horas. A la vez se activó térmicamente las Conchas de Abanico a una temperatura de 890°C, por un periodo de 4 horas.

Se determinó potencial puzolana de las Cenizas de Cola de Caballo la cual contiene un 84.53%, de igual manera las Conchas de Abanico contienen un 89.46% ambos sobre lo estipulado con la norma ASTM C-618.

Los materiales con mayor alcalinidad con el Cemento Portland Tipo I y las Conchas de Abanico, teniendo un 13.50 y 13.27 de Ph respectivamente, a la vez las Cenizas de Cola Caballo presenta una alcalinidad menor con un 9.96 de Ph,

La relación a/c de la mezcla para el Ladrillo de Concreto Patrón y Experimentales es de 0.785, teniendo en cuenta las características de los agregados.

La resistencia del Ladrillo Patrón a los 28 días fue de 166.81 kg/cm², del Ladrillo experimental sustituido al 15% por el hibrido de Cenizas de Cola de Caballo y Conchas de Abanico fue de 171.40 kg/cm² lo que refleja un crecimiento del 2.76% y del Ladrillo experimental sustituido al 20% tiene una resistencia de 162.93 kg/cm² lo que refleja una caída de la resistencia en un 2.59%, con respecto al ladrillo patrón. Esto debido a que el procedimiento de elaboración de los ladrillos patrón y experimentales no fue adecuado debido a que fueron elaborados en condiciones donde no se pueden limitar o controlar la totalidad de las variables del proceso.

La Clasificación para Fines Estructurales de la unidad de albañilería es de TIPO IV puesto que a los 28 días la resistencia a la compresión está dentro de los límites que el Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 Albañilería estipula.

RECOMENDACIONES:

Calcinar las Cenizas de Cola de Caballo y las Conchas de Abanico a diferentes temperaturas y a diferentes tiempos para optimizar resultados.

Analizar la composición química de las Cenizas de Cola de Caballo y Conchas de Abanico por Difractometría de Rayos-X para determinar con los compuestos con mayor precisión.

Probar diferentes combinaciones, teniendo en cuenta aumentar porcentaje de Óxido de Calcio (CaO).

Mejorar las condiciones de los procesos de elaboración de ladrillos, se recomienda utilizar diferentes métodos y a tiempos distintos de curado para no llegar a comprometer la estructura del ladrillo.

Evaluar las Resistencias a la Compresión a edades de 60, 90 y 120 días para determinar la tendencia de la resistencia de los ladrillos con respecto al ladrillo Patrón y experimental.

VI. AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por darme la salud mental y física para salir adelante, por permitir que día a día pueda superar los obstáculos con la fortaleza, paciencia y esmero pese a todas las adversidades y obstáculos que se presentaron en este duro camino.

A Mis Padres:

Valerio Corzo y Amparo Chacón, que a pesar de las circunstancias supieron apoyarme y preocuparse por mí ya que con amor y consejos ha llenado mi vida de buenos valores, que con su ejemplo de esfuerzo y superación lograron hacer de mi la persona que ahora soy. Gracias por confiar en mí.

A Mi Familia:

A toda mi familia por apoyarme, por estar siempre preocupado de las cosas en especial a mis Hermanos Valery y Joseph Corzo Chacón, a mis abuelos Alfonso Corzo y María Enriques, que me apoyaron siempre con su consejo y esfuerzo; a mis abuelos Alfonso Chacón y Teodosia Urrutia que me protegieron y acompañaron en mis oraciones desde el cielo; a María Rodríguez por ser como una segunda madre; a Dayana Vásquez por su incondicional cariño y apoyo moral.

A mis compañeros:

Por su apoyo, respeto y cariño, ya que me acompañaron con esmero en este camino duro, supieron ayudarme con su alegría y esfuerzo pese a todos los inconvenientes, teniendo en cuenta que siempre tendré y tendrán una mano solidaria en quien confiar.

Anghello Francisco Corzo Chacón.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Abanto. (2009). *Tecnología del Concreto (Teoría y Problemas)*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/161103318/Flavio-Abanto-Castillo-Tecnologia-del-Concreto-Teoria-y-Problemas>
- Buasri, A. C. (2013). Calcium Oxide Derived from Waste Shells of Mussel, Cockle, and Scallop as the Heterogeneous Catalyst for Biodiesel Production. *The Scientific World Journal*, 1-7.
- Caneiro, Mayara; Magalhães, Washington; Muñiz, Graciela; Nisgoski, Silvana; Gundappa, Kestur. (2015). Preparation and Characterization of Nano Silica from Equisetum arvenses. *Bioprocessing & Biotechniques*, 5-6.
- Ching-hong Chen and , Joyce Lewin. (1969). *Silicon as a nutrient element for Equisetum arvense*. Canada: Canadian Journal of Botany.
- Duda. (2003). *Manual Tecnológico del Cemento*. Barcelona: Editores Tecnicos Asociados.
- Garces, L. (2017). *Cola de Caballo: sus propiedades y beneficios*. Recuperado el 28 de Septiembre de 2018, de Biomanantial: <https://www.biomanantial.com/cola-caballo-propiedades-beneficios-a-1261-es.html>
- García, Sánchez, Frías, Mújika. (2006). *Comportamineto Científico-Técnico de los cementos Portland elaborados con catalizador FCC*. Madrid: Gráficas/85 S.A.
- Hector Gallegos, Carlos Casabonne. (2005). *Albañilería Estructural* (Tercera ed.). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- IECA. (2017). *Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones*. Recuperado el 29 de Septiembre de 2017, de https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id_rep=179
- INACAL. (2001). NTP 400.012. Agregados. Análisis Granulométrico del Agregado Fino. En *Norma Técnica Peruana*. Lima: INACAL.

- INACAL. (2001). NTP 400.037. Agregados. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso. En *Norma Técnica Peruana*. Lima: INACAL.
- INACAL. (2006). NTP 339.088 *Requisitos de Calidad del Agua Para el Concreto*. Lima: INACAL.
- INACAL. (2006). NTP 399.601. Unidades de Albañilería de Concreto. En *Norma Técnica Peruana*. Lima: INACAL.
- INEI. (2007). *Estado de Viviendas en la Provincia del Santa*. Obtenido de <http://www.inei.gob.pe/bases-de-datos/>
- Litano. (2009). *Producción de carbonato de calcio a partir de los residuos sólidos del procesamiento de la concha de abanico en la provincia de Sechura*.
- Manals-Cutiño, Enma; Penedo-Medina, Margarita; Giralt-Ortega, Giselle. (2011). *ANÁLISIS TERMOGRAVIMETRICO Y TÉRMICO DIFERENCIAL DE DIFERENTES*. Recuperado el 25 de Agosto de 2018, de Tecnología Química: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543773005>
- Martinez. (2010). *Cementos y Morteros*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Comahue.
- Martinez, M. (2001). *Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura*. Mexico: Limusa.
- Mayra, O. (2014). *Evaluación de la Actividad Cicatrizante de un Gel elaborado a base de los Extractos de Cola de Caballo (Equisetum Arvense)*. Lima.
- Teodoro. (1997). *Materiales en Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. Lima.
- Universidad Mayor de San Marcos. (2012). *La Cola de Caballo (Equisetum Equisetaceae) Comercializada y Exportada del Perú*.

VIII. ANEXOS Y APÉNDICES

ANEXO N°1: INFORME CALCINACIÓN



ANALISIS DE LABORATORIO

SOLICITADO POR : CORZO CHACON ANGHELLO

ASUNTO : CALCINACION

PROCEDENCIA : CHIMBOTE

FECHA DE RECEPCION : 10/05/2018

FECHA DE ENTREGA : 22/05/2018

Descripción	Proceso	Peso inicial (g)	Peso final (g)	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (hr)
CENIZAS DE CONCHAS DE ABANICO	CALCINACION	400	320	890	4

Trujillo, 22 de Mayo del 2018


Ing. Juan Vega González
Jefe de Laboratorio
CIP 79515



ANALISIS DE LABORATORIO

SOLICITADO POR : CORZO CHACON ANGHELLO
ASUNTO : CALCINACION
PROCEDENCIA : CHIMBOTE
FECHA DE RECEPCION : 10/05/2018
FECHA DE ENTREGA : 22/05/2018

Descripción	Proceso	Peso inicial (g)	Peso final (g)	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (hr)
CENIZAS DE COLA DE CABALLO	CALCINACION	550	350	370	2

Trujillo, 22 de Mayo del 2018


Ing. Juan Vega González
Jefe de Laboratorio
CIP 79515

ANEXO N°2: ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL



Trujillo, 08 de mayo del 2018

INFORME N° 127 - MAY-18

Solicitante: Corzo Chacón Anghello – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Cola de caballo (1. gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CC-127MA	14.2 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: 14.2 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa



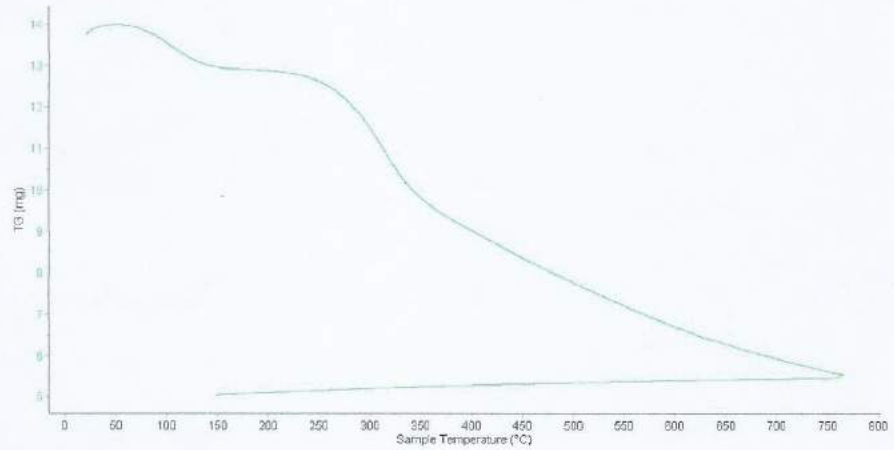


Trujillo, 08 de mayo del 2018

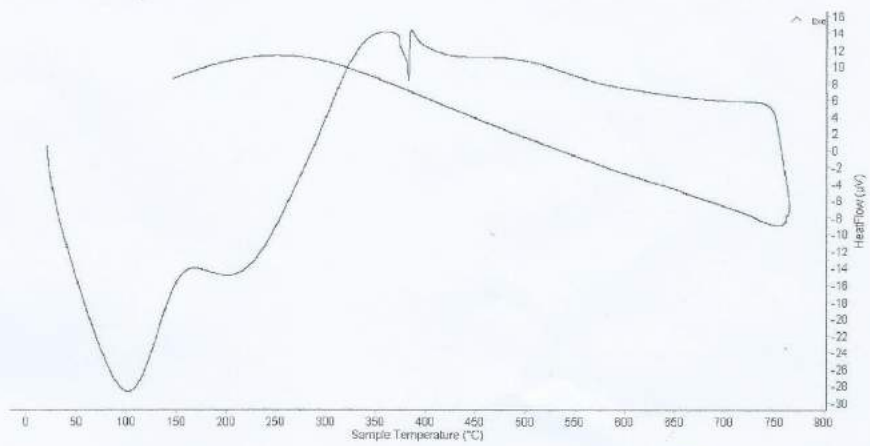
INFORME N° 127 - MAY-18

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica DSC





Trujillo, 08 de mayo del 2018

INFORME N° 127 - MAY-18

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra dos rangos de caídas significativas de la masa del material, la primera entre 80 y 120°C, y la segunda entre 250 y 340°C, posteriormente la caída se torna muy leve, hasta generar una pérdida total de aproximadamente 60% de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar algunos picos de absorción térmica, la primera a 105, y la otra a 210 ° C y posteriormente se muestra un pico más ligero de absorción térmica a 370°C que es una temperatura que marca un cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 08 de mayo del 2018

Ing. Danny Mesías Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



Trujillo, 08 de mayo del 2018

INFORME N° 125 - MAY-18

Solicitante: Corzo Chacón Anghello – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Concha de abanico (1. gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-125MA	46.7 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 – 1000 °C.
- Masa de muestra analizada: 46.7 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa



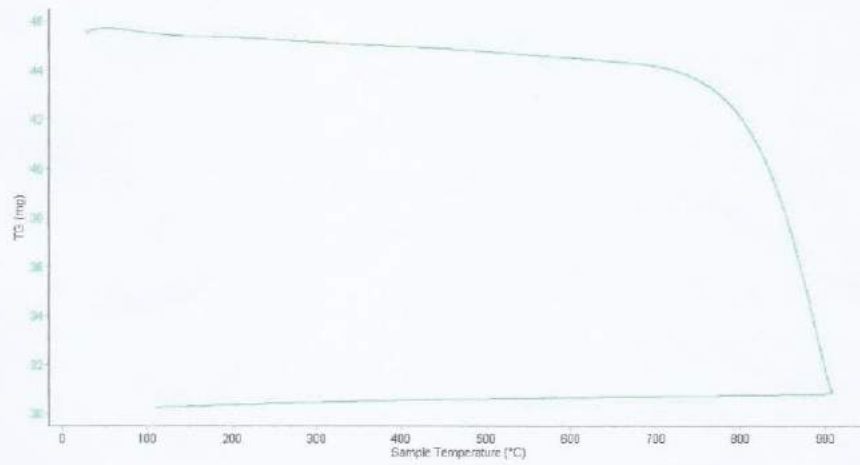


Trujillo, 08 de mayo del 2018

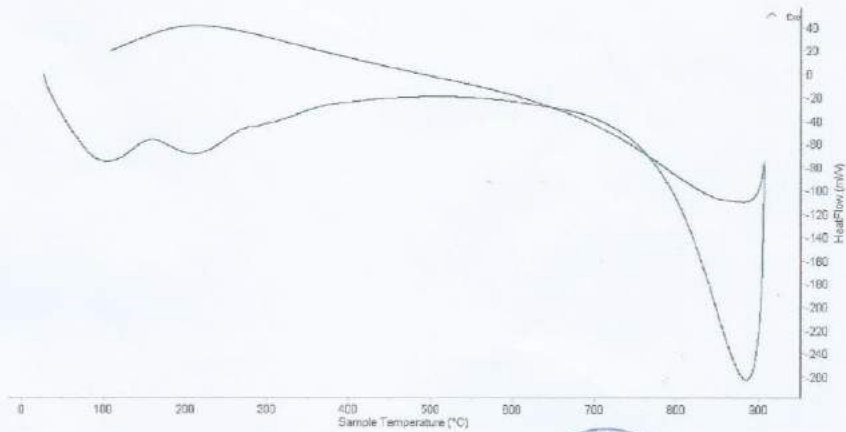
INFORME N° 125 - MAY-18

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica DSC



Tel.: 44-203510/919790880/958809003 damchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú





Trujillo, 08 de mayo del 2018

INFORME N° 125 - MAY-18

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 38% 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, 08 de mayo del 2018



[Firma]
U. Nro. Danny Mesias Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

ANEXO N°3: ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°107-LAQ/2017

Análisis de una muestra de ceniza de cola de caballo por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de cenizas de concha de abanico a pedido del Sr. **Corzo Chacón, Anghello Francisco**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia de Ladrillo con Sustitución del 10% del Cemento por Cenizas de Cola de Caballo.”

La muestra está en forma de grano fino de color gris.

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 6300 cts/s

Esta técnica 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 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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

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 cola de caballo. 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 intervalo 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.

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 formar en el proceso de calcinación y luego se normalizan para dar un total de 100%. Debe recalarse que la técnica da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Tabla 1. Composición elemental de la muestra de ceniza de cola de caballo
en % de masa.

Óxido	% masa	Normalizado
Al ₂ O ₃	10.672	10.776
SiO ₂	59.918	60.505
P ₂ O ₃	0.793	0.801
SO ₂	7.784	7.860
ClO ₂	1.878	1.888
K ₂ O	3.482	3.516
CaO	13.468	12.600
TiO ₂	0.052	0.052
Cr ₂ O ₃	0.015	0.015
Fe ₂ O ₃	0.413	0.417
Ni ₂ O ₃	0.004	0.004
CuO	0.290	0.293
As ₂ O ₃	0.010	0.010
ZnO	0.179	0.181
SrO	0.039	0.040
Y ₂ O ₃	0.003	0.003
ZrO ₂	0.008	0.008
Totales	99.030	100.00

La suma en términos de contenido de óxidos es ligeramente menor que 100% indicando que la muestra puede contener compuestos de Na y Mg que no pueden ser detectados por esta técnica y/o hay una ligera deficiencia en la calibración del instrumento. Para aclarar esta situación se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra con mayor precisión.



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 una muestra de ceniza de cola de caballo 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, 11 de diciembre del 2017



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Archeometría

Informe N°121-LAQ/2018

Análisis de cenizas de conchas de abanico por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de cenizas de conchas de abanico a pedido del Sr. **Corzo Chacón, Anghello Francisco**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia de Ladrillos con Sustitución de Cemento por un Híbrido de Cenizas de Cola de Caballo y Conchas de Abanico.”

La muestra está en 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 10 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 6470 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 consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

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 cáscara de huevo. 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 formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es menor



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y/o 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 conchas de abanico en% de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	4.196	4.873
SiO ₂	1.594	1.851
SO ₂	0.616	0.715
ClO ₂	0.008	0.009
K ₂ O	0.039	0.046
CaO	79.289	92.073
TiO	0.028	0.033
Cr ₂ O ₃	0.008	0.009
Fe ₂ O ₃	0.091	0.105
Ni ₂ O ₃	0.006	0.007
CuO	0.004	0.005
ZnO	0.003	0.003
As ₂ O ₃	0.018	0.021
RbO	0.005	0.005
SrO	0.204	0.237
ZrO ₂	0.006	0.008
Total	86.125	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Archeometría

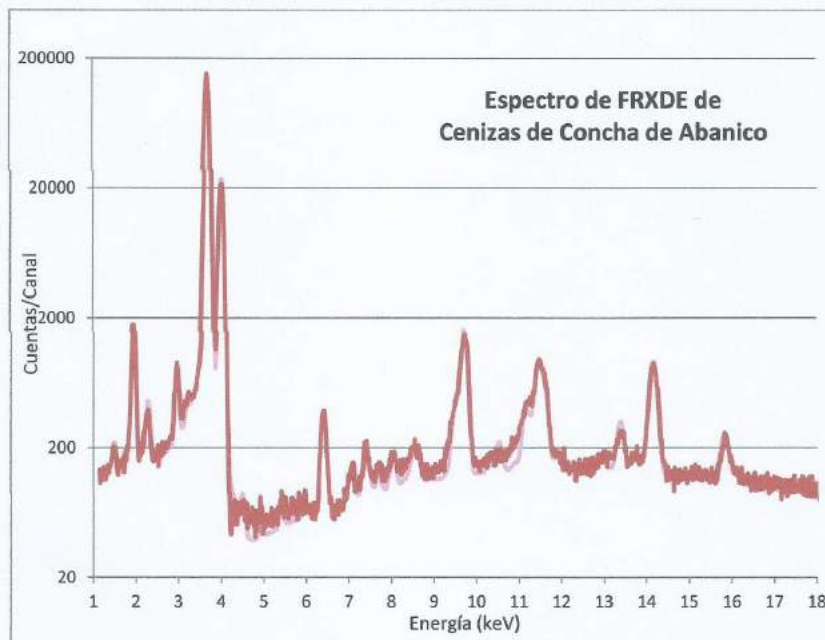


Figura 1. Espectro de FRXDE de cenizas de conchas de abanico en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Archeometría



Lima, 03 de setiembre del 2018

ANEXO N°4: ANÁLISIS DE PH



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

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

INFORME DE ENSAYO N° 20181010-005

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : **CORZO CHACÓN ANGHIELLO FRANCISCO.**
DIRECCIÓN : **Urb. El Trapecio Mz C'-4 II Etapa Chimbote**
PRODUCTO DECLARADO : **ABAJO INDICADO.**
CANTIDAD DE MUESTRA : **03 muestras.**
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : **En bolsa de polietileno cerrada.**
FECHA DE RECEPCIÓN : **2018-10-10**
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : **2018-10-10**
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : **2018-10-11**
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : **En buen estado.**
ENSAYOS REALIZADOS EN : **Laboratorio de Físico Químico.**
CÓDIGO COLECBI : **SS 181010-3**

RESULTADOS

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
Concha de Abanico	13,55
Cenizas de Cola de Caballo	10,67
Cemento Portland Tipo I	13,93

METODOLOGÍA EMPLEADA
pH : Potenciométrico.

NOTA:

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

Fecha de Emisión: **Nuevo Chimbote, Octubre 12 del 2018.**
GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.P. 326
COLECBI S.A.C.

L-AM-HRIE
Rev. 04
Fecha 2015-11-30

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

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

ANEXO N°5: ENSAYO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

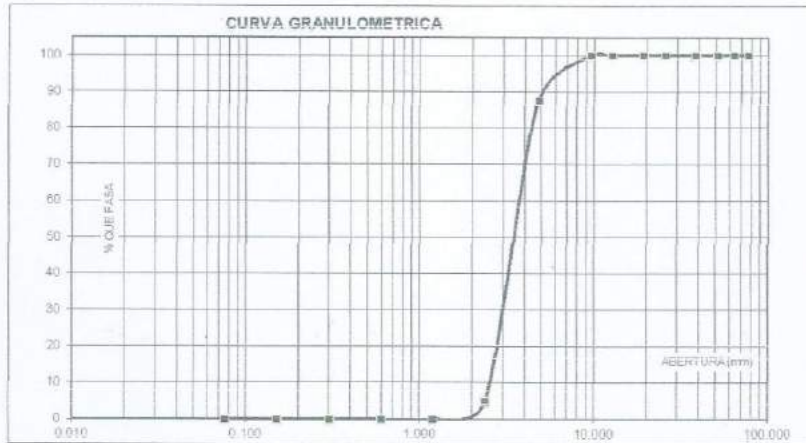
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO (ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH-CORZO CHACON ANGHELLO FRANCISCO
 TEMA : RESISTENCIA DE LADRILLOS CON SUSTITUCION DEL CEMENTO EN UN 15% Y 20% POR UN HIBRIDO DE CENIZAS DE COLA DE CABALLO Y CONCHAS DE ABANICO
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : CONQUITILLO
 FECHA : 23/08/2018

TAMIZ	Abert (mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acum. (%)	% 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"	39.100	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	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.760	108.5	12.5	12.5	87.5
N° 6	2.360	683.5	82.7	95.2	4.8
N° 10	1.180	39.5	4.8	100.0	0.0
N° 30	0.800	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 50	0.500	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM-C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		826.5	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Tamaño Máximo Nominal	1 1/4"
Huso	N° 67 Ref. (ASTM C-55)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante



Finos Limo y Arcilla	Arena			Grava	
	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Rojas
 I.E.P.E.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

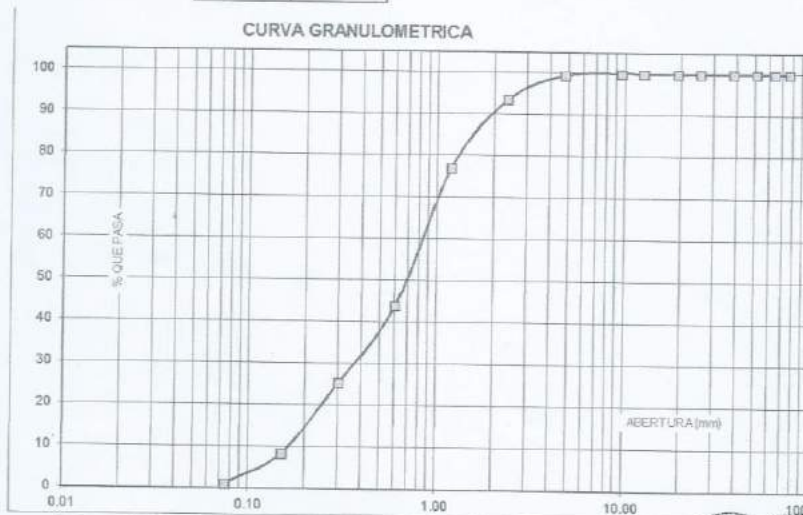
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO (ASTM C 136-05)

SOLICITA : BACH CORZO CHACON ANGHELLO FRANCISCO
 TEMA : RESISTENCIA DE LADRILLOS CON SUSTITUCION DEL GEMENTO EN UN 15% Y 20% POR UN HIBRIDO DE CENIZAS DE COLA DE CABALLO Y CONCHAS DE ABANICO
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 22/09/2018

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	4.0	0.5	0.5	99.5
N° 8	2.36	46.0	5.8	6.3	93.7
N° 16	1.18	131.0	16.6	22.9	77.1
N° 30	0.60	261.5	33.1	56.1	43.9
N° 50	0.30	146.0	18.5	74.6	25.4
N° 100	0.15	134.0	17.0	91.6	8.4
N° 200	0.08	58.0	7.4	98.9	1.1
PLATO ASTM C-117-04		8.5	1.1	100.0	0.0
TOTAL		789.0	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.52

OBSERVACIONES
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.



Finos	Arena			Grueso
Limo y Arcilla	Fina	Media	Gruesa	Fina

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH CORZO CHACON ANGELO FRANCISCO
TEMA : RESISTENCIA DE LADRILLOS CON SUSTITUCION DEL CEMENTO EN UN 15% Y 20% POR UN HIBRIDO
DE CENIZAS DE COLA DE CABALLO Y CONCHAS DE ABANICO
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : CONFITILLO
FECHA : 22/09/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	6900	7050	6900
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	3574	3724	3574
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1282	1336	1282
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1300		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1296		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7350	7350	7350
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4024	4024	4024
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1443	1443	1443
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1443		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1438		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH CORZO CHACON ANGHELLO FRANCISCO
TEMA : RESISTENCIA DE LADRILLOS CON SUSTITUCION DEL CEMENTO EN UN 15% Y 20% POR UN HIBRIDO
DE CENIZAS DE COLA DE CABALLO Y CONCHAS DE ABANICO
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 22/03/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7550	7550	7550
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	4230	4230	4230
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1517	1517	1517
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1517		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1611		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8000	8000	8000
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	4680	4680	4680
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1679	1679	1679
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1679		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1672		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecanica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

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

SOLICITA : BACH CORZO CHACON ANGHELLO FRANCISCO
TEMA : RESISTENCIA DE LADRILLOS CON SUSTITUCION DEL CEMENTO EN UN 15% Y 20% POR UN HIBRIDO
DE CENIZAS DE COLA DE CABALLO Y CONCHAS DE ABANICO
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : CONFITILLO
FECHA : 22/08/2018

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	601.90	504.80
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	340.00	324.40
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	261.90	180.40
D	Peso de material seco en estufa	598.30	499.90
E	Volumen de masa (C-(A-D))	258.30	175.50
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.284	2.771
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.298	2.798
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.316	2.848
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.60	0.98

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.528
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.548
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.582
Absorción (%) : 0.79



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

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

SOLICITA : BACH. CORZO CHACÓN ANGELO FRANCISCO
TEMA : RESISTENCIA DE LADRILLOS CON SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO EN UN 15% Y 20% POR UN HÍBRIDO DE CENIZAS DE OLA DE CABALLO Y CONCHAS DE ABANICO
CANTERA : VESIGUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 22/08/2018

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnómetro + agua	gr.	687.10	687.10
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B)	cm ³	987.10	987.10
D	Peso de picnómetro + agua + material	gr.	877.40	877.40
E	Volumen de masa + volumen de vacíos (C-D)	cm ³	109.70	109.70
F	Peso de material seco en estufa	gr.	297.60	297.60
G	Volumen de masa (E-(A-F))		107.30	107.30
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.713	2.713
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.735	2.735
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.774	2.774
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100		0.81	0.81

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.713
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.735
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.774
Absorción (%) : 0.81



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO
(ASTM D-2216)**

SOLICITA : BACH CORZO CHACON ANGHELLO FRANCISCO
TEMA : RESISTENCIA DE LADRILLOS CON SUSTITUCION DEL CEMENTO EN UN 15% Y 20% POR UN HBRIDO
DE CENZAS DE COLA DE CABALLO Y CONCHAS DE ABANICO
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 22/08/2018

PROBETA Nº	01	02	03
TARA Nº			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	722.1	673.3	
TARA + SUELO SECO (gr)	719.6	670.8	
PESO DEL AGUA (gr)	2.5	2.5	
PESO DE LA TARA (gr)	74.4	65.6	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	645.2	605.2	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.39	0.41	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.40	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)**

SOLICITA : BACH CORZO CHACON ANGHIELLO FRANCISCO
TEMA : RESISTENCIA DE LADRILLOS CON SUSTITUCION DEL CEMENTO EN UN15% Y 20% POR UN HIBRIDO
DE CENIZAS DE COLA DE CABALLO Y CONCHAS DE ABANICO
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : CONFITILLO
FECHA : 22/08/2018

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	587.3	651.6	
TARA + SUELO SECO (gr)	585.4	649.8	
PESO DEL AGUA (gr)	1.9	1.8	
PESO DE LA TARA (gr)	63.6	72.1	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	521.8	577.7	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.36	0.31	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.34	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

**ANEXO N°6: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE
LADRILLOS PATRÓN Y EXPERIMENTAL**



COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-PATRON

SOLICITA : BACH. CORZO CHACON AUGHELLO FRANCISCO
TEMA : "RESISTENCIA DE LADRILLOS CON SUSTITUCION DEL CEMENTO EN UN 15% Y 20%
POR HIBRIDO DE CENIZAS DE COLA DE CABALLO Y CONCHAS DE ABANICO
UBICACIÓN : CHIMBOTE- PROVINCIA DE SANTA - ANCASH
FECHA : 22/08/2018

MATERIAL : LADRILLO (EXPERIMENTAL 15%)
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 21 x 13 x 8

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 7 DIAS	21.00	12.5	8.00	262.5	40,160	152.99
M-2 7 DIAS	21.00	12.3	8.00	258.3	40,800	157.96
M-3 7 DIAS	21.00	12.3	8.00	258.3	39,290	152.11
PROMEDIO						154.35

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 14 DIAS	21.00	12.5	8.00	262.5	51,870	197.60
M-2 14 DIAS	21.00	12.5	8.00	262.5	49,660	189.18
M-3 14 DIAS	21.00	12.5	8.00	262.5	52,630	200.50
PROMEDIO						195.76

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 28 DIAS	21.00	12.5	8.00	262.5	46,010	175.28
M-2 28 DIAS	21.00	12.5	8.00	262.5	44,860	170.90
M-3 28 DIAS	21.00	12.5	8.00	262.5	44,110	168.04
PROMEDIO						171.40


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-PATRON

SOLICITA : BACH. CORZO CHACON AUGHELLO FRANCISCO
TEMA : RESISTENCIA DE LADRILLOS CON SUSTITUCION DEL CEMENTO EN UN 15% Y 20%
POR HIBRIDO DE CENIZAS DE COLA DE CABALLO Y CONCHAS DE ABANICO
UBICACIÓN : CHIMBOTE- PROVINCIA DE SANTA - ANCASH
FECHA : 22/08/2018

MATERIAL : LADRILLO (PATRON)
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 21 x 13 x 8

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 7 DIAS	21.00	12.5	8.00	262.5	40,250	153.33
M-2 7 DIAS	21.00	12.55	8.00	263.6	37,140	140.92
M-3 7 DIAS	21.00	12.55	8.00	263.6	38,720	146.92
PROMEDIO						147.06

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 14 DIAS	21.00	12.5	8.00	262.5	45,730	174.21
M-2 14 DIAS	21.00	12.5	8.00	262.5	44,130	168.11
M-3 14 DIAS	21.00	12.5	8.00	262.5	44,440	169.30
PROMEDIO						170.54

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 28 DIAS	21.00	12.5	8.00	262.5	47,150	179.62
M-2 28 DIAS	21.00	12.5	8.00	262.5	43,030	163.92
M-3 28 DIAS	21.00	12.5	8.00	262.5	41,180	156.88
PROMEDIO						166.81


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-PATRON

SOLICITA : BACH. CORZO CHACON AUGHELLO FRANCISCO
TEMA : RESISTENCIA DE LADRILLOS CON SUSTITUCION DEL CEMENTO EN UN 15% Y 20%
POR HIBRIDO DE CENIZAS DE COLA DE CABALLO Y CONCHAS DE ABANICO
UBICACIÓN : CHIMBOTE- PROVINCIA DE SANTA - ANCASH
FECHA : 22/08/2018

MATERIAL : LADRILLO (EXPERIMENTAL 20%)
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 21 x 13 x 8

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 7 DIAS	21.00	12.5	8.00	262.5	39,300	149.71
M-2 7 DIAS	21.00	12.3	8.00	258.3	36,670	141.97
M-3 7 DIAS	21.00	12.3	8.00	258.3	42,600	164.92
PROMEDIO						152.20

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 14 DIAS	21.00	12.5	8.00	262.5	49,190	187.39
M-2 14 DIAS	21.00	12.5	8.00	262.5	50,040	190.63
M-3 14 DIAS	21.00	12.5	8.00	262.5	53,030	202.02
PROMEDIO						193.35

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
M-1 28 DIAS	21.00	12.45	8.00	261.5	43,420	166.07
M-2 28 DIAS	21.00	12.45	8.00	261.5	42,260	161.64
M-3 28 DIAS	21.00	12.5	8.00	262.5	42,280	161.07
PROMEDIO						162.93



RESULTADO DE LA PRUEBA DE HIPOTESIS

Tabla 1: Resistencias a la compresión de unidades de ladrillo de concreto con una sustitución de cemento por la combinación de ceniza de cola de caballo y de concha de abanico según días de curado

Días de curado	Resistencia de ladrillo con ceniza de cola de caballo concha de abanico		
	Patrón	15%	20%
7	147,06	154,35	152,20
14	170,54	195,76	193,35
28	166,81	171,40	162,93

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla 1 se puede apreciar que las resistencias a la compresión de las unidades de ladrillo son menores a los 7 días de curado y mayores resistencias de presenta a los 14 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un $p > 0.05$ para cada caso) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ($p = 0.643$ y $p > 0.05$) de las resistencias medias obtenidas en las unidades de ladrillo en cada tratamiento (sustitución de cemento por una combinación de ceniza de cola de caballo y concha de abanico) se procedió a realizar la prueba ANOVA

Tabla 2: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las unidades de ladrillo de concreto.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Ceniza cola de caballo y concha abanico.	236,173	2	118,086	2,195	,227
Días de curado	1880,778	2	940,389	17,477	,011
Error	215,228	4	53,807		
Total	2332,179	8			

Fuente: Resultados de las Pruebas de Hipótesis con el SPSS

En la tabla 2 se puede visualizar que para la sustitución de cemento por la combinación de ceniza de cola de caballo y concha de abanico el $p\text{-value} > \alpha$ ($p=0.227$, $p > 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para aceptar la hipótesis nula (H_0 : resistencias medias iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm^2 logradas en los ladrillos de concreto, con sustitución de cemento por la combinación de ceniza de cola de caballo y concha de abanico en 0%, 15%, y 20%, son iguales. Es decir, no existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de las unidades de ladrillo de concreto.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($p=0.011$, $p < 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de los ladrillo de concreto son diferentes a consecuencia de los días de curado (existe un efecto significativo de los días de curado en las resistencias medias).

PANEL FOTOGRÁFICO

A. RECOLECCIÓN DE MATERIALES:



FOTO N° 1. Agregado Fino (Arena Gruesa) Cantera de Vesique



FOTO N° 2. Agregado Grueso (Confitillo) Cantera de Ruben

B. ANALISIS GRANULOMÉTRICO:



FOTO N° 3. Cuarteo del Agregado Fino (Arena Gruesa)



FOTO N° 4. Cuarteo de Agregado Grueso (Confitillo)



FOTO N° 5. Tamizado de Agregados



FOTO N° 6. Pesaje de Retenidos en las Mallas

C. CONTENIDO DE HUMEDAD



FOTO N° 7. Ingresando los Agregados Húmedos al Horno

D. GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN



FOTO N° 8. Pesaje del Píómetro + Agua



FOTO N° 9. Eliminando Vacíos en la Arena Gruesa



FOTO N° 10. Humedeciendo el Agregado Grueso (Confitillo)

E. PESO UNITARIO



FOTO N° 11. Realizando el Peso Unitario Suelto



FOTO N° 12. Realizando el Peso Unitario Compactado

F. ELABORACIÓN DEL DISEÑO DE MEZCLA (TANTEO)



FOTO N° 13. Dosificación de Materiales En diferentes Pesos



FOTO N° 14. Mezcla de Materiales (Diseño 1)



FOTO N° 15. Elaborando Ladrillo en la Mesa Vibratoria



FOTO N° 16. Resultado de Ladrillo (Dosificación 1)



FOTO N° 17. Mezcla de Materiales (Diseño 2)



FOTO N° 18. Resultado de Ladrillo (Dosificación 2)



FOTO N° 19. Elaboración sin Mesa Vibratoria, Chuseado de la Mezcla (Dosificación 2)



FOTO N° 20. Evitando Vacíos con el Martillo de Goma.



FOTO N° 21. Llenado de la última capa del Ladrillo.



FOTO N° 22. Compactado del Ladrillo de Concreto



FOTO N° 23. Óptimos Resultado en la Textura y Estructura del Ladrillo



FOTO N° 24. Supervisión y Verificación de la Calidad de los Ladrillo en Fresco

G. OBTENCIÓN Y PROCESO DE MATERIA PRIMA



FOTO N° 25. Obtención en Huaca-Choloque de la planta Cola de Caballo



FOTO N° 26. *Lavado y Secado de la Cola de Caballo*



FOTO N° 27. *Molido en Natural de Cola de Caballo.*



FOTO N° 28. Pre-Calcificación de la Cola de Caballo



FOTO N° 29. Cola de Caballo Calcinada según ATD.

H. ELABORACIÓN DE LADRILLOS



FOTO N° 30. Mezcla para Elaboración de Ladrillos Patrón



FOTO N° 31. Supervisión en el Compactado de los Ladrillos Patrón

I. ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LADRILLOS



FOTO N° 32. Nivelación y Capping de Yeso-Cemento



FOTO N° 33. Medición de los Ladrillos



FOTO N° 34. Pesaje de los Ladrillos



FOTO N° 35. Ensayo a la Compresión de Ladrillos