

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto
sustituyendo al cemento por la combinación de polvo de
concha de abanico y arcilla**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Mendoza Falcón, Jean Pierre

Asesor

Salazar Sánchez, Dante

Chimbote – Perú

2020

PALABRAS CLAVE

Tema	Resistencia del ladrillo
Espacialidad	Tecnología del concreto

KEYWORDS

Topic	Brick strength
Speciality	Concrete technology

LÍNEA DE INVESTIGACION

Programa	Ingeniería Civil
Línea de investigación	Construcción y Gestión de la construcción
Área	Ingeniería y tecnología
Subarea	Ingeniería civil
Disciplina	Ingeniería civil Ingeniería de la construcción

TÍTULO DE LA INVESTIGACION

Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto sustituyendo al cemento por la combinación de polvo de concha de abanico y arcilla

RESUMEN

Esta investigación tuvo como propósito principal determinar la resistencia a la compresión de ladrillos de concreto patrón y experimental, de tal manera que en los experimentales se elaboren sustituyendo el 8% y 12% del cemento por la combinación de polvo de concha de abanico y arcilla, en proporción 1:3, buscando superar la resistencia al ladrillo patrón.

Se aplicó el método experimental en el cual se elaboraron ladrillos patrones con un diseño de mezcla para una resistencia de 130 kg/cm² y dos grupos de ladrillos experimentales en los cuales se elaboraron con las sustituciones de cemento especificadas en el párrafo anterior,

El proceso que se siguió para obtener los resultados en esta investigación consistió primero en seleccionar las conchas de abanico y la arcilla (la cual fue obtenida de la ciudad de Cajabamba), las cuales fueron activadas mecánica y térmicamente, obteniendo así un material puzolánico que fue utilizado para sustituir el cemento.

Luego se procedió a realizar el diseño de mezcla para una resistencia de 130 kg/cm², Por consiguiente, con los datos obtenidos del diseño de mezcla se elaboraron los ladrillos de concreto, tanto patrón como experimentales, en una maquina especial para fabricar estas unidades. Las muestras fueron curadas por inmersión y ensayadas a las edades de 7 y 14 días, para 28 días fue calculada mediante una curva de tendencia con los datos obtenidos de los días anteriores.

Resultando una resistencia para los patrones de 149.73kg/cm² (115.18% de 130kg/cm²) para los elaborados con 8% de sustitución 146.87 kg/cm², (112.98% de 130 kg/cm²) y para los elaborados con 12% de sustitución 140.73 kg/cm² (108.25% de 130 kg/cm²), en la que todas las unidades superaron la resistencia de diseño, sin embargo los realizados con sustitución no lograron superar la resistencia del patrón.

ABSTRACT

The main purpose of this research was to determine the compression resistance of standard and experimental concrete bricks, in such a way that the experimental ones are made by substituting 8% and 12% of cement for the combination of scallop powder and clay, in 1: 3 ratio, seeking to overcome the resistance to the standard brick.

The experimental method was applied in which standard bricks were made with a mix design for a resistance of 130 kg / cm² and two groups of experimental bricks in which they were made with the cement substitutions specified in the previous paragraph,

The process that was followed to obtain the results in this investigation consisted first of selecting the scallops and the clay (which was obtained from the city of Cajabamba), which were mechanically and thermally activated, thus obtaining a pozzolanic material that was used to replace cement.

Then the mix design was carried out for a resistance of 130 kg / cm². Therefore, with the data obtained from the mix design, the concrete bricks, both standard and experimental, were made in a special machine to manufacture these units. The samples were cured by immersion and tested at the ages of 7 and 14 days, for 28 days it was calculated using a trend curve with the data obtained from the previous days.

Resulting in a resistance for the standards of 149.73kg / cm² (115.18% of 130kg / cm²) for those made with 8% of substitution 146.87 kg / cm², (112.98% of 130 kg / cm²) and for those made with 12% of substitution 140.73 kg / cm² (108.25% of 130 kg / cm²), in which all units exceeded the design resistance, however those made with substitution failed to overcome the resistance of the standard brick.

INDICE

Tema	Pagina N°
Palabras clave – Key words – Línea de investigación	i
Título de la Investigación	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice	v
Índice de Tablas	vi
Índice de Figuras	vii
I. Introducción	1
II. Metodología	14
III. Resultados	21
IV. Análisis y Discusión	35
V. Conclusión y Recomendaciones	38
VI. Referencias bibliográficas	41
Anexos y apéndice	44

INDICE DE TABLAS

	Página N°
Tabla 01. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.....	3
Tabla 02. Composición química del cemento portland	4
Tabla 03. Composición química de la arcilla de Yacya	10
Tabla 04. Límites de Atterberg de la arcilla de Cajabamba.	21
Tabla 05. Temperatura de Calcinación de materiales	22
Tabla 06. Composición química del polvo de concha de abanico	22
Tabla 07. Composición química de la arcilla de Cajabamba - Cajamarca	23
Tabla 08. Ensayo de pH.....	24
Tabla 09. Diseño de mezcla patrón y experimental	24
Tabla 10. Cantidades a sustituir al cemento por unidad para los ladrillos experimentales	25
Tabla 11. Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos patrón a los 7 días de curado	25
Tabla 12. Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos patrón a los 14 días de curado	26
Tabla 13. Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos experimentales n° 01 a los 7 días de curado.	28
Tabla 14. Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos experimentales n° 01 a los 14 días de curado.	28
Tabla 15. Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos experimentales n° 02 a los 7 días de curado	30
Tabla 16. Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos experimentales n° 02 a los 14 días de curado	31

INDICE DE FIGURAS

	Página N°
Figura 01. Diagrama de flujo del procedimiento experimental	14
Figura 02. Ubicación de los límites de Atterberg en el diagrama de Holtz y Kovacs	21
Figura 03. Curva de Resistencia de ladrillos patrón.....	26
Figura 04. Resistencia a la compresión de ladrillos patrón	27
Figura 05. Curva de Resistencia de ladrillos experimentales n°01	29
Figura 06. Resistencia a la compresión de ladrillos experimental n°01	30
Figura 07. Curva de Resistencia de ladrillos experimentales n°02	32
Figura 08. Resistencia a la compresión de ladrillos experimental n°02.....	33
Figura 09. Comparación de resistencia a la compresión entre ladrillo patrón y experimentales	34
Figura 10. Obtención de agregado fino de la cantera Rubén.	46
Figura 11. Obtención de agregado grueso de la cantera Rubén.	46
Figura 12. Secado de muestras de agregados para cálculo de contenido de humedad.....	46
Figura 13. Llenado y enrasado de molde para el cálculo de peso unitario de los agregados.	46
Figura 14. Peso del molde más agregado grueso	47
Figura 15. Peso del molde más agregado fino	47
Figura 16. Agregados sumergidos en baldes con agua de un día para otro.....	47
Figura 17. Secado superficial del confitillo	47
Figura 18. Secado superficial de la arena en cocina.	48
Figura 19. Peso sumergido del agregado grueso.....	48

Figura 20. Prueba del cono para verificar que la arena esta superficialmente seca.	48
Figura 21. Colocación de muestras en estufa, para posterior cálculo de peso específico.	48
Figura 22. Extracción de vacíos de la fiola con arena y agua, supervisado por el asesor.	49
Figura 23. Granulometría de los agregados.	49
Figura 24. Supervisión del asesor durante ensayos a los agregados.	49
Figura 25. Excavación superficial para encontrar arcilla.	49
Figura 26. Extracción de la arcilla en la ciudad de Cajabamba	50
Figura 27. Lavado de la arcilla y pasada por malla organza	50
Figura 28. Asentado de la arcilla durante 24 horas para diferenciar de limos.....	50
Figura 29. Retirado del agua del balde con arcilla.....	50
Figura 30. Secado de la arcilla al sol, en fuente de metal.	51
Figura 31. Lavado de conchas de abanico para quitar impurezas.....	51
Figura 32. Secado al sol de conchas de abanico.	51
Figura 33. Concha de abanico triturada antes de calcinación.....	51
Figura 34. Arcilla triturada antes de calcinación	52
Figura 35. Ensayo para límite liquido de la arcilla.	52
Figura 36. Ensayo para límite plástico de la arcilla.	52
Figura 37. Concha de abanico calcinada	52
Figura 38. Arcilla de Cajabamba calcinada.....	53
Figura 39. Molienda y tamizado por malla #200 de la arcilla calcinada.....	53
Figura 40. Molienda y tamizado por malla #200 de la concha de abanico calcinada	53

Figura 41. Peso de arcilla de Cajabamba tamizada.....	53
Figura 42. Pesado de la concha de abanico tamizada	54
Figura 43. Mezcla de cemento con la combinación de concha de abanico y arcilla	54
Figura 44. Pesado de materiales para elaborar los ladrillos patrón.....	54
Figura 45. Pesado de materiales para elaborar los ladrillos experimental n°01, 8% de sustitución	54
Figura 46. Pesado de materiales para elaborar los ladrillos experimental n°02, 12% de sustitución	55
Figura 47. Maquina utilizada para la elaboración de los ladrillos	55
Figura 48. Trompo utilizado para mezclar los materiales	55
Figura 49. Relleno de los moldes con la mezcla preparada.....	55
Figura 50. Enrasado de los moldes	56
Figura 51. Desencofrado de ladrillos	56
Figura 52. Ladrillos experimentales n°01	56
Figura 53. Ladrillos experimentales n°02	56
Figura 54. Cobertura con plástico de las unidades durante 24 horas.....	57
Figura 55. Curado sumergido de las unidades de ladrillos de concreto	57
Figura 56. Medición de las dimensiones de los ladrillos	57
Figura 57. Ensayo de Resistencia a la compresión	57

I. INTRODUCCIÓN

Antecedentes y fundamentación científica.

Flores y Mazza (2015) utilizan residuos de concha de abanico calcinada a 800° C durante 4 horas, en sus mezclas de concreto y concluyen que adicionar estos residuos en un rango de 5% a 10% mejora la resistencia del concreto en un 9.4% en comparacion de la resistencia inicial.

Julian, Flores, Cribillero y Velázquez (2017) investigan la resistencia a la compresión de una pasta de concha-arcilla, para conocer el grado de puzonalidad estos materiales, utilizando arcilla activada de Yacya y concha de abanico calcinada de Chimbote.

Para el proceso de activacion de los materiales; la arcilla se calcino a 700°C durante 1h y la concha de abanico a 1000° durante 3h 12 min, ambas pasadas por malla N°200.

El proceso de activación de la concha de abanico permitió obtener un biomaterial altamente reactivo y extremadamente limpio con un 97.743% de Óxido de Calcio (CaO) y la arcilla obtuvo Oxido de Aluminio en un 52.03 % y Oxido de silicio en un 33.64%

Finalmente se llego a la siguiente conclusión: La mayor resistencia obtenida fue de 19.76 kg/cm² corresponde a la proporción arcilla/concha (2/1) , esta resistencia supera en 35% la resistencia del adobe. Por lo tanto, la pasta estudiada tendría potenciales aplicaciones como material constructivo.

Urrutia (2017) evalua el efecto que tiene la sustitucion del cemento en un 2% y 4% por arcilla calcinada, obtenida en la ciudad de Cajabamba, en la resistencia a la compresión en un concreto diseñado a 210 kg/cm², la arcilla se calcinó a 550°C durante un periodo de tiempo de 1h y 30 min. Se obtuvo como resultados para la sustitucion de 2% y 4% una mejora la resistencia de 16.33% y 0.48 % respectivamente.

Zavaleta (2019) determina la resistencia a la compresion de ladrillos de concreto, que en su elaboracion el cemento fue sustituido en 23% por una mezcla de conchas de abanico calcinada y cenizas de rastrojo de maíz (15% y 8% respectivamente); y la compara con la resistencia obtenida por los ladrillos de concreto elaborados sin

sustitución. Obtuvo como resultado que los ladrillos con sustitución lograron una resistencia promedio de 101.96 kg/cm², siendo inferior al ladrillo patrón que llegó a obtener una resistencia de 130.15 kg/cm²; siendo ensayados a los 28 días de curado. En el análisis realizado se menciona que la cantidad de Oxido de potasio presente en las cenizas de rastrojo de maíz hizo disminuir la resistencia a la compresión de los ladrillos experimentales.

Unidad de albañilería

Definición y características generales

La Norma E-070 (2006) del Reglamento Nacional de Edificaciones define al ladrillo como unas unidades que por sus características físicas se puede manipular con una sola mano, y al bloque como aquella unidad en la que se necesitan las 2 manos para ser manipulada. Esta norma denomina a los ladrillos y bloques como unidades de albañilería, los cuales se elaboran en su mayoría con arcilla, sílice-cal o concreto.

Las unidades de albañilería pueden ser fabricadas de manera industrial o artesanal, y pueden tener forma sólida, hueca, alveolar o tubular.

Para los ladrillos o bloques de concreto, estos serán utilizados luego de lograr su resistencia de diseño, y para las unidades que son curadas con agua, podrán ser utilizadas a la edad de 28 días.

La NTP 399.601 (2006) define al ladrillo de concreto como la unidad de albañilería que tiene dimensiones moduladas, fabricada con cemento, agua y agregados y son manipulables con una sola mano.

Clasificación para Fines Estructurales

Tabla 01. 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)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes.

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E-070.

Cemento Portland

Harmsen (2005) menciona que el cemento es fabricado mediante el proceso de la pulverización del Clinker, en el cual se realiza una calcinación hasta la fusión de materiales calcáreos y arcillosos, y define los siguientes componentes como los que lo constituyen:

Silicato tricálcico (C3S), es el componentes que influye directamente en el calor de hidratación y le da su resistencia inicial.

Silicato dicálcico (C2S), es el componente que define la resistencia a largo plazo y no incide mucho en el calor de hidratación.

Aluminio tricálcico (C3A), es el componentes que ocasiona un fraguado violento y funciona como catalizador en la reacción de los silicatos.

Aluminio – ferrito tetracálcico (C4AF), es el componente que influye en la velocidad de hidratación y también en el calor de hidratación.

El cemento además posee oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio pero en menores cantidades

Elementos químicos presentes en la composición del cemento:

Tabla 02: *Composición química del cemento portland*

<i>Componente</i>	<i>Cantidad (%)</i>
<i>SiO₂</i>	<i>18.15</i>
<i>Al₂O₃</i>	<i>4.65</i>
<i>Fe₂O₃</i>	<i>3.80</i>
<i>CaO</i>	<i>60.03</i>
<i>MgO</i>	<i>2.50</i>
<i>Na₂O</i>	<i>0.80</i>
<i>K₂O</i>	<i>0.50</i>
<i>SO₃</i>	<i>2.40</i>
<i>SiO₂/Al₂O₃</i>	<i>3.90</i>
<i>Inquemados</i>	<i>0.60</i>

Fuente: Artículo de investigación Comportamiento mecánico de sistemas cementantes ternarios (cemento portland - ceniza volante - escoria de alto horno). (Cárdenas, Lizarazo, y Aperador, 2016)

Agregados: fino o Arena y grueso o piedra

Según Harmsen (2005) los agregados fino y grueso (arena y grava) forman parte de los elementos inertes del concreto ya que no intervienen en las reacciones que se producen al formarse la pasta (mezcla del cemento y el agua). La arena o agregado fino debe ser duro, limpio, fuerte y libre de polvos, limos y material orgánico, dentro de su composición no debe tener más del 5% de limos o arcillas o ni materia orgánica en más de 1.5 %. Además el tamaño de sus partículas debe ser menor a 1/4". El agregado grueso está conformado grava zarandeada o piedra de chancadora o y de la misma manera que en el caso del agregado fino no debe tener limos ni arcillas en más del 5% ni materias orgánicas en más de 1.5 %.

La NTP 400.037 (2014) define según el tamaño de sus partículas al agregado fino como aquel que pasa por la malla normalizada 9,5mm (3/8") y que queda retenido en la malla N° 200 (74 µm), y al agregado grueso como el que queda retenido en la malla normalizada 4,75 mm (N° 4).

Análisis granulométrico de los agregados

Para este procedimiento la NTP 400.012 (2001) menciona que es un método en el cual una muestra de agregado de masa conocida atraviesa por una serie de mallas o tamices ubicados verticalmente en el cual cada tamiz inferior posee una abertura menor al superior, para así conocer la distribución de las partículas. A partir de este análisis se puede obtener las siguientes características:

Módulo de fineza: según la NTP 400.012 (2001) se obtiene sumando los porcentajes acumulados y dividir este resultado entre 100, de los siguientes tamices: 100, 50, 30, 16, 8, 4, 3/8 y superiores, incrementando cada tamiz en relación de 2 a 1. Este valor según la NTP 400.037 (2014) debe encontrarse en el rango de 2.3 a 3.1.

Tamaño máximo: este valor es el número o tamaño del menor tamiz en el cual toda la muestra de agregado grueso atraviesa por él.

Tamaño máximo nominal: Se obtiene número o tamaño del menor tamiz en el que se retiene entre el 5% y 10% de la muestra del agregado grueso (NTP 400.037, 2014).

Contenido de humedad: es el valor en porcentaje del agua que contiene el agregado, este valor es importante para poder corregir la cantidad de agua a ser utilizada en la elaboración del concreto.

Propiedades Físicas de los agregados:

La Norma técnica peruana NTP 400.021 (2022) nos brinda las siguientes definiciones para las propiedades físicas de los agregados.

Peso unitario: el peso unitario depende de ciertas características físicas del agregado, como lo son su, tamaño, forma y granulometría, y también su contenido de humedad; además depende de algunos factores externos vinculados al desarrollo del ensayo, por ejemplo el grado o la forma de compactación aplicada, el tamaño de las partículas del agregado en relación al volumen del molde utilizado para el ensay, etc.

Peso específico: Se define como la relación entre el peso y el volumen del material, a diferencia del peso unitario, el peso específico no toma en cuenta los vacíos que se encuentran dentro del material. El valor de peso específico es necesario para realizar

la dosificación de la mezcla y para conocer que corresponde a un material de peso normal.

Absorción: Es capacidad que tiene el agregado fino para absorber agua cuando se encuentren en contacto, este valor es útil para conocer la cantidad de agua a utilizar en la mezcla.

El proceso para calcular estas características de los agregados se muestran en la NTP 400.021 (2002) y la NTP 400.022 (2002), tanto como para el agregado grueso y para el agregado fino respectivamente.

Agua

El agua es el material necesario para que reaccione con el cemento y poder así conformar la pasta, que al mezclarse con los agregados da lugar al concreto.

Harmsen (2005) menciona que el agua a utilizarse en las mezclas de encontrarse limpia y libre de materia orgánica, aceites, sales, ácidos y álcalis. Lo adecuado es usar agua potable para las mezclas de concreto. También menciona que la función principal del agua es influir en la hidratación del cemento y mejorar su trabajabilidad.

Concreto vibrado

Arrieta y Peñaherrera (2001) mencionan que la vibración le da al concreto una mejor compacidad, una mejor resistencia mecánica y un buen acabado, considerando este método como práctico y eficaz. Y que al someter al proceso de vibración al concreto, que se encuentra en un estado más o menos suelto ocasiona que se vaya asentando gradual y uniformemente, reduciendo el aire atrapado.

Curado del concreto

Según Harsmen (2005) mediante el curado se satura el concreto para que los espacios vacíos se llenen de agua y puedan ser reemplazados por los elementos de hidratación de este. También menciona que el curado controla la temperatura del concreto y su humedad. Además Harmsen afirma que un concreto no curado reduce su resistencia.

Resistencia a la Compresión

Según Arrieta y Peñaherrera (2001) en una unidad de albañilería o ladrillo es muy importante la propiedad mecánica de la resistencia a la compresión porque esta relacionada con la resistencia del muro; por lo que si los ladrillos utilizados en un muro es mayor, la resistencia de este aumenta.

En la Norma E-070 (2006) se menciona que para determinar la resistencia a la compresión de ladrillos o bloques se realizara los correspondientes ensayos de laboratorio a unidades secas y limpias.

La resistencia a la compresión se determina de la siguiente manera:

$$R = \frac{P}{A}$$

Dónde:

R = Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm²)

P = Carga máxima de rotura (Kg)

A = Área bruta de la unidad de albañilería (cm²)

Concha de abanico (argopecten purpuratos)

La concha de abanico es un molusco bivalvo, el cual es generado por un proceso de biomineralización, se le conoce como un compuesto órgano-mineral, en el cual el mineral dominante es la calcita, y la matriz orgánica conforma entre el 1% y 5% del peso total

En cuanto a la formación estructural de la concha, esta se encuentra constituida entre 2 a 5 hojas calcificadas superpuestas y una hoja orgánica, la capa más externa es dura y no se erosiona durante la vida del animal, es la encargada de proteger toda la concha (Julian et al, 2017).

Composición química de la concha de abanico:

Para una calcinación entre 800°C y 1000°C se produce una conversión creciente de Carbonato de Calcio (CaO₃) a Oxido de Calcio (CaO), del orden de un 97.529%. Siendo este óxido de calcio el elemento activo de este material (Buasri., Chaiyut, Loryuenyong, Worawanitchaphong y Trongyong, 2013 citado en Julian et al, 2017)

Zavaleta (2019) realizó un ensayo de espectrometría de rayos x a la concha de abanico calcinada a 800° durante 4 horas en la cual obtiene Oxido de Calcio (CaO) en un 84.298%, el cual es un material cementante, y siendo el óxido de calcio un elemento presente en gran cantidad en la composición química del cemento, se considera a las conchas de abanico calcinadas aptas para ser utilizadas en el desarrollo de esta investigación.

Arcilla

García y Suarez (2004) mencionan que el término arcilla posee distintos significados: ya que por la parte mineralógica, abarca a un grupo de minerales de la arcilla y filosilicatos, en las que su estructura define sus propiedades físico-químicas, tienen tamaño de grano inferior a los 2 milímetros. Por la parte se define a la arcilla como una roca sedimentaria, las cuales tienen características bien definidas y son de origen detrítico en su mayoría. Por la parte sedimentológica, arcilla se refiere a un término granulométrico, en los cuales se encuentran sedimentos con granos inferiores a 0.002 milímetros de tamaño. Y por la parte económica la arcilla es un material industrial ya que está conformado por un grupo de minerales que tiene diferentes características y propiedades tecnológicas, para diversos usos y aplicaciones.

Según García y Suarez (2004) la arcilla además de tener connotación mineralógica, también tiene connotación de tamaño de partícula, en este caso se consideran como arcillas todas aquellas fracciones que poseen un tamaño de grano inferior a 0.002 milímetros.

Propiedades físico-químicas de la arcilla

Según García y Suarez (2004) el tamaño muy pequeño que tiene la partícula de arcilla que es inferior a 2 milímetros, los folios de morfología laminar que posee y las sustituciones isomórficas, la carga en las láminas y la presencia de cationes ligados en el espacio interlaminar. Estas propiedades hacen que las arcillas presenten, un alto valor de área superficial y, una gran cantidad de superficie activa, con enlaces no saturados. Gracias ellos, las arcillas interaccionan con sustancias diversas, especialmente con compuestos polares, Por lo que al mezclarse con agua obtienen un comportamiento plástico y en algunos casos puede hincharse. Además, el variable estado de hidratación y la entrada de cationes débilmente ligados al espacio interlaminar se compensa con la existencia de carga en las láminas, ya que estos se intercambian cuando la arcilla entra en contacto con una solución saturada en otros cationes, esta propiedad esta propiedad es la base de las diferentes aplicaciones industriales de la arcilla y es conocida capacidad de intercambio catiónico.

Composición química de las arcillas

Besoain (1985) Menciona que la arcilla no es material único, es un material constituido a partir de otras sustancias como los aluminosilicatos cristalinos o amorfos definidos y también algunos minerales propios de ella y otros minerales acompañantes como silicatos, óxidos, geles y otros. En muchos casos la presencia de un mineral en pequeña cantidad influye en las propiedades que tendrá la arcilla como suele suceder con la presencia de alófana o montmorilonita.

Julián et al (2017) someten a un análisis de fluorescencia de rayos x a un muestra de arcilla de Yacya –Huari – Ancash- Perú previamente calcinada, en el cual arrojo como resultado que la arcilla de Yacya Huari está compuesta en su mayoría por Trióxido de Aluminio en un 53.030% y por dióxido de silicio en 33.638%, y demás componentes que se muestran en la Tabla 03.

Tabla 03: Composición química de la arcilla de Yacya –Huari – Ancash – Perú.

<i>Composición química</i>		<i>Resultado (%)</i>
<i>Trióxido de Aluminio</i>	<i>(Al₂O₃)</i>	<i>52.030</i>
<i>Dióxido de Silicio</i>	<i>(SiO₂)</i>	<i>33.638</i>
<i>Óxido de Potasio</i>	<i>(K₂O)</i>	<i>6.869</i>
<i>Trióxido de Hierro</i>	<i>(Fe₂O₃)</i>	<i>6.068</i>
<i>Dióxido de Titanio</i>	<i>(TiO₂)</i>	<i>0.611</i>
<i>Óxido de Calcio</i>	<i>(CaO)</i>	<i>0.345</i>
<i>Pentóxido de Fosforo</i>	<i>(P₂O₅)</i>	<i>0.325</i>
<i>Trióxido de Azufre</i>	<i>(SO₃)</i>	<i>0.047</i>
<i>Pentóxido de Vanadio</i>	<i>(V₂O₅)</i>	<i>0.033</i>
<i>Óxido de Estroncio</i>	<i>(SrO)</i>	<i>0.014</i>
<i>Óxido de Zinc</i>	<i>(ZnO)</i>	<i>0.012</i>
<i>Óxido de Rubidio</i>	<i>(Rb₂O)</i>	<i>0.009</i>

Fuente: Resistencia de una pasta concha – arcilla de Yacya - Huari (Julián et al, 2017)

Justificación de la investigación

A través de este trabajo de investigación, se busca reemplazar el cemento con materiales que se pueden encontrar fácilmente y que le pueda brindar al ladrillo de concreto una alta resistencia, que brindara beneficios a las viviendas construidas posteriormente en Chimbote y que también sean más económicas de manera que se deje de lado la construcción ilegal.

Teniendo en cuenta que el polvo de Concha de abanico y la arcilla tienen un potencial uso como material cementante y estos a la vez son económicos y no contaminantes en todo su proceso de producción, se utilizara para sustituir el cemento, esperando que sea de gran ayuda para la construcción a largo plazo.

En este proyecto de investigación lo que se busca es contribuir con los avances tecnológicos en la ingeniería en relación al concreto de modo que podamos obtener un ladrillo de concreto de buena resistencia, e ir de la mano con el ecosistema evitando la contaminación incluyendo materiales poco o no contaminantes en nuestras mezclas.

Es por ello que la propuesta es diseñar ladrillos de concreto con polvo de concha de abanico y arcilla, donde las propiedades que deseamos obtener sean mejores o se asemejen a las del ladrillo de concreto tradicional.

Problema

¿En qué medida la sustitución del cemento por el 8% y 12% de la combinación de polvo de concha de abanico y arcilla, influye en la resistencia a la compresión de ladrillos de concreto?

Conceptuación y Operacionalización de las variables

Variable dependiente:

Resistencia a la compresión

Definición Conceptual

Según CEMEX (2019) la resistencia a la compresión es la capacidad que posee un elemento, en este caso el concreto, para soportar una carga aplicada sobre una determinada área de dicho elemento, este valor se expresa generalmente en kg/cm².

Definición Operacional

Resultado obtenido del ensayo a compresión realizado a las diferentes muestras.

Dimensiones:

Carga Axial

Es la fuerza aplicada al centroide de la sección transversal a lo largo del eje longitudinal de un elemento estructural, produciendo un esfuerzo uniforme. También conocida como fuerza axial.

Área

Es la sección del ladrillo (largo por ancho) a cuál será ejecutada la carga axial y dónde se concentrará esta carga.

Tiempo

Es el intervalo para medir la resistencia del ladrillo, a menor tiempo tendrá poca resistencia, a mayor tiempo obtendrá buena resistencia.

Indicador:

Unidad de kg/cm²

Variable independiente

Sustitución del cemento por el 8% y 12% de la combinación de polvo de concha de abanico y arcilla

Definición Conceptual

El diseño de mezcla del ladrillo de concreto se define como un proceso en el cual se seleccionan de manera adecuada, conveniente y económica sus componentes como lo son: el agua, cemento y agregados, con el propósito de que esta mezcla en su estado fresco tenga buena trabajabilidad y consistencia, y en su estado endurecido logre las características establecidas por el diseñador.

Definición Operacional:

Se sustituirá a la cantidad de cemento obtenida del diseño de mezcla patrón por la combinación de polvo de concha de abanico y arcilla en 8 % (2% de arcilla y 6% de concha de abanico) y 12% (3% de arcilla y 9% de concha de abanico)

Dimensiones:

Relación agua/cemento (A/C)

La relación agua-cemento para la mezcla a ser utilizada va a definir su resistencia cuando se encuentre en estado endurecido.

La cantidad de agua utilizada logra que una mezcla puede tener una resistencia relativamente buena o mala. Cuando la cantidad de agua es mayor, se obtiene un menor resistencia.

Dosificación

La dosificación en una mezcla de concreto se refiere a las cantidades a utilizarse en su elaboración, estas proporciones harán que cuando el concreto se encuentre en estado endurecido obtén la resistencia para la cual fue diseñado.

En esta investigación se modificara la dosificación, sustituyendo el cemento por el 8% y 12% por la combinación de polvo de concha de abanico y arcilla, en proporción 3:1.

Indicador:

Porcentaje de 8% y 12% a sustituir a la cantidad de cemento en el diseño de mezcla.

Hipótesis

“La sustitución del 8% y 12% de cemento por la combinación de polvo de concha de abanico y arcilla de Cajabamba, en proporción 3:1; en ladrillo de concreto, mejoraría la resistencia a la compresión en comparación a un ladrillo de concreto convencional”

Objetivos

Objetivo general

Determinar la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto con sustitución del 8% y 12% del cemento por la combinación de polvo de concha de abanico y arcilla de Cajabamba, en proporción 3:1.

Objetivos específicos

Determinar el tipo de arcilla, mediante los límites de Atterberg.

Determinar la temperatura de calcinación de la concha de abanico y arcilla mediante el Análisis Térmico Diferencial (ATD).

Determinar la composición química del polvo de concha de abanico y arcilla térmicamente activados, mediante Fluorescencia de Rayos X.

Determinar el pH del polvo de concha de Abanico, la arcilla y su combinación (mezcla).

Determinar la relación agua-cemento del ladrillo patrón y experimentales.

Determinar las resistencias de los ladrillos de concreto patrón y experimentales a la edad de 7, 14 y 28 días.

II. METODOLOGIA

Procedimiento Experimental

Esta investigación es de diseño cuasi-experimental, en la cual se ha seguido el procedimiento mostrado en la Figura01.

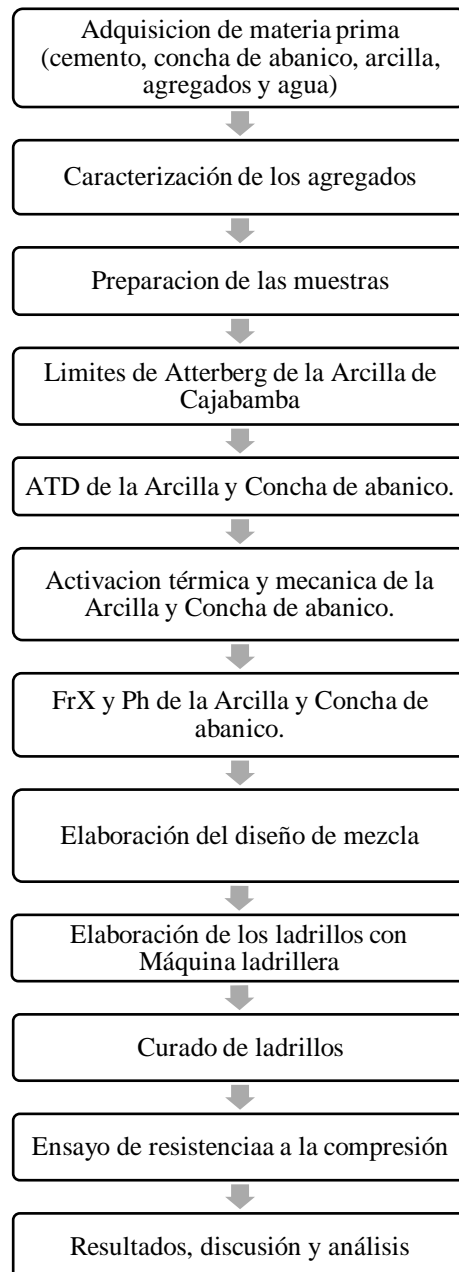


Figura 01: Diagrama de flujo del procedimiento experimental

Materia prima

Para la elaboración de los ladrillos de concreto se empleó arena natural y confitillo con tamaño máximo nominal #4 proveniente de la cantera Rubén, que se encuentra ubicada en la carretera panamericana norte, entre los distritos de Chimbote y Coishco (**Ver Figura 10 y 11**).

El cemento utilizado fue Portland tipo I de la marca Pacasmayo y agua potable de la ciudad de Chimbote.

La Arcilla fue extraída de la ciudad de Cajabamba del departamento de Cajamarca-Perú, en las coordenadas UTM 826745.38 E 9156024.76 N. (**Ver Figura 26**).

La Concha de Abanico se obtuvo del mercado “La Sirena” de la ciudad de Chimbote del departamento de Ancash-Perú, las cuales son extraídas de los puertos de Samanco, Casma y Huarmey.

Caracterización de Agregados

Lo distintos ensayos para caracterización de los agregados se realizaron en el Laboratorio de la Universidad San Pedro de Chimbote - Perú, los resultados certificados por dicho laboratorio se muestran en los anexos del presente trabajo de investigación.

Granulometría

Para determinar la granulometría del agregado fino se siguió lo indicado en la NTP 400.012 (2001), en la que se hace pasar por los tamices normalizados una muestra de peso conocido del agregado tal y como se ve en la **Figura 23**, luego se realizó el pesado de lo retenido por cada tamiz y con estos valores se determinó el Tamaño Nominal Máximo y el Modulo de Finura. Para el caso del agregado grueso se realizó el mismo procedimiento.

Porcentaje de humedad de los agregados:

Para el cálculo del contenido de humedad, se siguió lo indicado en la norma NTP 400.185 (2013), el procedimiento consiste en dejar durante 24 horas en el horno las muestras pesadas de nuestros agregados (**Ver Figura 12**) para después ser pesadas nuevamente y obtener el peso de los agregados en estado y finalmente realizar el cálculo del porcentaje de humedad.

Peso unitario suelto y peso unitario compactado de los agregados:

El procedimiento para realizar este ensayo se encuentra indicado en la Norma NTP 400.017 (1999), el cual consistió en llenar la muestra de agregado dentro de un recipiente de peso y volumen conocido (de 5 o 10 litros), el llenado para el peso unitario suelto se realizó en tres capas y para el peso unitario compactado además de realizarse en tres capas se compacta cada una de ellas, luego se enraso la parte superior del recipiente y se pesó con la muestra, finalmente se obtuvo los valores para cada caso, dividiendo el peso del material entre el volumen del recipiente (**Ver Figura 13, 14 y 15**).

Gravedad específica de los Agregados:

El procedimiento para realizar estos ensayos se encuentra indicado en las normas NTP 400.021(2002) y NTP 400.022 (2002), el consistió en dividir el peso del material entre el volumen, sin considerar los vacíos encontrados en este. (**Ver Figura 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22**).

Preparación de las muestras

En el caso de la Arcilla de Cajabamba se realizó el siguiente procedimiento. Para eliminar la arena y piedras de la muestra extraída de suelo natural se efectuó un lavado con agua potable y haciendo que esta pase por la malla organza dejando caer en un balde transparente, de esta manera la arena y piedras quedaban retenidas sobre la malla y dejando pasar una mezcla de agua, arcilla y limos (**Ver Figura 27**), luego se dejó reposar durante 24 horas, de esta forma logramos que por asentamiento de las partículas más densas en la parte superior quede el agua, en la parte media la arcilla y

en la parte inferior los limos (**Ver Figura 28**), luego del reposo se procedió a retirar el agua con ayuda de una pequeña jarra y luego un jeringa, hasta dejar solo la arcilla y el limo (**Ver Figura 29**) . Se inclinó el balde y se retiró la arcilla dejando el limo. Se realizó un secado natural expuesto al sol, durante 48 horas (**Ver Figura 30**).

Para el caso de la concha de abanico, primero se dejó remojando en un recipiente con agua durante 24 horas para suavizar las impurezas y materia orgánica que se encontraban sobre estas, luego se procedió a limpiar y eliminar estos restos orgánicos sobre su superficie mediante un lavado con agua potable con ayuda de un cuchillo y escobilla. Para finalizar se realizó un secado natural expuesto al sol durante 48 horas (**Ver Figura 31 y 32**).

Límites de Atterberg

La arcilla de Cajabamba previamente lavada y secada se utilizó para realizar este ensayo para el cálculo del límite líquido y límite plástico, en donde se utilizó la cuchara de Casagrande (**Ver Figura 35 y 36**), este ensayo se realizó en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la universidad San Pedro tal y como lo indica la ASTM D4318-95, y con el cual se pudo clasificar la arcilla mediante el diagrama de Holtz y Kovacs.

ATD de la Arcilla y Concha de abanico

El Análisis térmico diferencial de la arcilla y la concha de abanico fue realizado en el Laboratorio de Polímeros, perteneciente al Departamento de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo.

Este ensayo nos permite conocer los picos de temperatura donde se pueden presentar cambios estructurales y de las características del material.

Activación térmica y mecánica de la Arcilla de Cajabamba y Concha de abanico

Para la activación térmica se realizó un triturado previo para poder calcinar tanto la arcilla de Cajabamba como la concha de abanico (**Ver Figura 33, 34, 37 y 38**). Después de haberse realizado el proceso de calcinación se procede a activar mecánicamente el material, triturando al mínimo tamaño de partícula posible con la

ayuda de un mortero, para luego realizar un tamizado por la malla N° 200 de ambos materiales y lograr obtener un tamaño de partícula igual a la del cemento (**Ver Figura 39, 40, 41 y 42**)

FrX y pH de la Arcilla y Concha de abanico

Para conocer la composición química de la arcilla y concha de abanico utilizada en esta investigación, se realizó un ensayo de Fluorescencia de Rayos X en el Laboratorio de Arqueometría de la Facultad de Ciencias Físicas de La Universidad Nacional Mayor de San Marcos, a la cual se llevó una muestra de 20 gramos tanto de arcilla y concha de abanico, previamente calcinada y tamizada por la malla N° 200.

En cuanto a los ensayos de pH, estos fueron realizados en el Laboratorio COLECBI S.A.C. ubicado en el distrito de Nuevo Chimbote, se llevaron muestras de 20 gramos cada una, y se le realizó a los siguientes materiales: cemento, arcilla calcinada, concha de abanico calcinada, combinación n°01 conformada por 92% de cemento + 2% de arcilla + 6% de concha de abanico, y combinación n°02 conformada por 88% de cemento + 3% de arcilla + 9% de concha de abanico.

Elaboración del diseño de mezcla

El diseño de mezcla patrón se realizó en el Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad San Pedro, y con lo cual utilizando este diseño patrón se efectuó las sustituciones porcentuales a la cantidad de cemento de este diseño, para obtener los diseños de mezcla experimentales.

Elaboración de los ladrillos con máquina ladrillera

Se elaboró tres diseños de mezcla para el desarrollo de la investigación, para cual primero se realizó el pesado de materiales para cada diseño los cuales fueron el diseño patrón (**Ver Figura 44**), el diseño experimental n°01 con sustitución de 8% del cemento (**Ver Figura 45**) y el diseño experimental n°02 con sustitución de 12% del cemento (**Ver Figura 46**).

Características de maquina ladrillera:

Para la elaboración de las unidades de albañilería se utilizó una maquina mecánica de acero la cual consta de una bandeja con 6 moldes para elaborar ladrillos solidos de dimensiones 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 9 cm de altura. La máquina posee un sistema de vibrado que es proporcionado por un motor de ½ HP, y un mecanismo de tapas para el desmoldado de las unidades (**Ver Figura 47**).

Proceso elaboración de ladrillos:

Para elaborar los ladrillos en la máquina, realizamos el siguiente procedimiento:

Posicionar la maquina en una superficie nivelada y limpia.

Preparación de la mezcla según diseño (**Ver Figura 48**).

Vaciado de la mezcla en los moldes, hasta una altura aproximada entre 3 a 5 cm más del nivel superior del molde (**Ver Figura 49**).

Vibrado durante 20 segundos.

Rellenado con mezcla los moldes debido al asentamiento de la primera mezcla, por el vibrado.

Enrasado de los moldes y colocación de las tapas (**Ver Figura 50**).

Vibrado con las tapas colocadas durante 10 segundos.

Accionar la palanca para desmoldar los ladrillos.

Finalmente se desliza la máquina de manera recta, para volver a realizar el proceso (**Ver Figura 51**).

Curado de ladrillos

Una vez terminada la fabricación de los ladrillos, estos quedan expuestos en estado fresco, y se dejó fraguar durante 24 horas cubiertos por una manta de plástico (**Ver Figura 54**).

El curado de las unidades se realizó mediante inmersión en un recipiente lleno de agua (**Ver Figura 55**), y se retiraron de los recipientes 24h antes de ser ensayados.

Ensayo de Resistencia a la Compresión

Las unidades fueron ensayadas en el equipo de compresión digital del Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro a los 7, 14 días de curado. Y se obtuvieron los resultados aplicando la siguiente formula.

$$f^c = P/A$$

f^c : Es la resistencia a la compresión en Kg/cm²

P: Es la carga máxima total en Kg

A: Área de la superficie de carga en cm²

En el caso de los resultados a los 28 días, no fue posible ensayar las unidades en el laboratorio, ya que antes de que lleguen a esta edad, mediante Decreto Supremo N° 008-2020-SA el Estado Peruano declara emergencia sanitaria a nivel nacional debido a la pandemia originada a causa del Coronavirus (COVID-19), y unas de las medidas fueron cerrar todas las instituciones de educación pública y privada y el aislamiento social, por lo cual no se pudo acceder al laboratorio para realizar dicho ensayo.

Para el cálculo de este resultado se elaboró una curva de tendencia con los datos obtenidos a los 7 y 14 días, y a partir de la función de dicha curva se calculó el valor a 28 días.

III. RESULTADOS

Límites de Atterberg de la arcilla de Cajabamba

La arcilla previamente lavada y secada fue utilizada para determinar los límites de plasticidad. Obteniendo los siguientes resultados

Tabla 04: Límites de Atterberg de la arcilla de Cajabamba.

	Limite Plástico (%)	Limite Liquido (%)	Índice de plasticidad (%)
<i>Arcilla de Cajabamba</i>	16.20	62.62	46.42

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos – USP.

Los datos de los límites de Atterberg mostrados en la **Tabla 04** fueron representados en el diagrama de Holtz y Kovacs tal y como se muestra en el **Figura 02**.

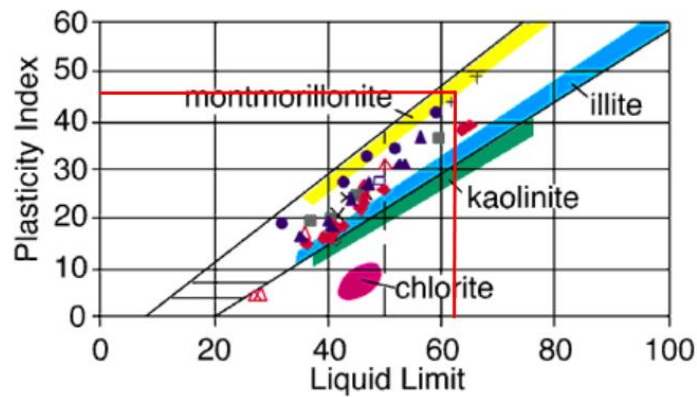


Figura 02: Ubicación de los límites de Atterberg en el diagrama de Holtz y Kovacs

Análisis Térmico diferencial

Estos ensayos fueron elaborados en el Laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo obteniendo los siguientes resultados para temperatura de calcinación de los materiales:

Tabla 05: *Temperatura de Calcinación de materiales*

Material	Temperatura de calcinación
<i>Arcilla de Cajabamba</i>	550 °C
<i>Concha de abanico</i>	890 °C

Fuente: Laboratorio de Polímeros - UNT

Con los datos correspondientes a la **Tabla 05** se pudo realizar la calcinación de los materiales de la siguiente manera:

La arcilla de Cajabamba fue calcinada a 550° C durante 1 hora y 30 min, el tiempo de calcinación fue obtenido del antecedente de Urrutia (2017).

La concha de abanico fue calcinada a 890° C durante 4 horas, el tiempo de calcinación fue obtenido del antecedente de Zavaleta (2019).

Composición Química

Para conocer la composición química del polvo de concha de abanico y la arcilla; debidamente calcinada a 890 y 550 °C respectivamente se realizó el ensayo de fluorescencia de rayos X en el Laboratorio de Arqueometría de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 06: *Composición química del polvo de concha de abanico*

Oxido	Cantidad (%)
<i>Al₂O₃</i>	4.346
<i>SiO₂</i>	0.569
<i>ClO₂</i>	1.377
<i>K₂O</i>	3.177
<i>CaO</i>	87.348
<i>TiO₂</i>	0.010
<i>Cr₂O₃</i>	0.010
<i>Fe₂O₃</i>	0.045
<i>Ni₂O₃</i>	0.036
<i>CuO</i>	0.009
<i>ZnO</i>	0.007
<i>Ga₂O₃</i>	0.050
<i>As₂O₃</i>	0.016
<i>ZrO₂</i>	0.015

Fuente: Laboratorio de Arqueometria – UNMSM

Los datos correspondientes a la **Tabla 06** muestran que en su mayoría el polvo de concha de abanico está compuesto por Oxido de calcio (CaO) en un 87.348%, lo cual es favorable ya que este oxido es uno de los compuestos más importantes del cemento.

Tabla 07: Composición química de la arcilla de Cajabamba - Cajamarca

Oxido	Cantidad (%)
Al_2O_3	14.991
SiO_2	68.967
P_2O_5	0.867
SO_2	0.476
ClO_2	0.299
K_2O	2.079
CaO	1.146
TiO_2	1.457
Cr_2O_3	0.014
MnO	0.205
Fe_2O_3	9.360
Ni_2O_3	0.012
CuO	0.014
ZnO	0.035
Ga_2O_3	0.011
As_2O_3	0.007
Y_2O_3	0.007
ZrO_2	0.055

Fuente: Laboratorio de Archeometria – UNMSM

Los datos correspondientes a la **Tabla 07** muestran que en su mayoría la arcilla de Cajabamba está compuesta por Oxido de Silicio (SiO_2) en un 68.967% y Oxido de Aluminio (Al_2O_3) en un 14.991, estos elementos también se encuentran dentro de la composición química del cemento.

Potencial Hidrogeno (pH)

Los ensayos para conocer el pH de las muestras se realizaron en el Laboratorio COLECBI S.A.C., en los cuales podemos ver que los resultados se encuentran en un rango en el que no afectan al concreto:

Tabla 08: *Ensayo de Ph*

<i>Muestra</i>	<i>pH</i>
<i>Cemento</i>	<i>13.46</i>
<i>Arcilla de Cajabamba</i>	<i>6.59</i>
<i>Concha de abanico</i>	<i>13.06</i>
<i>Combinación n° 1</i> <i>(92% cemento + 2% arcilla + 6% concha de abanico)</i>	<i>13.33</i>
<i>Combinación n° 2</i> <i>(88% cemento + 3% arcilla + 9% concha de abanico)</i>	<i>13.38</i>

Fuente: Laboratorio Colecibi S.A.C.

Los datos de la **Tabla 08** son favorables ya que las combinaciones a utilizar en nuestros ladrillos experimentales tienen valores pH muy parecido al del cemento.

Diseño de mezcla

Se realizaron ensayos a los agregados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro, de los cuales las tablas estarán anexadas.

Y se determinó el siguiente diseño de Ladrillo Patrón $f'c = 130\text{kg/cm}^2$

Tabla 09: *Diseño de mezcla Patrón y experimental*

Diseño	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua	Relación a/c
Patrón y experimental $f'c = 130\text{ kg/cm}^2$	0.809 kg	3.491 kg	2.359 kg	0.721 kg	0.90

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos – USP.

Para la elaboración de los ladrillos experimentales se sustituirá en cemento en las siguientes cantidades:

Tabla 10: *Cantidades a sustituir al cemento por unidad para los ladrillos experimentales*

Ladrillo	Sustitución	Arcilla	Concha de abanico	Cemento	Total
Experimental N° 01	8% (2% de arcilla y 6 % de concha de abanico)	0.016 kg	0.049 kg	0.744 kg	0.809 kg
Experimental N° 02	12% (3% de arcilla y 9 % de concha de abanico)	0.024 kg	0.073 kg	0.712 kg	0.809 kg

Fuente: Elaboración propia.

Ensayo de Resistencia a la Compresión de Ladrillos de Concreto

Ladrillos patrón a 7 días de curado

Tabla 11: *Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos patrón a los 7 días de curado*

Ladrillo Patrón	Dimensiones		Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	%
	Largo	Ancho					
P1	24.10	13.20	318.12	29920	94.05		
P2	24.20	13.50	326.70	32330	98.96	96.18	73.98
P3	24.00	13.50	324.00	30950	95.52		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelo - USP

Según la **Tabla 11** la resistencia promedio obtenida de los ensayos a compresión a las 3 unidades patrón a 7 días de curado es de $f'c=96.18 \text{ kg/cm}^2$, lo que representa el 73.98 % de la resistencia diseño de $f'c=130 \text{ kg/cm}^2$.

Ladrillos patrón a 14 días de curado

Tabla 12: Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos patrón a los 14 días de curado

Ladrillo Patrón	Dimensiones		Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	%
	Largo	Ancho					
P4	24.30	13.40	325.62	40520	124.44		
P5	24.30	13.60	330.48	40970	123.97	122.96	94.58
P6	24.10	13.50	325.35	39190	120.45		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelo - USP

Según la **Tabla 12** la resistencia promedio obtenida de los ensayos a compresión a las 3 unidades patrón a 14 días de curado es de $f'c=122.96$ kg/cm², lo que representa el 94.58 % de la resistencia diseño de $f'c=130$ kg/cm².

Ladrillo patrón a 28 días

El resultado para los 28 días del ladrillo patrón se obtuvo a partir de la fórmula de la siguiente curva de tendencia con los resultados a 7 y 14 días.

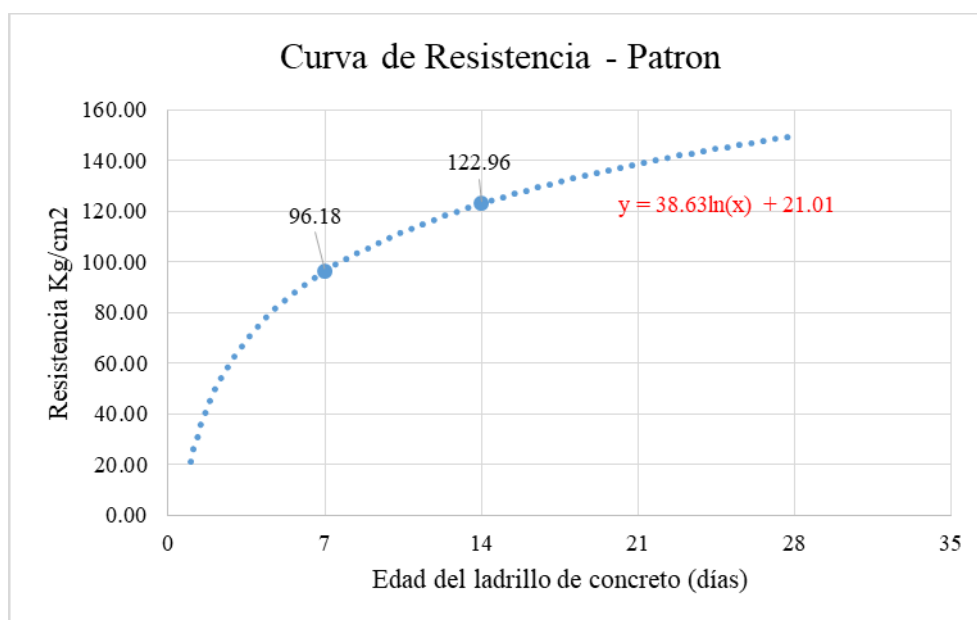


Figura 03: Curva de Resistencia de ladrillos patrón

De la curva mostrada en la **Figura 03** obtenemos la siguiente ecuación:

$$Y=38.63 \ln(x) + 21.01$$

Reemplazando los valores para 28 días obtenemos:

$$f'c = 38.63 \ln(28) + 21.01$$

$$f'c = 149.73 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto el resultado de la resistencia del ladrillo de concreto patrón a 28 es de 149.73 kg/cm², lo que representa el 115.18 % de la resistencia diseño de $f'c=130$ kg/cm².

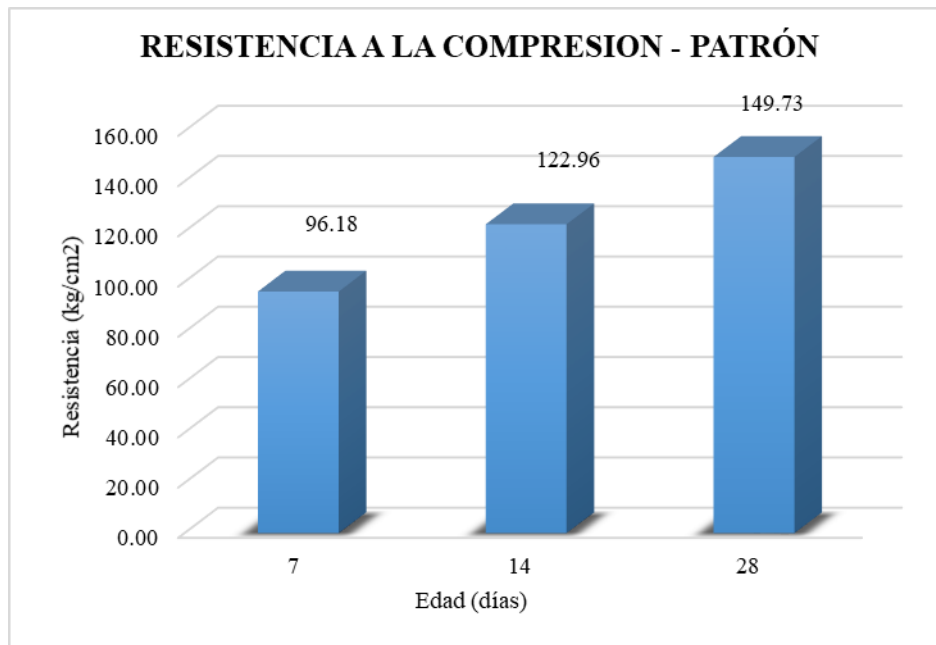


Figura 04: Resistencia a la compresión de ladrillos patrón

Interpretación: En la **Figura 04** se muestra la progresión de la resistencia a la compresión obtenida por las unidades de ladrillos de concreto patrón a los 7, 14 y 28 días de curado sumergido. Se obtuvo como promedio 96.18 kg/cm², 122.96 kg/cm² y 149.73 kg/cm² respectivamente. Por lo tanto la resistencia obtenida a los 28 días según nuestro diseño cumplió, ya que obtuvo el 115.18% de 130 kg/cm².

Ladrillos experimental N° 01 a 7 días de curado

Tabla 13: Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos experimentales n° 01 a los 7 días de curado.

Ladrillo Experimental N° 01	Dimensiones		Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	%
	Largo	Ancho					
E1-01	24.10	13.20	318.12	27740	87.20		
E1-02	24.20	13.20	319.44	29050	90.94	90.68	69.75
E1-03	24.30	13.50	328.05	30800	93.89		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelo - USP

Según la **Tabla 13** la resistencia promedio obtenida de los ensayos a compresión a las 3 unidades experimental N° 01 a 7 días de curado es de $f'c=90.68$ kg/cm², lo que representa el 69.75 % de la resistencia diseño de $f'c=130$ kg/cm².

Ladrillos experimental N° 01 a 14 días de curado

Tabla 14: Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos experimentales n° 01 a los 14 días de curado.

Ladrillo Experimental N° 01	Dimensiones		Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	%
	Largo	Ancho					
E1-04	24.0	13.1	314.40	35460	112.79		
E1-05	24.4	13.6	331.84	41510	125.09	118.78	91.37
E1-06	24.3	13.5	328.05	38860	118.46		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelo - USP

Según la **Tabla 14** la resistencia promedio obtenida de los ensayos a compresión a las 3 unidades experimental N° 01 a 14 días de curado es de $f'c=118.78$ kg/cm², lo que representa el 91.37 % de la resistencia diseño de $f'c=130$ kg/cm².

Ladrillos experimental N° 01 a 28 días

El resultado para los 28 días del ladrillo experimental N° 01 se obtuvo a partir de la fórmula de la siguiente curva de tendencia con los resultados a 7 y 14 días.

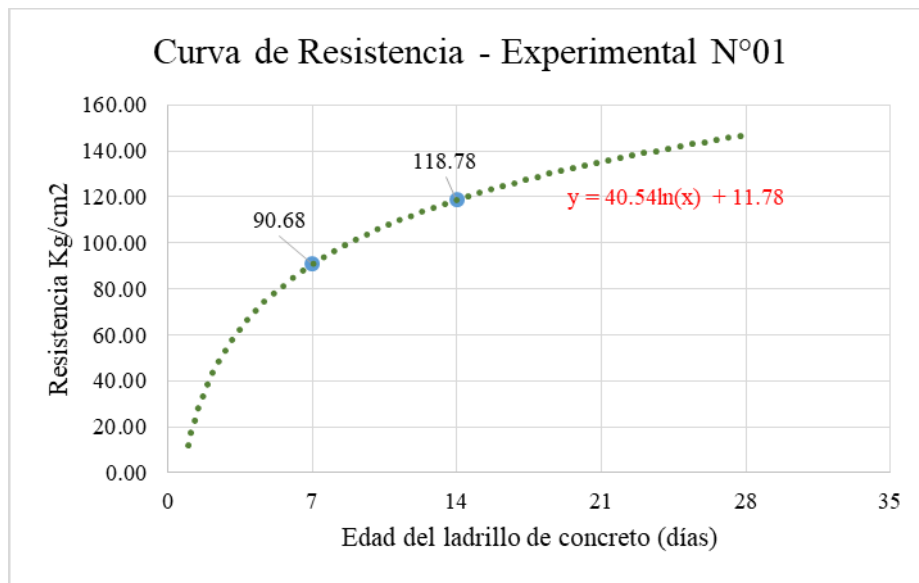


Figura 05: Curva de Resistencia de ladrillos experimentales n° 01

De la curva mostrada en la **Figura 05** obtenemos la siguiente ecuación:

$$Y = 40.54 \ln(x) + 11.78$$

Reemplazando los valores para 28 días obtenemos:

$$f'c = 40.54 \ln(28) + 11.78$$

$$f'c = 146.87 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto el resultado de la resistencia del ladrillo de concreto experimental n°01 a 28 días es de 146.87 kg/cm², lo que representa el 112.98 % de la resistencia diseño de $f'c = 130 \text{ kg/cm}^2$.

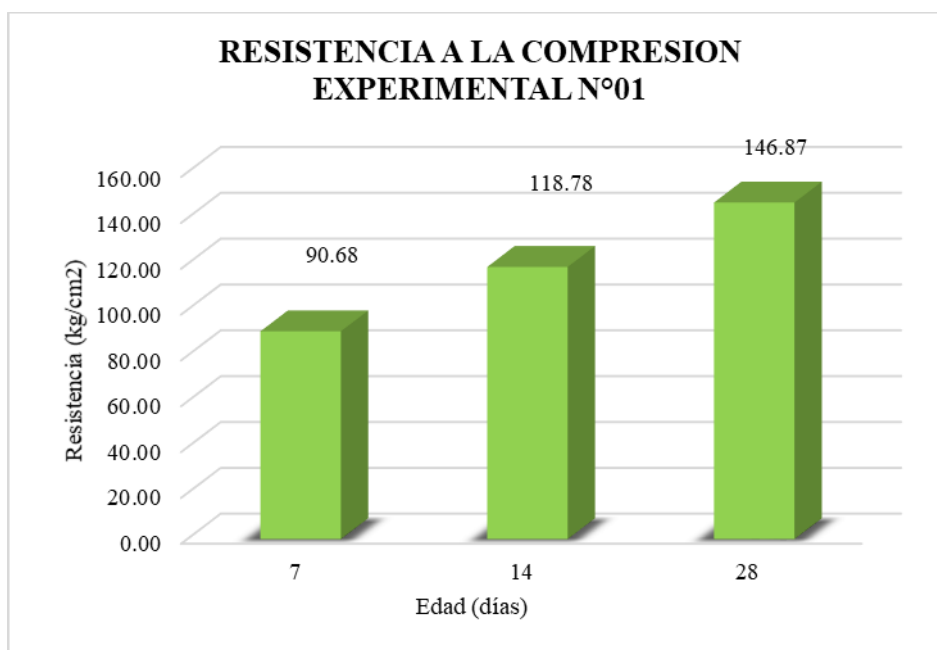


Figura 06: Resistencia a la compresión de ladrillos experimental n°01

Interpretación: En la **Figura 06** se muestra la progresión de la resistencia a la compresión obtenida por las unidades de ladrillos de concreto experimental N°01 a los 7, 14 y 28 días de curado sumergido. Se obtuvo como promedio 90.68 kg/cm², 118.78 kg/cm² y 146.87 kg/cm² respectivamente. Por lo tanto la resistencia obtenida a los 28 días según nuestro diseño cumplió, ya que obtuvo el 112.98% de 130 kg/cm².

Ladrillos experimental N° 02 a 7 días de curado

Tabla 15: Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos experimentales n° 02 a los 7 días de curado.

Ladrillo Experimental N° 02	Dimensiones		Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	%
	Largo	Ancho					
E2-01	24.30	13.30	323.19	27430	84.87		
E2-02	24.40	13.60	331.84	31220	94.08	87.61	67.39
E2-03	24.20	13.20	319.44	26790	83.87		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos - USP

Según la **Tabla 15** la resistencia promedio obtenida de los ensayos a compresión a las 3 unidades experimental N° 02 a 7 días de curado es de $f'c=87.61$ kg/cm², lo que representa el 67.39 % de la resistencia diseño de $f'c=130$ kg/cm².

Ladrillos experimental N° 02 a 14 días de curado

Tabla 16: Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos experimentales n° 02 a los 14 días de curado.

Ladrillo Experimental N° 02	Dimensiones		Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	%
	Largo	Ancho					
E2-02	24.00	13.10	314.40	34770	110.59		
E2-03	24.30	13.20	320.76	37340	116.41	114.17	87.82
E2-04	24.30	13.60	330.48	38170	115.50		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos - USP

Según la **Tabla 16** a resistencia promedio obtenida de los ensayos a compresión a las 3 unidades experimental N° 02 a 14 días de curado es de $f'c=114.17$ kg/cm², lo que representa el 87.82 % de la resistencia diseño de $f'c=130$ kg/cm².

Ladrillos experimental N° 02 a 28 días

El resultado para los 28 días del ladrillo experimental N° 02 se obtuvo a partir de la fórmula de la siguiente curva de tendencia con los resultados a 7 y 14 días.

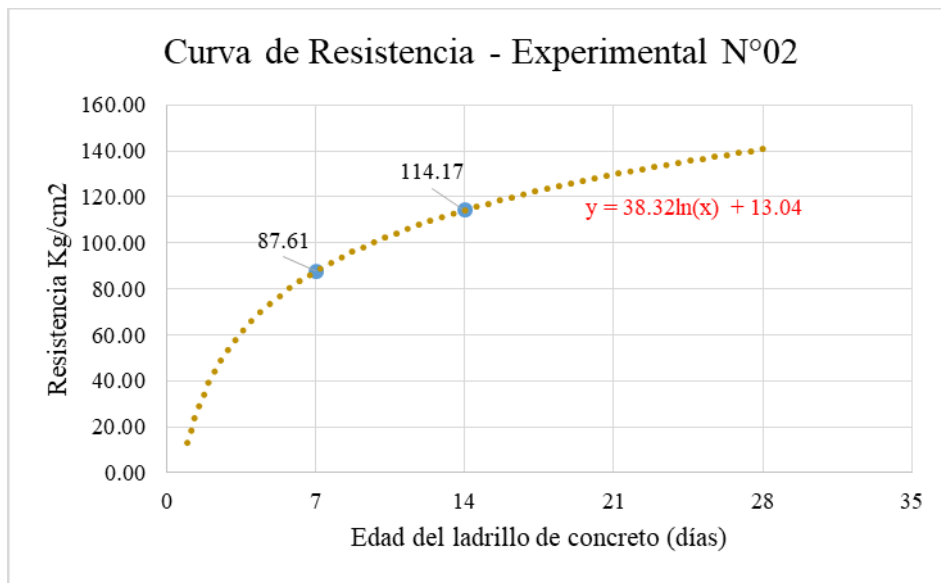


Figura 07: Curva de Resistencia de ladrillos experimentales n° 02

De la curva mostrada en la **Figura 07** obtenemos la siguiente ecuación:

$$Y = 38.32 \ln(x) + 13.04$$

Reemplazando los valores para 28 días obtenemos:

$$f'c = 38.32 \ln(28) + 13.04$$

$$f'c = 140.73 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto el resultado de la resistencia del ladrillo de concreto experimental n°02 a 28 días es de 140.73 kg/cm², lo que representa el 108.25 % de la resistencia diseño de $f'c = 130 \text{ kg/cm}^2$.

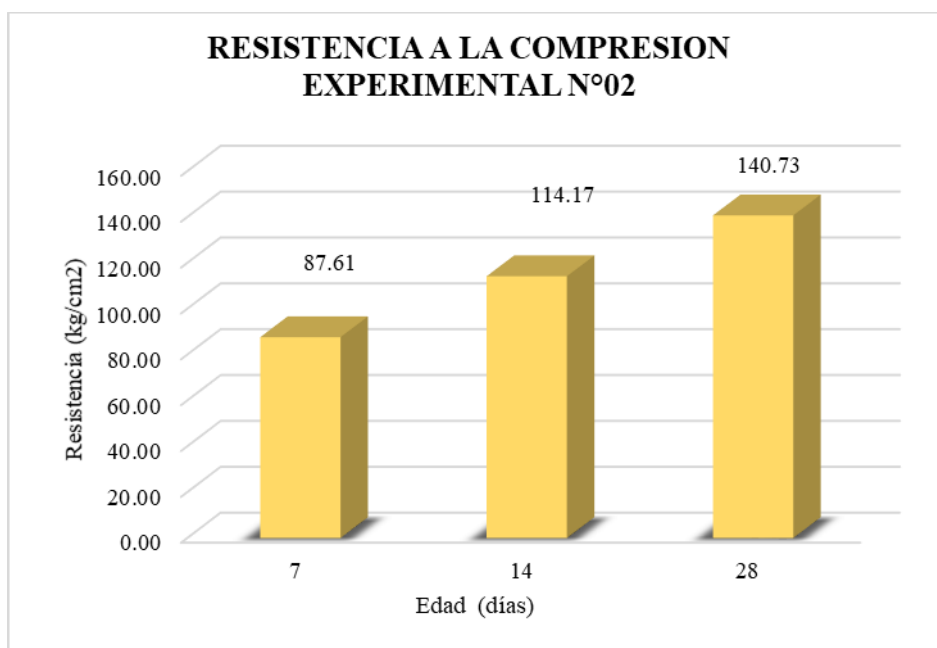


Figura 08: Resistencia a la compresión de ladrillos experimental n°02

Interpretación: En la **Figura 08** se muestra la progresión de la resistencia a la compresión obtenida por las unidades de ladrillos de concreto experimental N°02 a los 7, 14 y 28 días de curado sumergido. Se obtuvo como promedio 87.61 kg/cm², 114.17 kg/cm² y 140.73 kg/cm² respectivamente. Por lo tanto la resistencia obtenida a los 28 días según nuestro diseño cumplió, ya que obtuvo el 108.25% de 130 kg/cm².

Comparación de resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto patrón y experimentales.

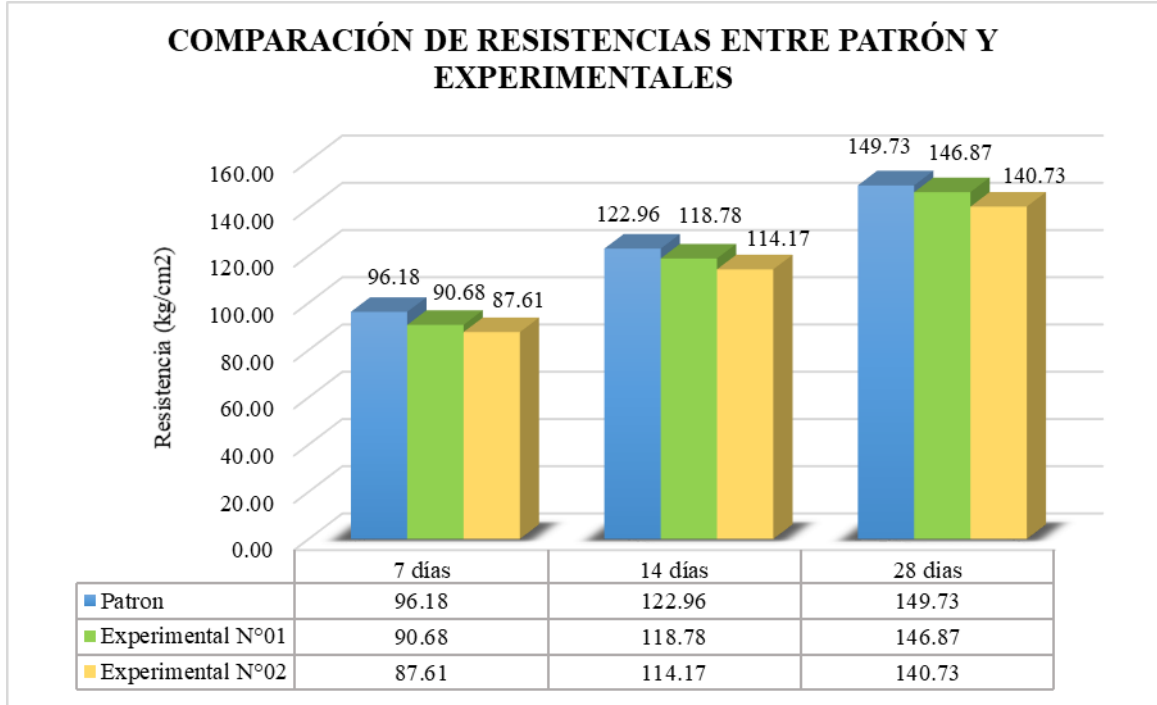


Figura 09: Comparación de resistencia a la compresión entre ladrillo patrón y experimentales.

Interpretación: En la **Figura 09** se muestra la progresión de la resistencia a la compresión obtenida por las unidades de ladrillos de concreto patrón y experimentales a los 7, 14 y 28 días de curado sumergido. Se obtuvo como promedio a los 28 días para el patrón 149.73 kg/cm² el cual cumplió con 115.18 %, para el experimental n°01 146.87 kg/cm² el cual cumplió con 112.98 % y para el experimental n°02 140.73 kg/cm² el cual cumplió, ya que obtuvo el 108.25% de la resistencia diseño de 130 kg/cm².

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Para la arcilla de Cajabamba la cual fue lavada y secada en su estado natural, se evaluó los límites de Atterberg como se muestra en la **Tabla 04**, en la cual se puede apreciar que el índice de plasticidad fue de 46.42% y el límite líquido fue de 62.62%. Graficando estos datos de índice de plasticidad y límite líquido en el diagrama de Holtz y Kovacs como se muestra en la **Figura 02**, se puede apreciar que se trata de una arcilla de alta plasticidad dentro del dominio montmorillonita, a comparación de Urrutia (21017) que también utiliza arcilla de la ciudad de Cajabamba, obtiene un tipo de arcilla caolinita, la diferencia de resultados se puede deber a las diferentes coordenadas de donde se obtuvieron las muestras. La montmorillonita según De Pablo (1964) tiene en su composición química de 50 a 65 % de Oxido de Silicio (SiO_2) y de 10 a 15 % de Oxido de Aluminio (Al_2O_3) además hasta el 4% de álcalis y 6% de alcalinotérreos. Es decir que conociendo los límites de Attergeberg y sabiendo el tipo de arcilla mediante el diagrama de Holtz y Kovacs se puede conocer un aproximado de su composición química, sin embargo en esta investigación se realizó un Análisis Térmico diferencial y un Ensayo de Fluorescencia de Rayos X para conocer las cantidades exactas de óxidos que contienen la arcilla de Cajabamba y la concha de abanico.

La realización del Análisis Térmico Diferencial permitió conocer las temperaturas en que nuestros materiales se ven afectados y cambian su composición estructural, estas temperaturas fueron de 890 °C para la concha de abanico, lo cual se aproxima al resultado de Zavaleta (2019) en el que obtiene una temperatura de calcinación de 900°C; y de 550°C para la arcilla de Cajabamba, valor igual al que obtiene Urrutia (2017). El calcinado a una temperatura controlada, permite una conversión uniforme de los componentes de nuestros materiales en estado natural a óxidos.

En análisis químico realizado mediante espectrometría de fluorescencia de Rayos X, se conoció la composición química de la concha abanico como se muestra en la **Tabla 06** y se puede decir que obtuvimos un biomaterial altamente reactivo con un 87.348 % de Oxido de Calcio (CaO), Julian et al (2017) obtiene 97.743% de CaO y Zavaleta (2019) un 84.298%, lo cual se interpreta que la concha de abanico calcinada es un material con pureza alta ya que contiene más de 80% de un solo elemento.

La composición química de la arcilla de Cajabamba tal como se muestra en la **Tabla 07** siendo sus componentes más relevantes el Óxido de silicio (SiO_2) con un 68.967%, el Óxido de Aluminio (Al_2O_3) con un 14.991 % y Óxido de Hierro (Fe_2O_3) con un 9.360 %, los cuales distan de los resultado de Urrutia (2017) debido a que son distintos tipos de arcilla. Con estos valores podemos estimar la actividad puzolanica de la arcilla tal como lo evalúan Julian et al (2017), siguiendo el estándar de la ASTM C618 (1980) donde establece que la suma de los óxidos de silicio, aluminio y hierro debe superar el 70% para que una arcilla activada sea considerada como material puzolanico. En el caso de la arcilla de Cajabamba la suma de estos óxidos da como resultado un 93.318%, superando así en un 23.318% el criterio de puzonalidad mencionado anteriormente. Es decir, que el proceso de activación de la arcilla ha permitido obtener un material puzolanico altamente reactivo. Por lo tanto cuando, se realice la combinación de la concha de abanico con alto contenido de óxido de calcio y la arcilla puzolanica que contiene oxido de silicio y aluminio, van a generar un material con propiedades cementantes muy parecidas a las del cemento.

Los resultados del ensayo de pH tan como se muestra en la **Tabla 08** se registró para el cemento un pH de 13.46, para la arcilla 6.59, para la concha de abanico 13.06 y las combinaciones empleadas en la sustitución fueron de 13.33 para la combinación n°1 (92% cemento +2% arcilla + 6% concha de abanico) y 13.38 para la combinación n° 2 (88% cemento + 3% arcilla + 9% concha de abanico), siendo más importantes los resultados de estas últimas, las cuales varían al pH cemento en 0.13 para la combinación n°1 y en 0.08 para la combinación n°2, las cuales no son variaciones muy significativas por lo que se puede decir que el material sustituido tiene el mismo nivel de alcalinidad que el cemento, al igual que Urrutia (2017) las combinaciones alcanza un ph similar al del cemento, debido a los bajos porcentajes de sustitución realizados.

Para el diseño de mezcla de los ladrillos patrones y experimentales plasmado en la **Tabla 09** se contempló una relación agua cemento de 0.90 debido a que se los ladrillos de concreto se realizaron mediante vibrado, el cual genera una mayor resistencia que un concreto no vibrado. A diferencia de Zavaleta (2019) que usa una relación de 0.84, pero la elaboración de sus unidades son mediante moldes y compactado manual.

La resistencia a la compresión de los ladrillos a los 28 días de curado como se muestra en la **Figura 09** nos dio como resultado para el patrón 149.73 kg/cm² para el experimental n° 01 146.87 kg/cm² y para el experimental n° 02 140.73 kg/cm² que representan un 115.18%, 112.98% y 108.25% de la resistencia diseño 130 kg/cm² respectivamente.

Lo cual se puede interpretar como una disminución de la resistencia mientras más porcentaje de cemento es sustituido, y además se puede apreciar que los 3 valores superan la resistencia diseño establecida, esto se debe al proceso de elaboración y a la mejor compactación que le da el vibrado a los ladrillos.

La disminución de la resistencia se debe a la presencia de óxido de potasio (K₂O) en la concha de abanico en 3.177% y en la arcilla en 2.079%, al igual que Zavaleta (2019) sus unidades experimentales no superan sus patrones debido a la presencia de este elemento. Es por ello que en esta investigación, en el experimental n°01 la disminución de resistencia es menor ya sólo se sustituyó en el 8% al cemento en comparación con el experimental n°02 que fue en un 12%.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El tipo de arcilla estudiada es una arcilla de alta plasticidad considerada una montmorillonita, la cual contiene Oxido de silicio, de aluminio y de hierro en su composición química.

La temperatura de calcinación para activar nuestros materiales obtenida mediante Análisis Térmico Diferencial, para la arcilla fue de 550°C y para la concha de abanico fue de 890°C, estas temperaturas representan cambios estructurales en los materiales.

La arcilla y las conchas de abanico, activadas y sometidas al ensayo de fluorescencia de rayos X contienen como elementos más relevantes en el caso de la arcilla Óxido de silicio (SiO_2) con un 68.967%, el Óxido de Aluminio (Al_2O_3) con un 14.991 % y en el caso de las conchas de abanico 87.348 % de Oxido de Calcio (CaO), por lo cual la combinación de estos 2, está conformada en su mayoría por los mismos elementos que el cemento.

Se comprobó mediante ensayo de pH que la arcilla tiene un valor de 6.59, la concha de abanico 13.06, la combinación n°01 13.33 y la combinación n°2 13.38. Por lo tanto el material que resulta de las combinaciones es alcalino y en un rango apto para el cemento que tiene un valor de 13.46, y se concluye que son materiales compatibles.

Se realizó el diseño de mezcla con relación agua – cemento de 0.90 para ladrillo tipo IV de resistencia 130 kg/cm², para la elaboración de los ladrillo en maquina ladrillera con motor de vibración.

Los ladrillos de concreto a 28 días de curado alcanzaron las siguientes resistencias: para el patrón 149.73 kg/cm² (115.18% de 130kg/cm²) para el experimental n° 01 146.87 kg/cm², (112.98% de 130 kg/cm²) y para el experimental n° 02 140.73 kg/cm² (108.25% de 130 kg/cm²), todas las unidades superaron la resistencia diseño debido al buen vibrado al momento de la elaboración en la máquina ladrillera.

Se concluye que no se logró cumplir con la hipótesis ya que los ladrillos experimentales n°01 y n°02 no logran superar la resistencia a la compresión de los ladrillos convencionales. Sin embargo, la elaboración de estas unidades con sustituciones de 8% y 12% en la maquina ladrillera se consideran aceptables, ya que logran superar la resistencia diseño.

Recomendaciones

Se recomienda que los ensayos de compresión a los 28 días se realicen de forma física, para obtener una apreciación más exacta de la resistencia real a comparación de la curva de tendencia y profundizar en el análisis de los resultados.

Seguir realizando investigaciones con la arcilla de Cajabamba - Cajamarca, ya que al activarla contiene un alto nivel de puzonalidad y también considerar caracterizar otras arcillas de la región.

Realizar más sustituciones de cemento cercanas o menores al 8% para encontrar una sustitución optima que pueda superar los patrones y notar un incremento de resistencia considerable.

Se recomienda utilizar los tiempos adecuados de vibración, ya que a más tiempo de vibrado, la segregación de la mezcla de concreto incrementa.

Se recomienda realizar mantenimiento de la maquina ladrillera cada cierto periodo de tiempo así como la calibración de sus motores para lograr una vibración uniforme en sus moldes.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrieta, J., Peñaherrera, E. (2001) *Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora*. Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. Recuperado de: https://www.academia.edu/21925727/UNIVERSIDAD_NACIONAL_DE_INGENIERIA_FACULTAD_DE_INGENIERIA_CIVIL_FABRICACION_DE_BLOQUES_DE_CONCRETO_CON_UNA_MESA_VIBRADORA_Enero_2001_Lima_-Per%C3%BA
- Besoain, E. (1985) *Mineralogía de arcillas de suelos*, San José - Costa Rica. IICA. Recuperado de: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=pfL7oUpzI1QC&oi=fnd&pg=PA40&dq=composicion+quimica+de+la+arcilla&ots=Fj_wBPgDMs&sig=MzVpf4PX5gFqDXHVpNjSXXU5thE#v=onepage&q&f=false
- Cárdenas, J., Lizarazo, J. y Aperador, W. (2016) *Comportamiento mecánico de sistemas cementantes ternarios (cemento portland - ceniza volante - escoria de alto horno)*. Universidad Militar Nueva granada, Colombia. Recuperado de: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0255-69522016000200009
- CEMEX (2019) *Artículos de construcción ¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto?* Artículo web recuperado de: <https://www.cemex.com.pe/-/-por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->
- De Pablo, L. (1964) Las arcillas. I. clasificación, identificación, usos y especificaciones industriales. *Boletín de la sociedad Geológica mexicana*. 49-91.

- Flores, L. y Mazza, J. (2015) *Utilización de residuos de conchas de abanico como mejoramiento en las propiedades resistentes del concreto* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/1912>
- García, E. y Suárez, M. (2001). *Las arcillas: propiedades y usos*. Universidad Complutense y Universidad de Salamanca, España. Recuperado de: https://previa.uclm.es/_users/higueras/yymm/Arcillas.htm
- Harmsen, T. (2005). *Diseño de estructuras de concreto armado* (4ta. ed.). Perú: Fondo editorial PUCP. Recuperado de: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Gr3Ga9__NB4C&oi=fnd&pg=PA1&dq=harmsen+concreto+armado&ots=0FMxYvQKUB&sig=680Hbp1__nA1rGJ7YRNsUI5NUo#v=onepage&q&f=false
- Julián, C., Flores, G., Cribillero, Y. y Velázquez, W. (2017) *Resistencia de una pasta concha-arcilla de Yacya-Huari* Universidad San Pedro, Perú.
- Norma Técnica Peruana NTP 339.604. (2002) *Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto*. Recuperado de: https://kupdf.net/download/norma-tecnica-peruana-ntp-399604-2002_59efca8908bbc537369d180e_pdf
- Norma Técnica Peruana NTP 399.601 (2006) *Unidades de Albañilería. Ladrillos de concreto. Requisitos*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/358389512/NTP-399-601>
- Norma Técnica Peruana NTP 400.037 (2014) *Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Recuperado de: https://kupdf.net/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232_pdf

- Norma Técnica Peruana NTP 400.012 (2001) *Análisis granulométrico del agregado grueso, fino y global*. Recuperado de: https://www.academia.edu/18865508/NTP_400_012
- Norma Técnica Peruana NTP 400.021 (2002) *Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso*. Recuperado de: https://www.academia.edu/26938679/NORMA_T%C3%89CNICA_NTP_400.021_PERUANA_2002
- Norma Técnica Peruana NTP 400.022 (2002) *Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino*. Recuperado de: <https://dokumen.tips/documents/ntp-400022-2002.html>
- Norma Técnica Peruana NTP 400.017 (1999) *Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*. Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/norma-tecnica-peruana-tres/norma-tecnica-peruana-tres.pdf>
- Norma Técnica Peruana NTP 400.185 (2013) *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Recuperado de: https://kupdf.net/download/ntp-3391852013-agregados-metodo-contenido-de-humedad-total-evaporable-de-agregados-por-secado_59c03b5808bbc55813686f84_pdf
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2006) Norma E-070 *Albañilería*. Recuperado de: <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- Urrutia, S. (2017) *Evaluación del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituido el cemento en 2% y 4% de arcilla de Cajabamba – Cajamarca* Universidad San pedro, Perú.
- Zavaleta, S. (2019) *Resistencia a la compresión de ladrillo de concreto, sustituyendo en 23% al cemento por una combinación de conchas de abanico al 15% y rastrojo de maíz al 8%* (tesis de pregrado). Universidad San pedro, Perú.

ANEXOS Y APENDICE

PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 10. Obtención de agregado fino de la cantera Rubén.



Figura 11. Obtención de agregado grueso de la cantera Rubén.



Figura 12. Secado de muestras de agregados para cálculo de contenido de humedad.



Figura 13. Llenado y enrasado de molde para el cálculo de peso unitario de los agregados



Figura 14. Pesado de molde más agregado grueso.



Figura 15. Pesado de molde más agregado fino.



Figura 16. Agregados sumergidos en baldes con agua de un día para otro.



Figura 17. Secado superficial del confitillo.



Figura 18. Secado superficial de la arena en cocina.



Figura 19. Peso sumergido del agregado grueso.



Figura 20. Prueba del cono para verificar que la arena esta superficialmente seca.



Figura 21. Colocación de muestras en estufa, para posterior cálculo de peso específico.



Figura 22. Extracción de vacíos de la fiola con arena y agua, supervisado por el asesor.



Figura 23. Granulometría de los agregados



Figura 24. Supervisión del asesor durante ensayos a los agregados



Figura 25. Excavación superficial para encontrar arcilla.



Figura 26. Extracción de la arcilla en la ciudad de Cajabamba.



Figura 27. Lavado de la arcilla y pasada por malla organza.



Figura 28. Asentado de la arcilla durante 24 horas para diferenciar de limos



Figura 29. Retirado del agua del balde con arcilla

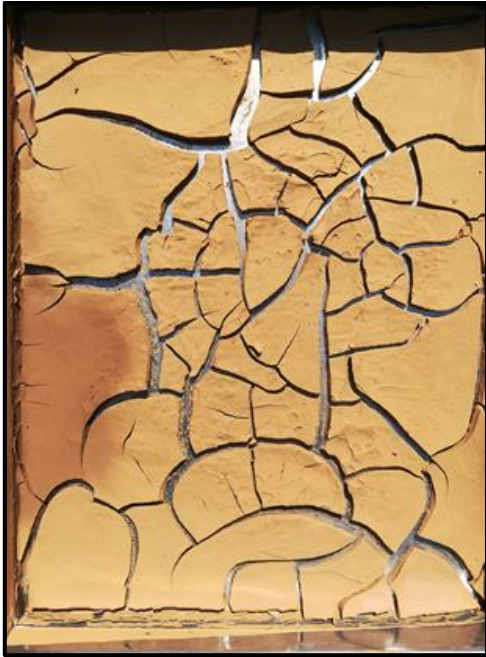


Figura 30. Secado de la arcilla al sol, en fuente de metal.



Figura 31. Lavado de conchas de abanico para quitar impurezas



Figura 32. Secado al sol de conchas de abanico.



Figura 33. Concha de abanico triturada antes de calcinación.



Figura 34. Arcilla triturada antes de calcinación.



Figura 35. Ensayo para límite líquido de la arcilla.



Figura 36. Ensayo para límite plástico de la arcilla.



Figura 37. Concha de abanico calcinada



Figura 38. Arcilla de Cajabamba calcinada



Figura 39. Molienda y tamizado por malla #200 de la arcilla calcinada.



Figura 40. Molienda y tamizado por malla #200 de la concha de abanico calcinada.



Figura 41. Peso de arcilla de Cajabamba tamizada.



Figura 42. Pesado de la concha de abanico tamizada.



Figura 43. Mezcla de cemento con la combinación de concha de abanico y arcilla



Figura 44. Pesado de materiales para elaborar los ladrillos patrón.

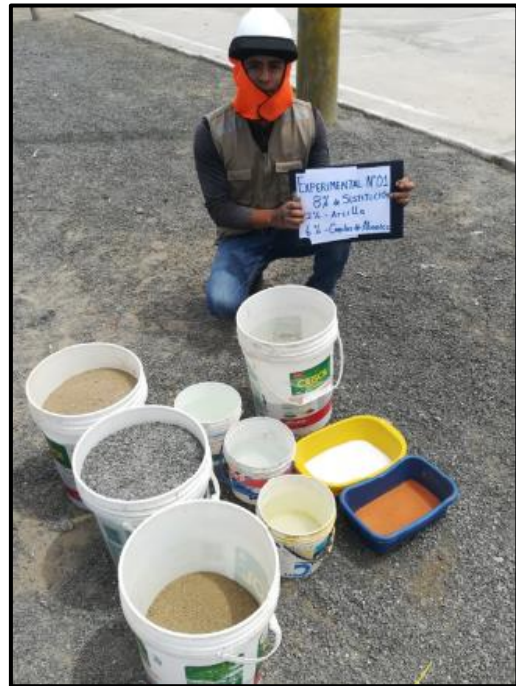


Figura 45. Pesado de materiales para elaborar los ladrillos experimental n°01, 8% de sustitución.



Figura 46. Pesado de materiales para elaborar los ladrillos experimental n°02, 12% de sustitución.



Figura 47. Maquina utilizada para la elaboración de los ladrillos.



Figura 48. Trompo utilizado para mezclar los materiales



Figura 49. Relleno de los moldes con la mezcla preparada



Figura 50. Enrasado de los moldes



Figura 51. Desencofrado de ladrillos



Figura 53. Ladrillos experimentales n°01



Figura 53. Ladrillos experimentales n°02



Figura 54. Cobertura con plástico de las unidades durante 24 horas.



Figura 55. Curado sumergido de las unidades de ladrillos de concreto



Figura 56. Medición de las dimensiones de los ladrillos.



Figura 57. Ensayo de Resistencia a la compresión.

**ANALISIS TÉRMICO
DIFERENCIAL DE LA CONCHA
DE ABANICO**



Trujillo, 12 de febrero del 2020

INFORME N° 61 - FEB-20

Solicitante: Mendoza Falcón Jean Pierre – 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-61F	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

Tel.: 44-2035109-49700880 dancchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria / Trujillo Perú



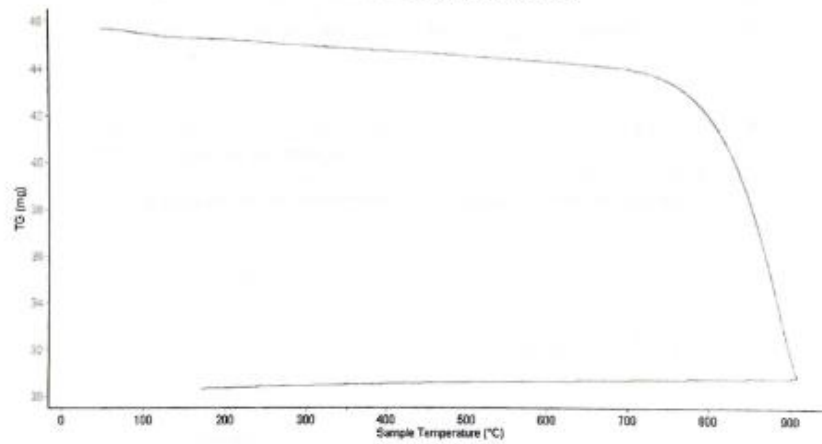


Trujillo, 12 de febrero del 2020

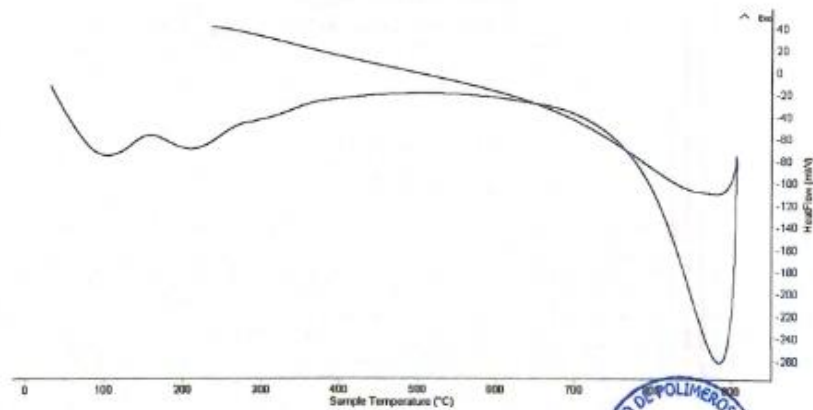
INFORME N° 61 - FEB-20

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Tel. 44-203510/49750880 ingenieria@untrujillo.edu.pe / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú





Trujillo, 12 de febrero del 2020


INFORME N° 61 - FEB-20

5. CONCLUSION:

1. Según la termogravimetría 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 37% 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, 12 de febrero del 2020




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

**ANALISIS TÉRMICO
DIFERENCIAL DE LA ARCILLA
DE CAJABAMBA**



Trujillo, 12 de febrero del 2020

INFORME N° 62 - FEB-20

Solicitante: Mendoza Falcón Jean Pierre – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Arcilla (1. gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	A-62F	47.5 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: 47.5 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa



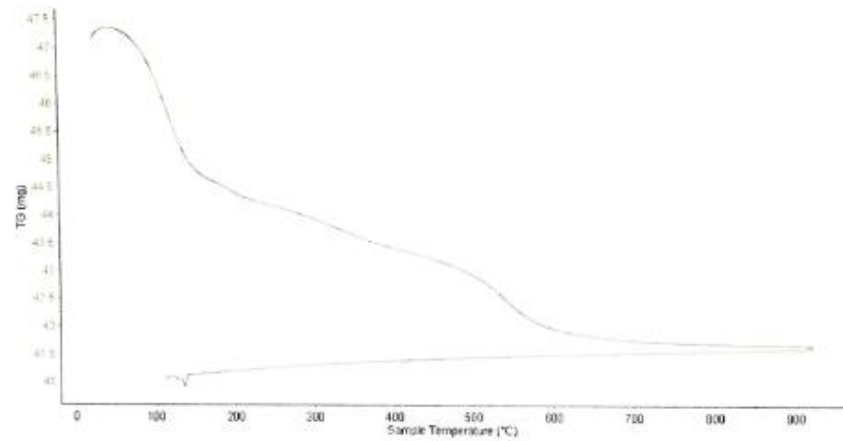


Trujillo, 12 de febrero del 2020

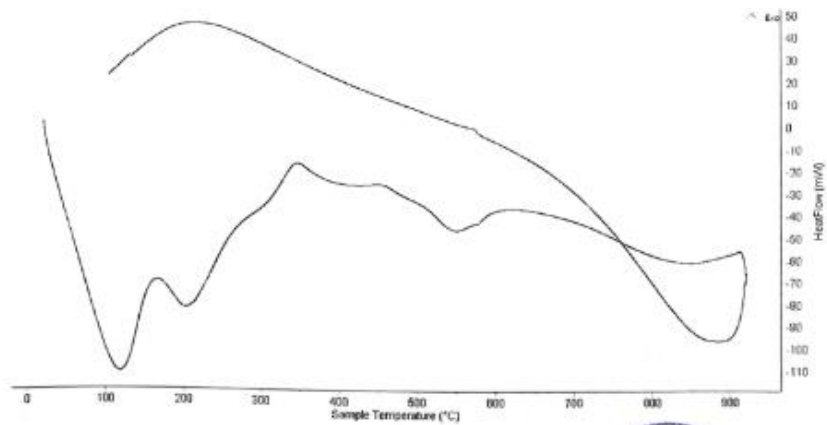
INFORME N° 62 - FEB-20

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



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

Laboratorio de Polímeros D.º 1.º T.º
JEFATURA
UNT
[Signature]



Trujillo, 12 de febrero del 2020

INFORME N° 62 - FEB-20

5. CONCLUSION:

1. Según la termogravimetría se muestra dos importantes caídas de la masa del material, la primera se da en el rango entre 70 y 130°C, y la segunda se da entre 500 y 570°C, en las otras regiones el barrido de temperatura muestra una caída de la masa muy lenta, llegando a perder en total aproximadamente 11% de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar algunos picos endotérmicos que se dan a 110, 205 y 550°C, además se muestra un pico exotérmico que se manifiesta a 350°C, todas estas pueden representar cambios estructurales y de las características en el material.

Trujillo, 12 de febrero del 2020


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

FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE LA CONCHA DE ABANICO



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N° 040 - LAQ/2020

Análisis de ceniza de concha de abanico por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de ceniza de concha de abanico a pedido del Sr. **Mendoza Falcón, Jean Pierre**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

"Resistencia a la Compresión de Ladrillos de Concreto Sustituyendo al Cemento por la Combinación de Polvo de Concha de Abanico y Arcilla."

La muestra fue previamente calcinada a 890°C durante cuatro horas, y está en la forma de grano fino de color blanco.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 10 μ A. Para acumular el espectro se utilizó 2048 canales de memoria donde se registraron un millón de cuentas. Los espectros se acumularon con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; con distancia de muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 1.8 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 2840 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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

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 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 concha de abanico. 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 característico.

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 forman en un



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

proceso de calcinación. La concentración total de estos óxidos resulta ser ligeramente que 100%. Esto indica que puede contener compuestos diferentes de óxidos entre los elementos allí presentes y/o existe una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición mineral de la muestra se recomienda utilizar el análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de cenizas de concha de abanico en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	4.428	4.346
SiO ₂	0.580	0.569
ClO ₂	1.403	1.377
K ₂ O	3.237	3.177
CaO	89.002	87.348
TiO ₂	0.010	0.010
Cr ₂ O ₃	0.010	0.010
Fe ₂ O ₃	0.046	0.045
Ni ₂ O ₃	0.037	0.036
CuO	0.009	0.009
ZnO	0.007	0.007
Ga ₂ O ₃	0.051	0.050
As ₂ O ₃	0.016	0.016
ZrO ₂	0.015	0.015
Total	101.893	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

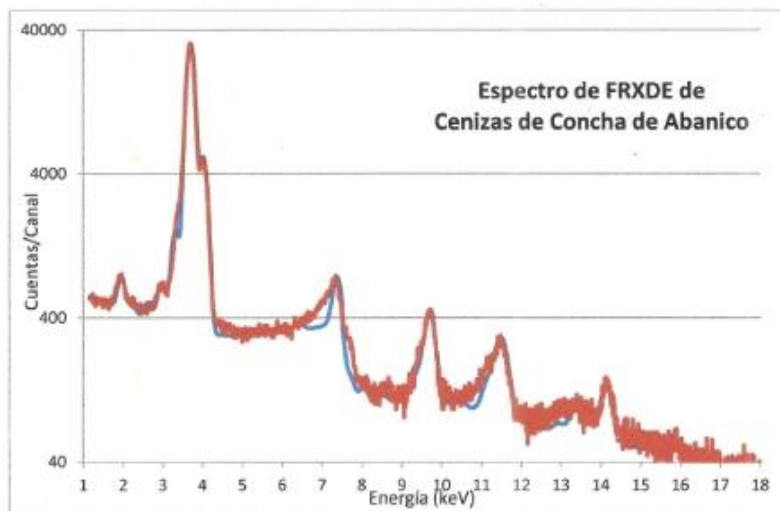


Figura 1. Espectro de FRXDE de cenizas de concha de abanico en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 06 de Marzo del 2020

**FLUORESCENCIA DE RAYOS X
DE LA ARCILLA DE
CAJABAMBA**



Análisis de arcilla de Cajabamba por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de arcilla de Cajabamba a pedido del Sr. **Mendoza Falcón, Jean Pierre**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

"Resistencia a la Compresión de Ladrillos de Concreto Sustituyendo al Cemento por la Combinación de Polvo de Concha de Abanico y Arcilla."

La muestra fue previamente tratada térmicamente a 550°C durante hora y media, y está en la forma de grano fino de color ladrillo.

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. Para acumular el espectro se utilizó 2048 canales de memoria donde se registraron un millón de cuentas. Los espectros se acumularon con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; con distancia de muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 1.8 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 2780 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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

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 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 arcilla de Cajabamba. 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 característico.

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 forman en un



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

proceso de calcinación. La concentración total de estos óxidos resulta ser ligeramente menor que 100%. Esto indica que puede contener compuestos de Na y/o Mg, que esta técnica no detecta, y/o existe una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición mineral de la muestra se recomienda utilizar el análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de arcilla de Cajabamba en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	14.425	14.991
SiO ₂	66.362	68.967
P ₂ O ₅	0.834	0.867
SO ₂	0.457	0.476
ClO ₂	0.287	0.299
K ₂ O	2.001	2.079
CaO	1.103	1.146
TiO ₂	1.401	1.457
Cr ₂ O ₃	0.013	0.014
MnO	0.198	0.205
Fe ₂ O ₃	9.007	9.360
Ni ₂ O ₃	0.011	0.012
CuO	0.014	0.014
ZnO	0.034	0.035
Ga ₂ O ₃	0.011	0.011
As ₂ O ₃	0.007	0.007
Y ₂ O ₃	0.007	0.007
ZrO ₂	0.053	0.055
Total	96.223	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

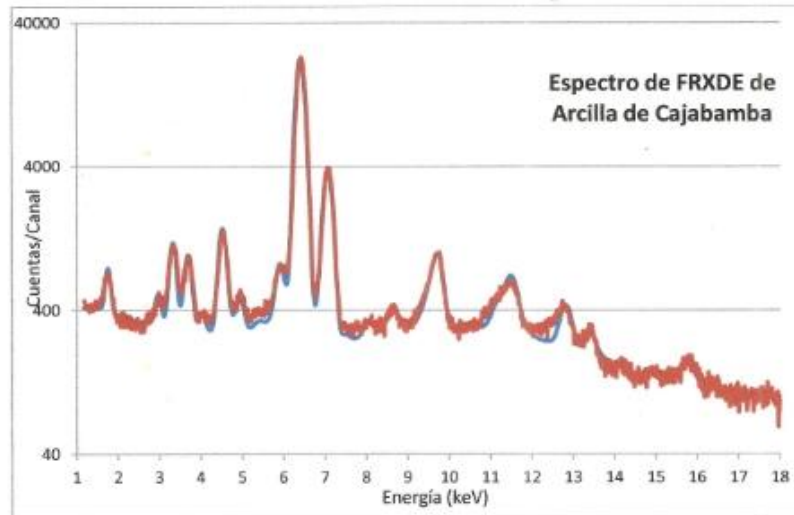


Figura 1. Espectro de FRXDE de arcilla de Cajabamba en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 06 de Marzo del 2020

ENSAYO 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° 20200305-007

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : MENDOZA FALCON JEAN PIERRE
 DIRECCIÓN : Jr. Santa Mz KS Lote 42 Coishco.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
 PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADO
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
 CANTIDAD DE MUESTRA : 05 muestras
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno, cerrada.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2020-03-05
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2020-03-05
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2020-03-05
 LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : SS 200305-7

RESULTADOS

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
CEMENTO 20G	13,49
ARCILLA DE CAJABAMBA 20G	6,58
CONCHA DE ABANICO 20G	13,06
COMBINACION N° 01 CEMENTO 92% + 2% DE ARCILLA + 6% DE CONCHA DE ABANICO	13,33
COMBINACION N° 02 CEMENTO 88% + 3% DE ARCILLA + 9% DE CONCHA DE ABANICO	13,38

METODOLOGIA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras : Muestras por COLECBI S.A.C. ()
 Proporcionalizadas por el Solicitante (X)
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Derivación por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, copias o fotografías : Si () NO (X)
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Marzo 05 del 2020.
 GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorio
 C.B.F. 326
 COLECBI S.A.C.

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

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

FIN DEL INFORME

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

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

ENSAYOS DE LABORATORIO

LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO
(MTC E-110,E-111,ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : BACH. MENDOZA FALCON JEAN PIERRE
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y ARCILLA
 MUESTRA : ARCILLA
 LUGAR : CAJABAMBA- CAJAMARCA-CAJAMARCA
 FECHA : 03/06/2020

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	40.00	38.80	40.80	20.70	22.50	20.90
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	32.50	30.80	31.30	20.50	21.90	20.50
PESO DE LA TARA (gr.)	18.10	18.90	18.40	18.60	19.00	18.20
PESO DEL AGUA (gr.)	7.50	7.80	9.50	0.20	0.60	0.40
PESO SUELO SECO (gr.)	14.40	11.90	12.90	1.90	2.90	2.30
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	52.08	65.55	73.64	10.53	20.69	17.39
Nro. DE GOLPES	34	23	15	16.20		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110,ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL :	% 62.62

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111,ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP :	% 16.20

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP :	% 46.41


UNIVERSIDAD "SAN PEDRO"
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION
Mg. Miguel Solar Jara
 I. G. P. E.

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

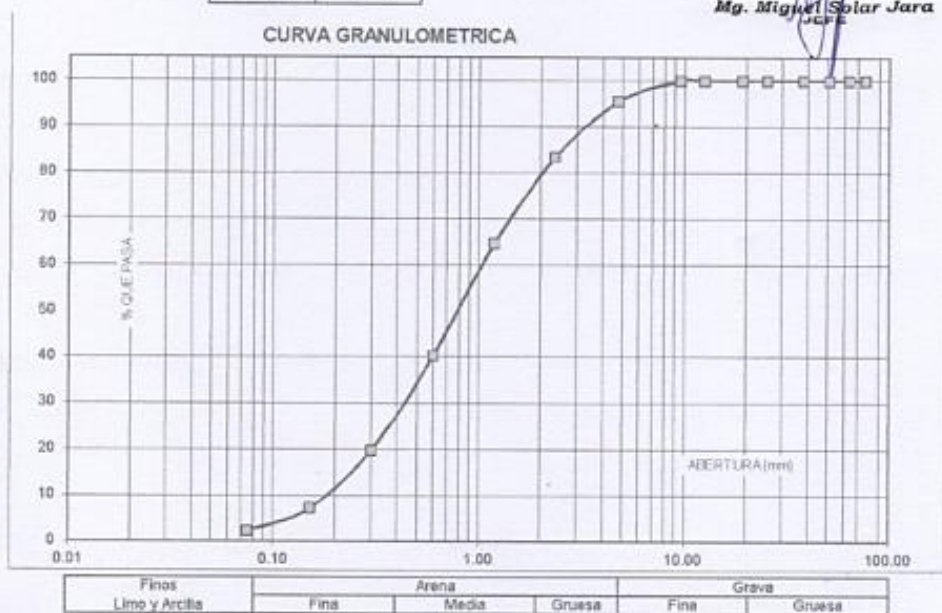
SOLICITA : BACH. MENDOZA FALCON JEAN PIERRE
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y ARCILLA
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 03/06/2020

TAMIZ	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.20	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	26.6	4.4	95.6
N° 8	2.36	72.1	12.1	83.5
N° 16	1.18	112.5	18.8	64.7
N° 30	0.60	144.7	24.2	40.5
N° 50	0.30	123.5	20.7	19.8
N° 100	0.15	75.2	12.6	7.2
N° 200	0.08	30.1	5.0	97.0
PLATO ASTM C. 117.04	13.2	2.2	100.0	0.0
TOTAL	597.9	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Finesa	2.89

OBSERVACIONES
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.


UNIVERSIDAD DEL ALTIPLANO
 P.O. BOX 11000 - TACNA - PERU
 Calle Tacna 11000, Tacna, Perú
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-06)

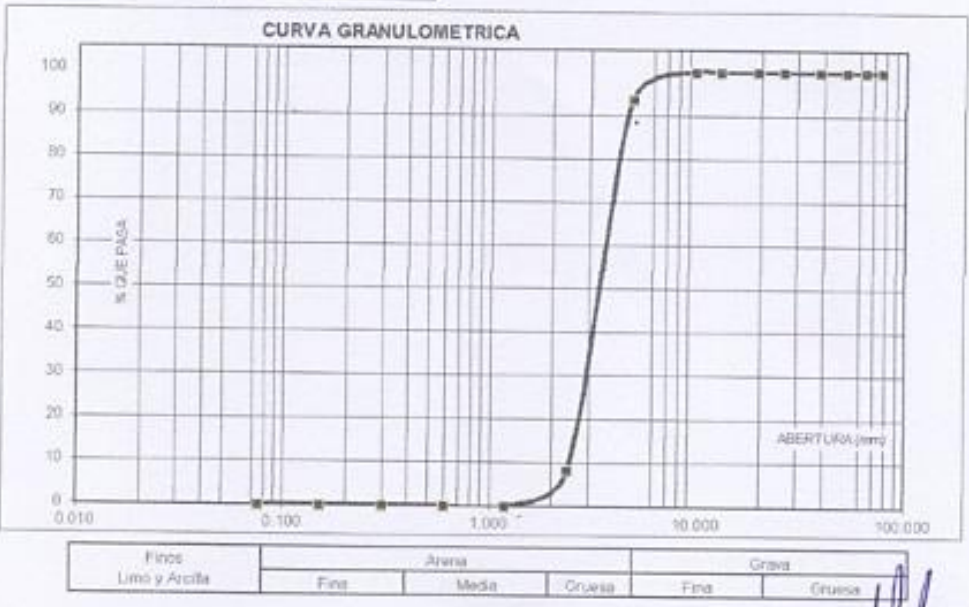
SOLICITA BACH. MENDOZA FALCON JEAN PIERRE
 TESIS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y ARCILLA
 LUGAR CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA RUBEN
 MATERIAL CONFITILLO
 FECHA 03/06/2020

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0
5/8"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.750	37.8	6.3	6.3	93.7
N° 8	2.360	512.3	85.5	91.9	8.1
N° 16	1.180	48.8	8.1	100.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	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		592.9	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Tamaño Máximo Nominal	#4
Hoyo	N° 5 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES

La Muestra tomada identificada por el solicitante.




UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Los Mochis, Arequipa y Chuquiaguasi
Mg. Miguel Solar Jara
 ICFE

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. MENDOZA FALCON JEAN PIERRE
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y ARCILLA
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 03/08/2020

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	662.9	709
TARA + SUELO SECO (gr)	660.4	706.8
PESO DEL AGUA (gr)	2.5	2.2
PESO DE LA TARA (gr)	162.9	209
PESO DEL SUELO SECO (gr)	497.5	497.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.50	0.44
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.47	


 UNIVERSIDAD SAN JOSÉ
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LIB. San José de los Ríos - Universidad de Huancayo
 Mg. Miguel Solar Jara

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

SOLICITA : BACH. MENDOZA FALCON JEAN PIERRE
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y ARCILLA
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : CONFITILLO
 FECHA : 03/06/2020

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	701.3	698.9
TARA + SUELO SECO (gr)	700.2	697.9
PESO DEL AGUA (gr)	1.1	1
PESO DE LA TARA (gr)	201.3	198.9
PESO DEL SUELO SECO (gr)	498.9	499
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.22	0.20
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.21	


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LA MOLINA - TACNA - PERU
 Mg. Miguel Solar Jara
 JARA

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH. MENDOZA FALCON JEAN PIERRE
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y ARCILLA
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 03/08/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7450	7450	7500
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4124	4124	4174
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1479	1479	1497
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1485		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1478		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8100	8100	8100
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4774	4774	4774
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1712	1712	1712
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1712		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1704		


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 LIMA
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO


SOLICITA : BACH. MENDOZA FALCON JEAN PIERRE
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y ARCILLA
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : CONFITILLO
 FECHA : 03/09/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7050	7050	6950
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	3724	3724	3624
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1336	1336	1300
Peso unitario prom. (Kg/m ³)		1324	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1321	

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7350	7400	7400
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4024	4074	4074
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1443	1461	1461
Peso unitario prom. (Kg/m ³)		1455	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1452	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 DE HUANCABAMBA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 Mg. Miguel Solar Jara
 2020

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

SOLICITA : BACH, MENDOZA FALCON JEAN PIERRE
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y ARCILLA
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 03/06/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr.	654.00	654.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	954.00	954.00
D	Peso de picnometro + agua + material	gr.	844.00	844.00
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	110.00	110.00
F	Peso de material seco en estufa	gr.	296.00	296.00
G	Volumen de masa (E-(A-F))		106.00	106.00
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.691	2.691
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.727	2.727
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.792	2.792
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x 100		1.35	1.35

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.691
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.727
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.792
Absorción (%) : 1.35



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Las Mesas, Chiclayo y Eloy de Alvarado

Mg. Miguel Solar Jara

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH. MENDOZA FALCON JEAN PIERRE
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y ARCILLA
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 03/06/2020

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.69
- Peso unitario suelto 1478 kg/m³
- Peso unitario compactado 1704 kg/m³
- Contenido de humedad 0.47 %
- Absorción 1.35 %
- Módulo de fineza 2.89

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular #4
- Tamaño Máximo Nominal 2.83
- Peso especifico de masa 1321 kg/m³
- Peso unitario suelto 1452 kg/m³
- Contenido de humedad 0.21 %
- Absorción 1.09 %

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
DE CALLO
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE MATERIALES

Mg. Miguel Solar Jara

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1" a 2" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 2" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de #4 , el volumen unitario de agua es de 216 l/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0,900

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $216 / 0.900 = 240 \text{ kg/m}^3 = 5.65 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	240.000	kg/m ³
Agua efectiva.....	232.152	lts/m ³
Agregado fino.....	1261.24	kg/m ³
Agregado grueso.....	582.173	kg/m ³


PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{240.00}{240.00} : \frac{1261.24}{240.00} : \frac{582.17}{240.00}$$

1 : 5.26 : 2.43 : 41.11 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 5.31 : 2.75 : 41.11 lts / bolsa

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Escuela de Ingeniería Civil y Mecánica
Mg. Miguel Solar Jara
UCEPA

DISEÑO DE MEZCLA
(8% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH. MENDOZA FALCON JEAN PIERRE
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y ARCILLA
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 03/06/2020

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.69
- Peso unitario suelto 1478 kg/m³
- Peso unitario compactado 1704 kg/m³
- Contenido de humedad 0.47 %
- Absorción 1.35 %
- Módulo de fineza 2.89

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular #4
- Tamaño Máximo Nominal 2.83
- Peso especifico de masa 1321 kg/m³
- Peso unitario suelto 1452 kg/m³
- Contenido de humedad 0.21 %
- Absorción 1.09 %



Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1" a 2".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 2", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de #4, el volumen unitario de agua es de 216 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.900

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.071
2% Arcilla+6%CDA.....	(m ³)	0.006
Agua efectiva.....	(m ³)	0.216
Agregado fino.....	(m ³)	0.467
Agregado grueso.....	(m ³)	0.205
Aire.....	(m ³)	0.035
		1.000 m³

PESOS SECOS

Cemento.....	220.80 kg/m ³
2% Arcilla+6%CDA.....	19.200 kg/m ³
Agua efectiva.....	216.00 lts/m ³
Agregado fino.....	1255.31 kg/m ³
Agregado grueso.....	580.95 kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	220.80 kg/m ³
2% Arcilla+6%CDA.....	19.200 kg/m ³
Agua efectiva.....	199.87 lts/m ³
Agregado fino.....	1261.24 kg/m ³
Agregado grueso.....	582.17 kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{220.80}{220.80} : \frac{19.200}{220.80} : \frac{1261.24}{220.80} : \frac{582.17}{220.80}$$

$$1 : 0.09 : 5.71 : 2.64 \quad 32.31 \text{ lts / bolsa}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Línea Maestría en Ingeniería / Grupo de Maestría

Mg. Miguel Solar Jara

DISEÑO DE MEZCLA

(12% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH. MENDOZA FALCON JEAN PIERRE
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y ARCILLA
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 03/06/2020

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso específico de masa 2.69
- Peso unitario suelto 1478 kg/m³
- Peso unitario compactado 1704 kg/m³
- Contenido de humedad 0.47 %
- Absorción 1.35 %
- Módulo de fineza 2.89

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular #4
- Tamaño Máximo Nominal 2.83
- Peso específico de masa 1321 kg/m³
- Peso unitario suelto 1452 kg/m³
- Contenido de humedad 0.21 %
- Absorción 1.09 %

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Mg. Miguel Solar Jara
DISEÑO

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1" a 2" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 2" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de #4 , el volumen unitario de agua es de 216 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.900

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m³)	0.068
3% Arcilla+9%CDA.....	(m³)	0.009
Agua efectiva.....	(m³)	0.216
Agregado fino.....	(m³)	0.467
Agregado grueso.....	(m³)	0.205
Aire.....	(m³)	0.035
		<u>1.000</u> m³

PESOS SECOS

Cemento.....	211.20	kg/m3
3% Arcilla+9%CDA.....	28.800	kg/m3
Agua efectiva.....	216.00	lts/m3
Agregado fino.....	1255.31	kg/m3
Agregado grueso.....	580.95	kg/m3

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	211.20	kg/m3
3% Arcilla+9%CDA.....	28.800	kg/m3
Agua efectiva.....	199.87	lts/m3
Agregado fino.....	1261.24	kg/m3
Agregado grueso.....	582.17	kg/m3

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{211.20}{211.20} : \frac{28.800}{211.20} : \frac{1261.24}{211.20} : \frac{582.17}{211.20}$$

$$1 : 0.14 : 5.97 : 2.76 \quad 32.31 \text{ lts / bolsa}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Los Mochales de San Pedro de Macorís


Mg. Miguel Solar Jara

COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-PATRON

SOLICITA : BACH. MENDOZA FALCON JEAN PIERRE
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y ARCILLA
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 03/06/2020

MATERIAL : LADRILLO (PATRON)
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24x 13 x 9

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
PATRON 7 DIAS	24.10	13.20	9.00	318.1	29,920	94.05
PATRON 7 DIAS	24.20	13.50	9.00	326.7	32,330	98.96
PATRON 7 DIAS	24.00	13.50	9.00	324.0	30,950	95.52
PATRON 14 DIAS	24.30	13.40	9.00	325.6	40,520	124.44
PATRON 14 DIAS	24.30	13.60	9.00	330.5	40,970	123.97
PATRON 14 DIAS	24.10	13.50	9.00	325.4	39,190	120.45


 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHIMBOTE
 Mg. Miguel Solar Jara
 I.A.P.E.

COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-EXPERIMENTAL - 8%

SOLICITA : BACH. MENDOZA FALCON JEAN PIERRE
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO
 POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y ARCILLA
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 03/06/2020

MATERIAL : LADRILLO (EXPERIMENTAL)
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24x 13 x 9

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
EXPERIMENTAL 7 DIAS	24.10	13.20	9.00	318.1	27,740	87.20
EXPERIMENTAL 7 DIAS	24.20	13.20	9.00	319.4	29,050	90.94
EXPERIMENTAL 7 DIAS	24.30	13.50	9.00	328.1	30,800	93.89
EXPERIMENTAL 14 DIAS	24.00	13.10	9.00	314.4	35,460	112.79
EXPERIMENTAL 14 DIAS	24.40	13.60	9.00	331.8	41,510	125.09
EXPERIMENTAL 14 DIAS	24.30	13.50	9.00	328.1	38,860	118.46


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 F.P. DE INGENIERIA EN ENERGIAS RENOVABLES
 Calle Alameda 1001, Chiclayo de Marañón

Mg. Miguel Solar Jara

COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-EXPERIMENTAL - 12%

SOLICITA : BACH. MENDOZA FALCON JEAN PIERRE
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO Y ARCILLA
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 03/06/2020

MATERIAL : LADRILLO (EXPERIMENTAL)
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24x 13 x 9

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
EXPERIMENTAL 7 DIAS	24.30	13.30	9.00	323.2	27,430	84.87
EXPERIMENTAL 7 DIAS	24.40	13.60	9.00	331.8	31,220	94.08
EXPERIMENTAL 7 DIAS	24.20	13.20	9.00	319.4	26,790	83.87
EXPERIMENTAL 14 DIAS	24.00	13.10	9.00	314.4	34,770	110.59
EXPERIMENTAL 14 DIAS	24.30	13.20	9.00	320.8	37,340	116.41
EXPERIMENTAL 14 DIAS	24.30	13.60	9.00	330.5	38,170	115.50


UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LOS MUELLERES, LIMA 5
Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE