

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 almeja
(*semele sp*) y arcilla de Cajabamba**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Pasco Martínez, Christian Aarón

Asesor

Cerna Chávez, Rigoberto

Chimbote – Perú

2020

Palabras clave

Tema	Resistencia a la compresión
Especialidad	Tecnología del concreto

Keywords

Theme	Compressive strength
Speciality	Concrete technology

Línea de investigación

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

**Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto sustituyendo al cemento
por la combinación de polvo de concha de almeja (*semele sp*) y arcilla de
Cajabamba**

Resumen

El presente proyecto tiene por objetivo realizar el diseño de ladrillos de concreto utilizando el polvo de concha de almeja (*semele sp*) y arcilla de Cajabamba en una proporción 3:1, sustituyendo al cemento en un 8% y 16% para obtener una mayor resistencia a la compresión.

El método utilizado fue experimental donde se hizo ladrillos de concreto patrón y dos grupos de ladrillos de concreto experimentales donde se sustituyó el cemento y los cuales estarán regidos al diseño de mezcla de 130 kg/cm².

Se procedió a obtener la concha de almeja y la arcilla (obtenida en la ciudad de Cajabamba), para posteriormente ser activadas mecánica y térmicamente, para poder obtener propiedades similares al cemento. Posteriormente se realizó el diseño de mezcla para una resistencia a la compresión de 130 kg/cm², donde se elaboraron los ladrillos de concreto patrón y las sustituciones experimentales utilizando una máquina especial para elaborar ladrillos de concreto. Estos ladrillos de concreto fueron ensayados a la edad de 7, 14 y 28 días.

Los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión fueron favorables en su mayor totalidad. Siendo la resistencia de los ladrillos patrones de 133.90 kg/cm² (103.00 % de 130 kg/cm²), para la sustitución del 8% fue de 139.04 kg/cm² (106.95% de 130 kg/cm²) el cual supero a su diseño establecido y también a los ladrillos de concreto patrón; y para la sustitución de 16% fue de 127.87 kg/cm² (98.36% de 130 kg/cm²) el cual no superó el diseño establecido y tampoco al diseño patrón levemente.

Esta investigación resulta de ser de gran ayuda al avance de la tecnología pues se alienta a utilizar materiales no convencionales para la construcción y se hace hincapié en seguir investigando con estos y otros nuevos materiales.

Abstract

The purpose of this project is to design concrete bricks using clam shell powder (semele sp) and Cajabamba clay in a 3: 1 ratio, replacing cement by 8% and 16% to obtain greater strength. to compression.

The method used was experimental where standard concrete bricks were made and two groups of experimental concrete bricks where the cement was replaced and which will be governed by the 130 kg / cm² mix design.

The clam shell and the clay (obtained in the city of Cajabamba) were obtained, to be subsequently mechanically and thermally activated, in order to obtain properties similar to cement. Subsequently, the mix design for a compressive strength of 130 kg / cm² was carried out, where the standard concrete bricks and the experimental substitutions were made using a special machine to make concrete bricks. These concrete bricks were tested at the age of 7, 14, and 28 days.

The results obtained for compressive strength were mostly favorable. Being the resistance of the standard bricks of 133.90 kg / cm² (103.00% of 130 kg / cm²), for the replacement of 8% it was 139.04 kg / cm² (106.95% of 130 kg / cm²) which exceeded its established design and also to the concrete pattern bricks; and for the 16% substitution it was 127.87 kg / cm² (98.36% of 130 kg / cm²), which did not exceed the established design nor the standard design slightly.

This research turns out to be of great help to the advancement of technology as it encourages the use of unconventional materials for construction and the emphasis is on continuing to research with these and other new materials.

Índice General

Título	i
Palabras Clave	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Introducción	1
Metodología	13
Resultados	23
Análisis y Discusión	36
Conclusiones	39
Recomendaciones	41
Agradecimiento	42
Referencias Bibliográficas	43
Anexos	44

Índice de Tablas

Tabla 01. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.....	2
Tabla 02. Componentes Químicos del cemento.....	3
Tabla 03. Componentes Químicos en porcentajes del cemento.....	4
Tabla 04. Variable dependiente.....	10
Tabla 05. Variable independiente.....	11
Tabla 06. Observación científica	15
Tabla 06. Límites de Atterberg de la arcilla de Cajabamba.....	23
Tabla 07. Composición química del polvo de concha de almeja.....	26
Tabla 08. Composición química de la arcilla	27
Tabla 09. Ensayo de Ph	27
Tabla 10. Diseño de mezcla Patrón y experimental.....	28
Tabla 11. Cantidades a sustituir al cemento por unidad.....	28
Tabla 12. Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos patrón a los 7 días de curado	28
Tabla 13. Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos patrón a los 14 días de curado	29
Tabla 14. Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos patrón a los 28 días de curado.....	29
Tabla 15. Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos experimentales n° 01 a los 7 días de curado.....	30
Tabla 16. Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos experimentales n° 01 a los 14 días de curado.....	31
Tabla 17. Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos experimentales n° 01 a los 28 días de curado.....	31
Tabla 18. Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos experimentales n° 02 a los 7 días de curado.....	32
Tabla 19. Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos experimentales n° 02 a los 14 días de curado.....	33
Tabla 20. Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos experimentales n° 02 a los 28 días de curado.....	33

Índice Figuras

Figura 01: Diagrama de flujo del procedimiento experimental	17
Figura 02. Máquina ladrillera.....	21
Figura 03. Grafico % de humedad vs n° de Golpes.....	23
Figura 04. Gráfico de plasticidad (Casagrande, 1932).....	24
Figura 05. Gráfico de Holtz y Kovacs (1981).....	24
Figura 06. Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto – patrón	30
Figura 07. Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto – experimental N° 01.....	32
Figura 08. Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto – experimental N° 02.....	33
Figura 09. Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto patrón, experimental N° 01 y N° 02	34
Figura 10. Comparación de resistencia a la compresión de ladrillos de concreto	35
Figura 11. Recolección de agregado fino (arena) de la cantera de Rubén	45
Figura 12. Recolección de agregado grueso (confitillo) de la cantera de Rubén ...	45
Figura 13. Recolección de la Arcilla de Cajabamba con la supervisión del Ing. Robert Siguenza	45
Figura 14. Recolección de la Almeja (semele sp) en el mercado La Sirena	45
Figura 15. Peso unitario del agregado grueso (confitillo)	46
Figura 16. Peso unitario del agregado fino (arena)	46
Figura 17. Ensayo de contenido humedad de los agregados	46
Figura 18. Agregados sumergidos en agua para el ensayo de absorción	46
Figura 19. Ensayo de gravedad específica del agregado grueso	47
Figura 20. Ensayo de gravedad específica del agregado fino con pícnometro	47

Figura 21. Ensayo de granulometría, verificado por el ing. Dante Salazar	47
Figura 22. Disolvemos la arcilla con ayuda del palo de madera	47
Figura 23. Pasamos la arcilla disuelta a un recipiente por la organza y dejarla reposar por 2 días	48
Figura 24. Después de reposar por dos días se aprecia la separación del agua de la arcilla	48
Figura 25. Después de separar la arcilla del agua la colocamos en un recipiente para su secado evitando su contaminación cubriéndola	48
Figura 26. Después tamizar la arcilla la humedecemos y con ayuda de la cuchara Casa Grande recolectamos los datos para hallar el límite líquido	48
Figura 27. Haciendo una especie de palitos con la arcilla semi-húmeda se busca hallar el Límite Plástico	49
Figura 28. Una vez recolectada la concha de Almeja procedemos a lavarla con agua con una escobilla	49
Figura 29. Luego de ser lavada la dejamos secando al sol por 2 horas cada uno de las caras de la concha de Almeja	49
Figura 30. Calcinamos la concha de almeja a 895°C por 4 horas	49
Figura 31. Arcilla calcinada por 550°C por 1 hora y 30 minutos	50
Figura 32. Tamizaje de arcilla calcinada por malla n° 200, Ing. Milquisider Urrutia verificando el correcto procedimiento	50
Figura 33. Tamizaje de concha de almeja calcinada por la malla n°200	50
Figura 34. Materiales pesados y listos para su combinación del patrón	50
Figura 35. Materiales pesados y listos para su combinación del experimental n° 01	51
Figura 36. Materiales pesados y listos para su combinación del experimental n° 02	51

Figura 37. Combinación de arcilla, concha de almeja y cemento para los experimentales	51
Figura 38. Utilizamos mezcladora para combinar nuestros materiales	51
Figura 39. Colocamos la mezcla en un balde para posteriormente colocarla en la máquina de ladrillos	52
Figura 40. Una vez colocada la mezcla en la maquina se procede a hacer la primera vibración para uniformizar la mezcla	52
Figura 41. Después de la primera vibración se procede a retirar los excesos de mezcla de los bordes superiores del molde	52
Figura 42. Después de quitar el exceso de material se procede a la segunda vibración y luego el desmolde de los ladrillos	52
Figura 43. Los ladrillos de concreto desmoldados	53
Figura 44. Los ladrillos de concreto experimental N°01	53
Figura 45. Los ladrillos de concreto experimental N°02	53
Figura 46. Curado sumergido en agua de ladrillos de concreto experimental N°02	53
Figura 47. Ensayo de resistencia a la compresión verificado por el ing. Miguel Solar	54

I. INTRODUCCION

Dado los antecedentes encontrados se ha tocado algunas investigaciones relevantes para este proyecto de investigación, como el de Urrutia, S. (2017), en la investigación desarrolla que tuvo como título: “Evaluación del concreto $F'c = 210$ Kg/cm² sustituido el cemento en 2% Y 4% de Arcilla de Cajabamba – Cajamarca”. Esta investigación tuvo como Objetivo General: “Evaluar el efecto de la sustitución del cemento en un 2% y 4% por arcilla calcinada de Cajabamba-Cajamarca, en un concreto $f'c = 210$ kg/cm²”. Donde se realizaron 27 probetas de concreto las cuales fueron 9 de concreto patrón, 9 de sustitución al 2% y 9 de sustitución al 4%. Los ensayos fueron hechos a las edades de 7, 14 y 28 días.

Concluyeron que la sustitución del cemento por dicha arcilla obtuvo resultados favorables porque su resistencia superó a la resistencia del concreto patrón en la edad de 28 días.

En otro punto, en la investigación de Solis, C. (2018). Resistencia de una pasta cementante sustituyendo en 5% por polvo de almeja (*semele sp*) y 15% por ceniza de cola de caballo. En la investigación que realizó se tuvo como objetivo determinar la resistencia alcanzada por una pasta cementante que al sustituir el cemento en un 5% y 15% por la combinación de polvo de concha de almeja y ceniza de cola de caballo. Se hicieron sus respectivas activaciones térmicas y mecánicas para que puedan ser similares al cemento. Se elaboró 30 pastas cementantes la cuales 15 serán sin sustitución y 15 con la sustitución de ambos materiales donde se obtuvo una resistencia superior en 2,52% a los 90 días de curado respecto al patrón y demostrando que esta adición puede ser usada en las construcciones actuales.

También se revisó la investigación de Cruz, B. (2019). Estabilización del pH en la Laguna Verde 3, usando Arcilla y Almeja. Esta investigación tuvo como objetivo general determinar la estabilización de pH en el agua Verde 3 utilizando un compuesto de Arcilla-Almeja. La metodología de la investigación fue Cuasi-Experimental, en donde se observó la muestra en estado normal y posteriormente añadiendo el compuesto para su comparación. En su investigación realizada se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de la muestra de concha de almeja calcinada previamente a una temperatura de 900°C, obteniendo

como resultado de óxido de Calcio (CaO) un 42.504%. Se concluyó que el compuesto de la dosificación 2:1:1 es apto según el Reglamento de calidad del agua para el consumo humano.

Marco Referencial

Unidad de albañilería

Se llama ladrillo a la unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano y se llama bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo. Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima. Dichas unidades son sólidas, huecas, alveolares o tubulares y pueden ser fabricadas de forma artesanal o industrial. Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días. (Norma E-070, 2006, p. 13)

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	±4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	±7	±6	±4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	±5	±4	±3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	±4	±3	±2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	±3	±2	±1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽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.

Materiales componentes de la Mezcla de concreto

Cemento portland

De la pulverización del Clinker se obtiene el cemento, y se produce a través de la cremación hasta la fusión de materiales calcáreos y arcillosos, y define los siguientes componentes como los que lo constituyen: Silicato tricálcico (C3S), es el que le otorga su resistencia al principio e interviene rectamente en el calor hidratación. Silicato dicálcico (C2S), este determina la resistencia al pasar el tiempo y no posee tanta incidencia en el calor de hidratación. Aluminio tricálcico (C3A), es un impulsor en el comportamiento de los silicatos y causa un fuerte fraguado. Para este fenómeno, es necesario sumarle y eso en la elaboración del cemento. Aluminio – ferrito tetracálcico (C4AF), contribuye en la velocidad de hidratación y posteriormente en el calor de hidratación. Componentes menores: oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio. (Harmsen, 1997, p. 11).

Tabla 02. Componentes Químicos del cemento.

%	COMPONENTE QUIMICO	PROCEDENCIA USUAL
95%<	Óxido de Calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Óxido de Silice (SiO ₂)	Areniscas
	Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
	Óxido de Fierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de Hierro, piritita
5%<	Oxido de Magnesio, Sodio, potasio, titanio, azufre, fósforo y magnesio	Minerales Varios

Fuente: Teodoro E. (1997). Materiales en diseño de estructuras de concreto armado, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú

Tabla 03. Componentes Químicos en porcentajes del cemento.

COMPUESTO	PORCENTAJE	ABREVIATURA
(CaO)	61% - 67%	C
(SiO ₂)	20% - 27%	S
(Al ₂ O ₃)	4% - 7%	A
(Fe ₂ O ₃)	2% - 4%	F
(SO ₃)	1% - 3%	
(MgO)	1% - 5%	
(K ₂ O Y Na ₂ O)	0.25% - 1.5%	

Fuente: ASM.

Agregados: fino o Arena y grueso o piedra

El agregado fino tanto como el grueso conforman los elementos pasivos del concreto puesto que no tienen intervención en las reacciones que se dan entre el cemento y el agua mientras mezcla. El agregado fino tiene que ser durable, limpio, fuerte, duro y libre de finos, limos y material orgánico. No debe poseer más del 5% de arcillas o limos ni más de 1.5 % de materia orgánica. También, sus partículas deben tener un tamaño menos a 1/4". El agregado grueso está conformado por piedra partida de chancadora o grava zarandeada y de la misma manera que el agregado fino no debe contener más del 5% de arcillas o limos ni más de 1.5 % de materias orgánicas, carbón, etc. (Harmsen, 1997, p. 12).

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.

El agua que se utiliza en la mezcla tiene que estarr limpia, sin de aceites, ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. En conclusión el agua potable es mejor para el concreto. Su principal objetivo es hidratar el cemento, pero además se le utiliza para desarrollar la trabajabilidad de la mezcla (Harmsen, 1997, p. 13).

Resistencia a la Compresión

Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604. (Sencico, 2008 , p.28).

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería (f_b) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

Para la realización de este ensayo se utilizan unidades secas y limpias.

La resistencia a la compresión (f_b) se determina de la siguiente manera:

$$f_b = \frac{P_m}{Ab}$$

Dónde:

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

P_m = Carga máxima de rotura (Kg)

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

Concreto vibrado

El procedimiento de asentamiento más fácil y seguro obtenido hasta el momento es la vibración, que nos provee un concreto con propiedades bien explicitas tales como la compacidad, la resistencia mecánica y el buen acabado.

La vibración se fundamenta en colocar al concreto a una secuencia de sacudidas y con repetición alta. Sujeto a resultado, la masa del concreto que se encuentra en un estado intermedio de trabajabilidad según su estabilidad, entra a una secuencia de acomodación y su asentación se va dando gradual y uniformemente, de tal manera que reduce el aire contenido. La muestra vibrada con ayuda de la mesa puede obtener dos veces la resistencia que una manualmente vibrada.

La unidad de albañilería, posee en la resistencia a la compresión, como una característica mecánica muy valiosa ya que tiene relación con la resistencia del muro; mientras mayor es la resistencia de la unidad, sube en proporción la resistencia del elemento estructural. Las características físicas como la densidad,

absorción, eflorescencia y la geometría, intervienen en la resistencia del elemento estructural.

Los cambios de textura se lograrán manipulando la granulometría de los agregados con otras operaciones, permitiendo lograr texturas superficiales, gruesas, medias o finas.

Proceso de producción

Un requisito indispensable que se tiene que hacer es la uniformidad, no en lo sujeto a la regularidad de sus dimensiones, su altura, si no en la calidad, densidad, acabado y textura superficial.

La uniformidad está sujeta al procedimiento de su fabricación, siendo factores importantes los de a continuación:

La meticulosa recopilación de los agregados.

El preciso análisis de la dosificación.

El correcto diseño del bloque

Una correcta realización del mezclado, moldeo y compactación.

Un correcto curado y almacenamiento.

Curado del concreto

Según Morales, M. (2012) hay diferentes modelos de métodos, materiales y técnicas para el curado del concreto, pero la meta final es respaldar la conservación de un almacenamiento correcto de humedad y temperatura para que las propiedades deseadas puedan desarrollarse.

Concha de almeja (*semele sp*)

La almeja es un molusco el cual vive en aguas saladas. Estos moluscos tienen un cuerpo el cual está protegido por conchas simétricas. Pueden llegar a soportar temperaturas de 5 a 35°C, la bajada de mar y variación de salinidad.

Según Marín, N., Benjamin, M. (2012). Define que la concha se encuentra formada por capas, una superficial y no calificada, que se llama periostraco y la porción

califica, formada por el meseostraco e hipostraco, siendo su composición química el carbonato de calcio de la concha contribuye en gran medida a su masa (98%), mientras que es el resto matriz orgánica integral (2% de la masa de la concha) que decide la precisión formación estructural, organización y propiedades del compuesto mineralizado.

En la sede de Chimbote se atraparon 9771 toneladas de ejemplares invertebrados marinos (2016) de los estos la almeja tuvo una producción anual de 13,9 toneladas siendo el 2.17% de la producción total de invertebrados marinos. En el primer trimestre se capturaron (2238 kg), en el segundo trimestre se capturaron (2966 kg), en el tercer trimestre se atraparon (2883kg), y al final se capturó en un número mayor el cuarto trimestre (5873 kg). IMARPE (2016).

Arcilla

Arcilla es la palabra que se usa con varios significados: Desde la de vista mineralógica, engloba a un grupo de minerales (minerales de la arcilla), filosilicatos en gran medida, con características fisico-químicas tienen relación de su composición y de la dimensión de grano, muy fino (menos de 2 mm). Desde la vista petrológico la arcilla es una roca sedimentaria, en la mayoría de los casos de causa detrítica, con propiedades bien fundadas para un sedimentólogo, arcilla es un término granulométrico, que tiene los sedimentos con dimensiones de grano menor a 0.002 mm. La arcilla para un ceramista es un material natural que al juntarse con agua en la proporción correcta se logra transformar en una pasta plástica. Económicamente vistas las arcillas son un grupo de minerales industriales con varias propiedades mineralógicas y genéticas y con distintas aplicaciones y cualidades tecnológicas.

Por tal motivo, el término arcilla tiene parentescos mineralógicos, y también de dimensión de partícula, por tal motivo se consideran arcillas a todos los fragmentos que poseen una dimensión de grano menor a 0.002 mm. (García y Suarez, 2004, p.3)

Propiedades físico-químicas

Su pequeña dimensión de partícula (menor a 2 mm), su forma laminar (filosilicatos), los cambios isomórficos, que inician el brote de carga en las láminas y a la aparición de cationes frágilmente adaptados en el espacio interlaminar. Estos componentes, muestran, en parte, un gran valor de la superficie del área y, a la también, la aparición de una mayor proporción de superficie activa, con enlaces no saturados. Así que, pueden reaccionar entre ellos con distintas sustancias, principalmente en compuestos polares, ya que tienen comportamiento plástico en mezclas arcilla-agua con elevada proporción sólido/líquido y son aptos en algunos casos de aumentar, con el aumento de propiedades reológicas en suspensiones acuosas.

Por otro lado, la presencia de carga en las láminas se recompensa, con la llegada en el espacio interlaminar de cationes frágilmente unidos y con aspecto variable de hidratación, que se podrían cambiarse con facilidad a través de ponerla en contacto de la arcilla mediante una solución saturada en otros cationes, a esta característica se le puede definir como la capacidad de intercambio catiónico y es además la base de muchas de las aplicaciones industriales (García y Suarez, 2004, p.8).

Viendo los antecedentes mencionados y considerando las propiedades de los materiales a utilizar se justifica esta investigación de manera social, económica y de conocimiento.

Mediante este trabajo de investigación, se buscará reemplazar el cemento con materiales que se pueden obtener de manera sencilla y que pueda ofrecer al ladrillo de concreto una resistencia satisfactoria, la cual ofrecerá beneficios a las construcciones venideras en la ciudad de Chimbote y que incluso puedan ser económicas y de manera que ya no tenga que optar por lo más barato que traerá consecuencias negativas. Sabiendo que la Concha de Almeja (*semele sp*) es un material sencillo de obtener en nuestra región por ser un puerto pesquero, en este material se puede hallar calcio; por otro lado, la arcilla de Cajabamba igualmente

es sencilla de obtener y además contiene en su composición química Silicio el cual es un componente del cemento y se espera que sea de gran ayuda en la construcción.

La concha de almeja (*semele sp*) es el material que se puede hallar con simplicidad en Perú y en nuestra localidad, tiene propiedades provechosas para el concreto como el Calcio, lo que hace que sea una opción para sustituir un cierto porcentaje al cemento ya que es un material cementante y económico.

Este proyecto de investigación se busca aportar con nuevos avances en la ingeniería con relación al concreto de tal manera que se pueda conseguir un ladrillo de concreto con resistencia óptima y un costo económico, al mismo tiempo contribuir con el cuidado del medio ambiente ya que al utilizarse materiales que no son contaminantes en las mezclas. Por tal motivo la proposición es diseñar un ladrillo de concreto con el polvo de concha de almeja (*semele sp*) y la arcilla de Cajabamba, el cual tendrá características mejores que un ladrillo de concreto convencional.

En la presente investigación se presenta una problemática que se detallará a continuación:

En la actualidad en países más avanzados ya se han erradicado problemas como la resistencia en las edificaciones, y en nuestro País esto sigue siendo un impedimento ya que si bien es cierto hay muchas propuestas, ninguna es accesible, ya sea porque los materiales no están al alcance de todos o no se encuentran en abundancia; es por ello que motivados por el bajo rendimiento de las edificaciones de concreto, es decir en edificios y más aún en las viviendas, por tratar de economizar, buscamos una opción que sea económica, resistente y que no pierda sus propiedades, para así tener construcciones más seguras y que se cumpla el estándar requerido de acuerdo a la norma Técnica del Perú, por eso tratamos de innovar el concepto de construcción para las zonas más pobre, de manera que con este material a ser usado como lo es el polvo de la concha de almeja (*semele sp*) y la arcilla de Cajabamba puedan sustituir al cemento en un porcentaje de 8% y 16% en una proporción 3:1.

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿De qué manera la sustitución del cemento por el 8% y 16% de la combinación del polvo de Concha de Almeja (*semele sp*) y arcilla de Cajabamba en una proporción 3:1 aumentará la resistencia a la compresión de ladrillos de concreto?

Conceptuación y operacionalización de las variables

Variable dependiente

Tabla 04. Variable dependiente.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador
Resistencia a la compresión	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E. 2005).	Se preparar 3 tipos de diseño ladrillos de concreto, patrón, experimental 01 y 02. Cada tipo de diseño tendrá 9 muestras las cuales se someten al curado sumergido en agua por 7, 14 y 28 días, donde se realiza la rotura obteniendo el valor del esfuerzo a la compresión.	Esfuerzo	Carga axial Área de la muestra Tiempo de curado

Fuente: Elaboración Propia

Variable independiente

Tabla 05. Variable independiente.

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Combinación de polvo de concha de almeja y arcilla	El diseño de mezcla del ladrillo de concreto se puede definir como el proceso de selección más adecuado. (Navarro R., 2011, p. 1)	Sustitución al cemento por la combinación del polvo de concha de almeja y arcilla de Cajabamba	Porcentaje 8% y 16% con proporción 3:1

Fuente: Elaboración Propia

La presente investigación se planteó la siguiente hipótesis: La sustitución al cemento por el 8% y 16% de la combinación de polvo de concha de almeja (*semele sp*) y arcilla de Cajabamba en una proporción 3:1 aumentaría la resistencia a la compresión en ladrillos de concreto.

El objetivo general de la presente investigación es: Determinar la resistencia a la compresión de ladrillos de concreto sustituyendo el cemento por el 8% y 16% de la combinación de polvo de concha de almeja (*semele sp*) y arcilla de Cajabamba en una proporción 3:1. Y los objetivos específicos son:

Determinar el tipo de arcilla mediante los Límites de Atterberg para la arcilla de Cajabamba

Determinar la temperatura de calcinación del polvo de concha de almeja (*semele sp*) y la arcilla de Cajabamba mediante el Análisis térmico diferencial (ATD).

Determinar la composición química del polvo de concha de almeja (*semele sp*) y la arcilla de Cajabamba térmicamente activada, mediante el ensayo Fluorescencia de rayos-X (FRXDE).

Determinar el pH del polvo de concha de almeja (*semele sp*), la arcilla de Cajabamba y la combinación.

Determinar la relación agua-cemento de la mezcla patrón y experimentales.

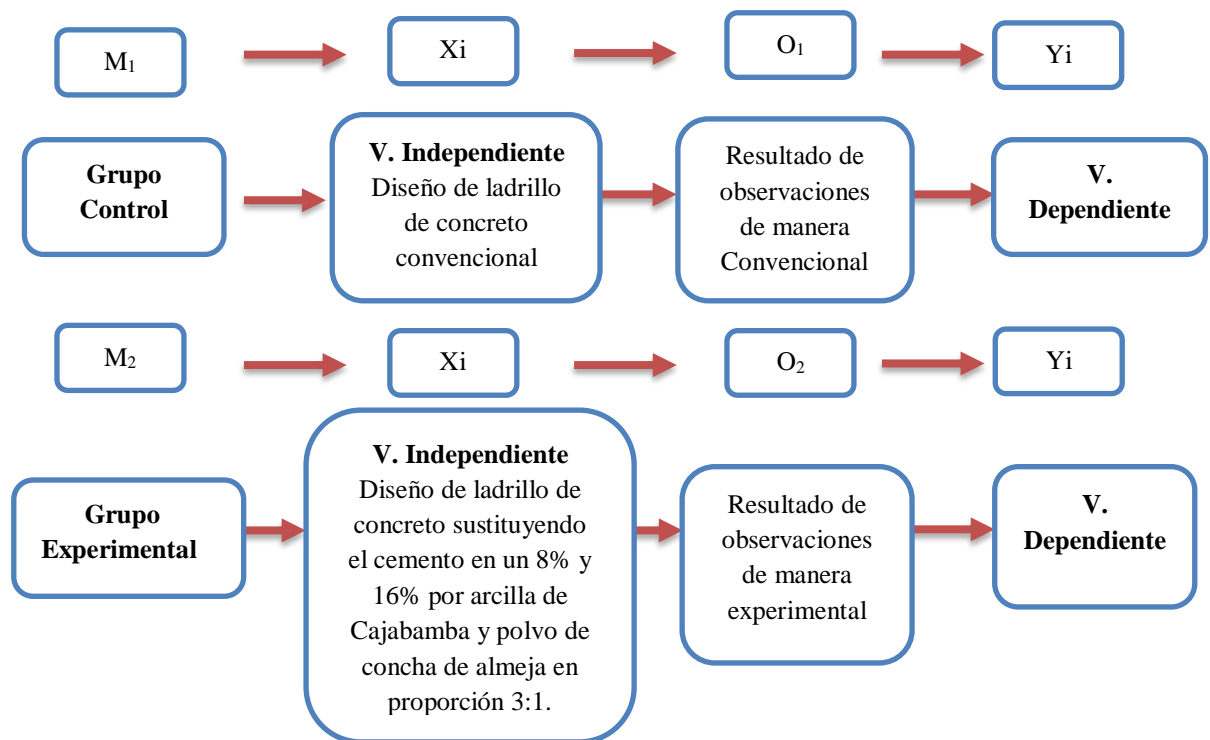
Determinar las resistencias de los ladrillos de concreto patrón y experimentales a la edad de 7, 14 y 28 días y comparar resultados mediante prueba estadística.

II. METODOLOGÍA

La presente investigación corresponde al tipo aplicada y explicativa, ya que los resultados que se obtendrán serán utilizados para poder dar solución a diferentes problemas relacionados las unidades de albañilería de concreto y de esta manera poder generar otras opciones para poder construir viviendas con mejor durabilidad. Esta investigación buscará elaborar los ladrillos de concreto con métodos innovadores y naturales con bajo costo, ya que, teniendo en cuenta los conocimientos previos estudiados, comprobaremos de manera experimental las características técnicas de un ladrillo de concreto utilizando el polvo de concha de almeja (*semele sp*) y arcilla de Cajabamba, en comparación a un ladrillo convencional.

El diseño de la investigación será a nivel cuasi-experimental ya que es un procedimiento en el cual estudiaremos el diseño del ladrillo de concreto $f'c= 130$ kg/cm² convencional respecto al nuevo diseño elaborado con la sustitución del cemento por la combinación del polvo de concha de almeja (*semele sp*) y arcilla de Cajabamba al 8% y 16 % en una proporción 3:1, este estudio se realizará en su mayor parte en el centro recreacional de la Universidad San Pedro y el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro. Donde se pueda obtener resultados satisfactorios en la resistencia y beneficiar en reducción de costos al momento de construir.

Siendo el esquema del diseño de investigación el siguiente:



- M₁: Grupo control, Muestras de ladrillo de concreto convencional
- X_i: Variable independiente, Diseño de ladrillos de concreto elaborado de manera convencional.
- O₁: Observaciones Obtenidas por dicha muestra, son los resultados anotados en la guía de observación diseño de ladrillo de concreto patrón.
- Y_i: Variable dependiente, Niveles de resistencia a la compresión de las muestras del ladrillo de concreto patrón.
- M₂: Grupo Experimental, Muestras de ladrillo de concreto sustituyendo el cemento por el 8% y 16% de la combinación del polvo de concha de almeja (*semele sp*) y arcilla de Cajabamba en una proporción 3:1
- X_i: Variable independiente, Diseño de ladrillo de concreto sustituyendo el cemento por el 8% y 16% de la combinación del polvo de concha de almeja (*semele sp*) y arcilla de Cajabamba en una proporción 3:1
- O₂: Observaciones Obtenidas por dicha muestra, son los resultados anotados en la guía de observación con el diseño de ladrillos de concreto experimental.
- Y_i: Variable independiente, Niveles de resistencia a la compresión de las muestras de ladrillo de concreto donde se ha sustituido el cemento por el 8% y 16% de la combinación del polvo de concha de almeja (*semele sp*) y arcilla de Cajabamba en una proporción 3:1

La presente investigación posee un enfoque cuantitativo ya que posee dos características que son secuencial y probatorio porque se tiene que seguir los pasos en orden. Comienza desde una idea y va agrupándose de donde surgen objetivos y cuestionamientos de investigación. Se busca en la literatura y se forma un marco teórico. De las preguntas hechas se conforma la hipótesis y se determinan las variables, donde se forma un plan para ejecutar conocido como diseño. Las variables se calculan en un contexto y se forman las conclusiones respondiendo a la hipótesis.

Población

Son la agrupación de ladrillos elaborados de manera convencional siguiendo las normas de construcción establecidas, para una resistencia de diseño de $f'c = 130$

kg/cm² y los ladrillos experimentales sustituyendo el cemento por el polvo de concha de almeja y arcilla de Cajabamba en una relación 3:1. Que serán un total de 27 ladrillos.

Muestra

Ladrillos de concreto necesarios para poder experimentar en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la universidad San Pedro. Donde el tamaño de muestra es 3 que es el mínimo aceptable en la norma técnica peruana.

9 muestras de control que se realizarán con un diseño convencional y que serán evaluadas por el ensayo de compresión a los 7, 14 y 28 días de curado en agua potable.

9 muestras de experimentación donde se sustituirá el cemento por el 8% de la combinación del polvo de concha de almeja (*semele sp*) y arcilla de Cajabamba en una proporción 3:1 y serán evaluadas por el ensayo de resistencia compresión a los 7,14 y 28 días de curado en agua potable.

9 muestras de experimentación donde se sustituirá el cemento por el 16% de la combinación del polvo de concha de almeja (*semele sp*) y arcilla de Cajabamba en una proporción 3:1 y serán evaluadas por el ensayo de resistencia compresión a los 7,14 y 28 días de curado en agua potable.

Técnicas de investigación

Tabla 06: Observación científica.

Técnica	Instrumentos	Ámbito de la investigación
Observación científica	Guía de observación resumen Fichas técnicas de los ensayos a realizar (Laboratorio)	Grupo control Grupo experimental

Fuente: Elaboración propia.

Para esta investigación se utilizará como técnica de investigación la Observación Científica en la cual utilizaremos la observación como instrumento, ya que se debe registrar de manera cuidadosa los resultados de obtenidos. El material que utilizaremos en nuestros diseños debe ser ensayado y registrado cuidadosamente porque de esto depende la obtención de buenos resultados, por esto se debe tener en cuenta los siguientes ensayos.

Los instrumentos serán tomados con respecto a los siguientes ensayos:

Ensayo Granulométrico

Ensayo de Peso Específico de arena gruesa

Ensayo de Peso Específico de piedra

Ensayo de Peso Unitario de arena

Ensayo de Peso Unitario de piedra

Contenido de humedad

Diseño de mezcla

Elaboración de unidades

Ensayo de resistencia a la compresión

La guía de registro hecha por nosotros mismos, donde se puede ver el avance de nuestras muestras de ladrillos de concreto a las edades de 7, 14 y 28 días.

En los cálculos y análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos nos apoyaremos en el uso de programas.

En los ensayos que realizaremos se contará con la presencia de expertos en el laboratorio de mecánica de suelos.

Se utilizaron cámaras fotográficas y diferentes instrumentos con el fin de registrar lo realizado.

Procesamiento de información: Para este proyecto de investigación se hará el procesamiento de la información una vez concluidos los ensayos, los cuales serán introducidos en una hoja de cálculo Excel.

Para el análisis de la información se tendrá en cuenta la dosificación del diseño de mezcla del ladrillo de concreto patrón y experimental y los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión estos. Estas resistencias serán promediadas e introducidas a tablas para cada diseño respectivo, las cuales se introducirán a gráficos de barras respectivos, también se realizarán gráficos de barras y de líneas de manera comparativa entre los resultados promedios de cada uno de los diseños a las edades de 7, 14 y 28 días.

Procedimiento de trabajo

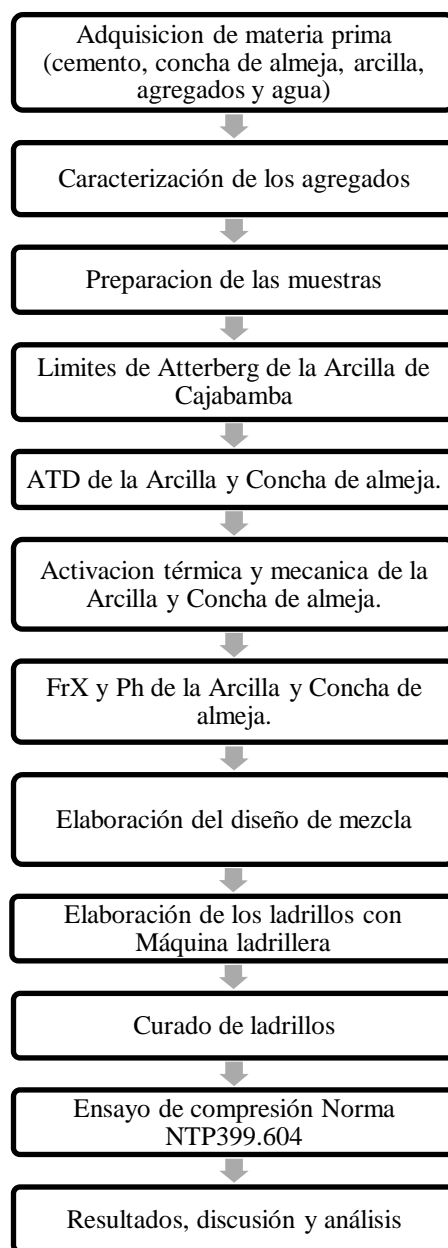


Figura 01: Diagrama de flujo del procedimiento experimental

Recolección de materia prima

Para la elaboración de los ladrillos sólidos se empleó arena natural y confitillo con tamaño máximo nominal #4 proveniente de la cantera Rubén. 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.

La Concha de Almeja 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

Granulometría del agregado fino y grueso:

Se determinó la granulometría del agregado fino, usando la norma ASTM C136, para lo cual se separaron muestras de agregado y se hizo pasar dichas muestras por una serie de tamices (los cuales tienen aberturas cuadradas de diversos tamaños, según la norma ASTM E 11) y luego se procedió a pesar los materiales retenidos refiriéndolos en porcentajes con respecto al peso total, se encontró el Tamaño Nominal Máximo y el Modulo de Finura. Se realizó el mismo ensayo para el confitillo.

Porcentaje de humedad de los agregados:

Se determinó el contenido de humedad de los agregados bajo la norma ASTM C566, la cual consistió en pesar las muestras en estado natural, luego se llevaron al horno para obtener el peso seco de los agregados y realizar el cálculo respectivo habiendo encontrando así el porcentaje de humedad.

Peso unitario suelto seco y peso unitario compactado seco de los agregados:

Se determinó el peso unitario suelto y compactado seco de los agregados fino y grueso, bajo norma ASTM C 29, el cual consistió en llenar la muestra en un recipiente metálico de 5 L (o 10 L de capacidad) en tres capas de agregado y compactamos cada una de las capas para que el material quede bien acomodado (para el caso del peso unitario compactado seco), finalmente se niveló con la parte

superior del recipiente y se procedió a pesar el recipiente con la muestra, dividiendo el peso por el volumen del recipiente, obteniendo el peso compacto seco, para el peso unitario suelto se realiza de la misma forma excepto la compactación.

Gravedad específica (densidad), Absorción y Porcentaje de Vacíos de los Agregados:

Se determinó la Gravedad específica (densidad), absorción y porcentaje de vacíos de una muestra de agregado fino bajo norma ASTM C 128, el cual es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas, se realizó de acuerdo al procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorios, distinguiéndose tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación y el cual se encontró por fórmula.

Se determinó la gravedad específica (densidad), absorción y porcentaje de vacíos de una muestra de agregado grueso, bajo norma ASTM C 127, la cual cumple con lo mismo explicado anteriormente.

Preparación de las muestras

En el caso de la Arcilla se realizó un lavado con agua potable y haciendo que esta pase por la malla organza, dejando caer en un balde transparente separando de esta forma la arcilla y limo de la arena y tierra que generalmente se obtiene al extraer del suelo natural, en el balde nos quedó una combinación de arcilla, limo y agua, la cual se dejó reposar durante 24 h, luego del reposo, observamos en el balde el siguiente orden: limos en la parte inferior, la arcilla sobre el limo y en la parte superior el agua, esto producto del asentamiento de las partículas debido a sus densidades. Se procedió a retirar el agua con ayuda de una pequeña jarra y luego una jeringa, hasta dejar solo la arcilla y el limo. Se inclinó el balde y se retiró la arcilla dejando el limo. Se realizó un secado natural expuesto al sol, durante 48 horas.

Para la concha de almeja, se realizó la limpieza y eliminación de restos orgánicos sobre su superficie mediante un lavado con agua potable con ayuda de un cuchillo y escobilla. Luego se realizó un secado natural expuesto al sol durante 48 h.

Límites de Atterberg

Para el cálculo del límite líquido y límite plástico de la arcilla de Cajabamba, se utilizó la cuchara de Casagrande y se realizó en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la universidad San Pedro tal y como lo indica la ASTM D4318-95^a.

Análisis Térmico Diferencial de concha de almeja y arcilla de Cajabamba

El resultado del ATD (Análisis Térmico Diferencial) fue realizado en la ciudad de Trujillo en la Universidad Nacional de Trujillo, en el laboratorio de Polímeros del departamento de Ingeniería de Materiales. Este ensayo permite conocer a que temperatura se puede presentar el cambio estructural y características de los materiales.

Activación térmica y mecánica de la concha de almeja y arcilla de Cajabamba

Con los resultados de del ATD se procedió a triturar la arcilla y la concha de almeja previamente de introducirlas al horno. Después de haberlas calcinado a las temperaturas de 550°C por 1 hora y 30 minutos y 895°C por 4 horas respectivamente se procede a moler estos materiales hasta poder tamizarlos por la malla n° 200 para poder lograr un tamaño de partícula como la del cemento.

FrX y pH de arcilla de Cajabamba y concha de almeja

Para la obtención de los resultados de la composición química de la concha de almeja y arcilla de Cajabamba, se realizó el ensayo de Fluorescencia de rayos-X en el laboratorio de Arqueometría de la Facultad de Ciencias Físicas en la Universidad Mayor de San Marcos, donde se llevó dos muestras que fueron 20 gramos de concha de almeja y arcilla de Cajabamba previamente calcinada y tamizada por la malla n° 200.

Los ensayos de pH fueron realizados en el laboratorio COLECBI S.A.C, en el distrito de Nuevo Chimbote, donde se llevó 5 muestras de 20 gramos cada una; y fueron: cemento, arcilla de Cajabamba, concha de almeja, combinación n° 01 conformada por 92% de cemento + 2 % de arcilla + 6% de concha de almeja y combinación n° 02 conformada por 84% de cemento + 4% de arcilla + 12% de

concha de almeja. Cabe resaltar que la arcilla y la concha de almeja fueron previamente calcinadas y tamizadas por la malla n° 200.

Elaboración de los ladrillos con máquina ladrillera

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.



Figura 02: Máquina ladrillera

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.

Vaciado de la mezcla en los moldes, hasta una altura aproximada entre 3 a 5 cm más del nivel superior del molde.

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.

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.

Curado de ladrillos

El curado de las unidades se realizó mediante inmersión 24 h después de su fabricación, y se retiraron de los recipientes 24h antes de ser ensayados.

Ensayos

Resistencia a la Compresión

Los testigos se ensayaron en el equipo de comprensión digital del Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro a los 7, 14 y 28 días de curado y tal como indica la norma NTP 339:604 (ASTM C109).

$$f^{\prime}c = P/A$$

- $f^{\prime}c$: Es la resistencia a la compresión en Kg/cm²

-P: Es la carga máxima total en Kgf

-A: Área de la superficie de carga en cm²

III. RESULTADOS

Los Resultados obtenidos se procederán a mostrar a continuación:

Límites de Atterberg de la arcilla de Cajabamba

Resultados obtenidos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

Tabla 07: Límites de Atterberg de la arcilla de Cajabamba

NRO DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1.00	2.00	3.00	1.00	2.00	3.00
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	40.80	38.60	40.00	20.70	22.50	20.90
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	31.30	30.80	32.50	20.50	21.90	20.50
PESO DE TARA (gr.)	18.40	18.90	18.10	18.60	19.00	18.20
PESO DEL AGUA (gr.)	9.50	7.80	7.50	0.20	0.60	0.40
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	12.90	11.90	14.40	1.90	2.90	2.30
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	73.64	65.55	52.08	10.53	20.69	17.39
NRO DE GOLPES	15.00	23.00	34.00		16.20	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos – USP.

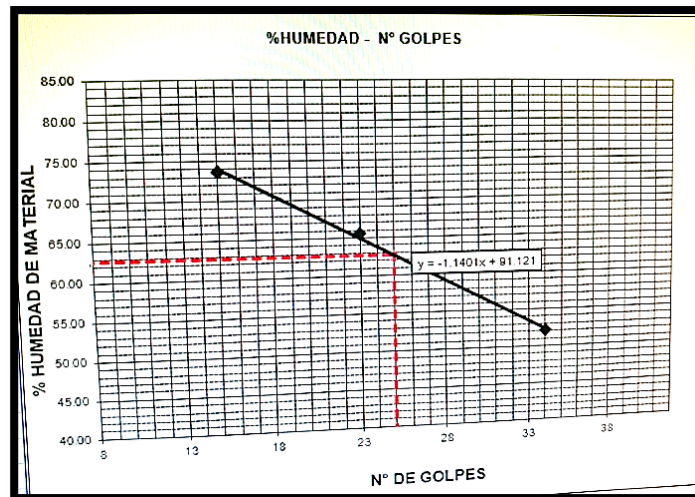


Figura 03: Grafico % de humedad vs n° de Golpes

De lo cual obtuvimos los siguientes resultados:

Límite líquido l_l : 62.62%

Límite plástico l_p : 16.20%

Índice de plasticidad: 46.42%

Por lo tanto, esta arcilla se clasifica como una arcilla inorgánica de alta plasticidad, según el gráfico de plasticidad de Casagrande.

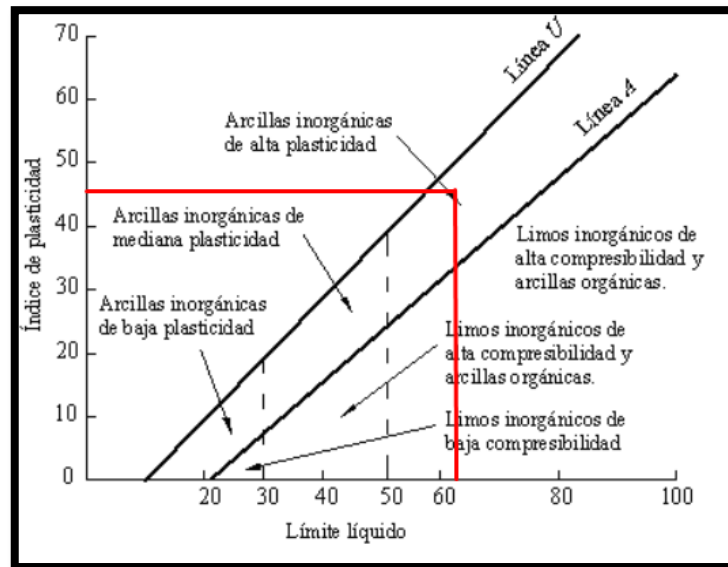


Figura 04: Gráfico de plasticidad (Casagrande, 1932)

Y el tipo de arcilla es montmorillonite según el gráfico de Holtz y Kovacs.

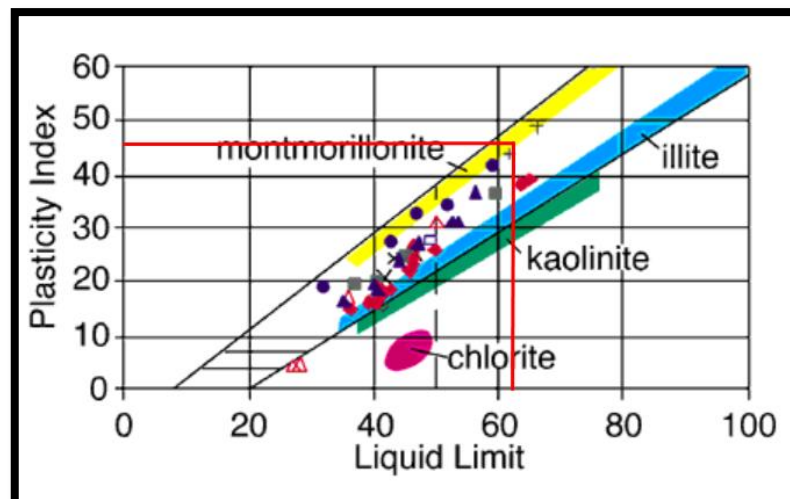


Figura 05: Gráfico de Holtz y Kovacs (1981)

Análisis Térmico diferencial

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

Concha de almeja

Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una muy leve caída del material, indicando buena estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C, temperatura en la cual marca el inicio para la descomposición acelerada y la pérdida de material hasta caer bruscamente hasta la temperatura de ensayo máxima, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 38% de su masa inicial.

De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 100, y la otra a 200 ° C y posteriormente se muestra un intenso pico de absorción térmica a 895°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en el material.

Se concluye que la temperatura de calcinación será de 895° C y se realizará durante un tiempo de 4 h.

Arcilla

Según el análisis Termo gravimétrico 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.

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.

Se concluye que la temperatura de calcinación será de 550° C y se realizará durante un tiempo de 1h y 30 min.

Composición Química

Para conocer la composición química del polvo de concha de almeja y la arcilla; debidamente calcinada a 895 y 550 °C respectivamente se realizó el ensayo de fluorescencia de rayos X en el Laboratorio de Arqueometría – Universidad Nacional Mayor de San Marcos, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 08: *Composición química del polvo de concha de almeja*

Óxido	Concentración % de masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	2.661	3.136
SiO ₂	4.139	4.879
P ₂ O ₅	0.261	0.307
SO ₂	0.403	0.475
ClO ₂	0.384	0.452
K ₂ O	3.786	4.463
CaO	72.759	85.754
TiO ₂	0.008	0.010
Cr ₂ O ₃	0.010	0.012
Fe ₂ O ₃	0.048	0.058
Ni ₂ O ₃	0.048	0.057
CuO	0.009	0.010
ZnO	0.014	0.016
Ga ₂ O ₃	0.062	0.073
As ₂ O ₃	0.016	0.019
SrO	0.220	0.259
ZrO ₂	0.016	0.019
TOTAL	84.834	100.00

Fuente: Laboratorio de Arqueometria – UNMSM

Tabla 09: Composición química de la arcilla

Óxido	Concentración % de 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

Fuente: Laboratorio de Arqueometria – UNMSM

Potencial Hidrogeno (pH)

Los ensayos para conocer el pH de nuestras 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 10: Ensayo de Ph

<i>Muestra</i>	<i>pH</i>
<i>Cemento</i>	<i>13.45</i>
<i>Concha de almeja</i>	<i>13.19</i>
<i>Arcilla de Cajabamba</i>	<i>7.32</i>
<i>92% C + 2% AC + 6% CA</i>	<i>13.43</i>
<i>84% C + 4% AC + 12% CA</i>	<i>13.34</i>

Fuente: Laboratorio Colecbi S.A.A

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 11: *Diseño de mezcla Patrón y experimental*

Diseño	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua	Relación a/c
Patrón y experimental	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 12: *Cantidades a sustituir al cemento por unidad*

Sustitución	Arcilla	Concha de almeja	Cemento	Total
8% (2% de arcilla y 6 % de concha de almeja)	0.016 kg	0.049 kg	0.744 kg	0.809 kg
12% (4% de arcilla y 12 % de concha de almeja)	0.032 kg	0.097 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 13: *Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos patrón a los 7 días de curado*

Ladrillo Patrón	Dimensiones		Área (cm ²)	Carga de Rotura	f'c	f'c promedio	%
	Largo	Ancho			(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
P1	24.1	13.5	325.35	28750	88.37		
P2	24.3	13.6	330.48	31250	94.56	92.45	71.12
P3	24.2	13.5	326.70	30850	94.43		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelo - USP

La resistencia promedio obtenida de los ensayos a compresión a las 3 unidades patrón a 7 días de curado es de $f'c=92.45$ kg/cm², lo que representa el 71.12 % de la resistencia diseño de $f'c=130$ kg/cm².

Ladrillos patrón a 14 días de curado

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

Ladrillo Patrón	Dimensiones		Área (cm ²)	Carga de Rotura	$f'c$	$f'c$	%
	Largo	Ancho			(kg/cm ²)	promedio (kg/cm ²)	
P4	24.2	13.5	326.70	39190	119.96	120.53	92.71
P5	24.3	13.5	328.05	40650	123.91		
P6	24.3	13.6	330.48	38900	117.71		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelo - USP

La resistencia promedio obtenida de los ensayos a compresión a las 3 unidades patrón a 14 días de curado es de $f'c=120.53$ kg/cm², lo que representa el 92.71 % de la resistencia diseño de $f'c=130$ kg/cm².

Ladrillos patrón a 28 días de curado

Tabla 15: Resultados interpolados del ensayo de compresión de los ladrillos patrón a los 28 días de curado

Ladrillo Patrón	Dimensiones		Área (cm ²)	Carga de Rotura	$f'c$	$f'c$	%
	Largo	Ancho			(kg/cm ²)	promedio (kg/cm ²)	
P7	24.2	13.5	326.70	43540	133.27	133.90	103.00
P8	24.3	13.5	328.05	45160	137.66		
P9	24.3	13.6	330.48	43220	130.78		

Fuente: Elaboración Propia.

La resistencia promedio obtenida de la interpolación de los ensayos a compresión a las 3 unidades patrón a 28 días de curado es de $f'c=133.90$ kg/cm², lo que representa el 103.00 % de la resistencia diseño de $f'c=130$ kg/cm².

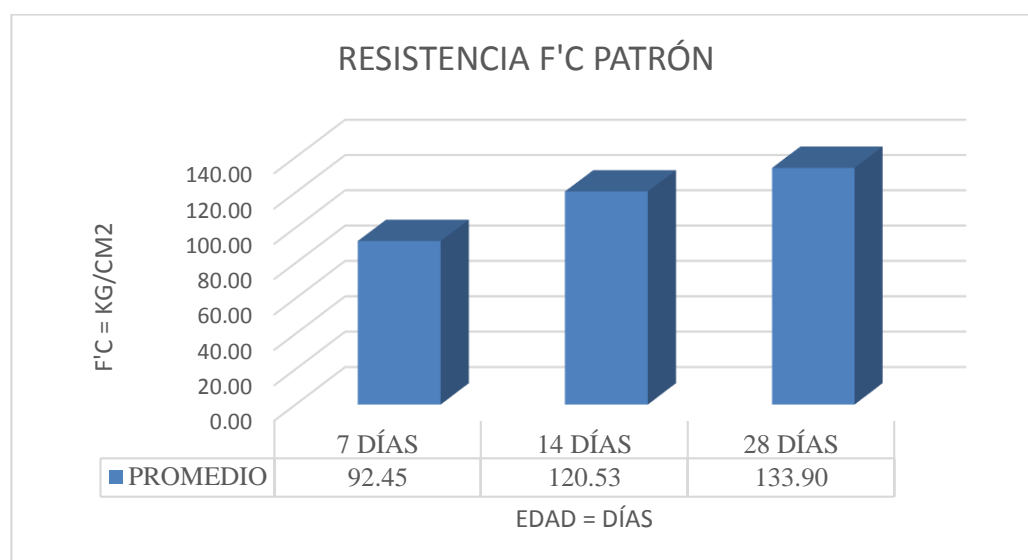


Figura 06: Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto – patrón.

Interpretación: En la gráfica mostrada se puede apreciar la resistencia que se ha realizado a los ladrillos de concreto patrón, en la edad de 7, 14 y 28 días de curado y secado en sombra donde se pudo obtener una resistencia promedio de 92.45 kg/cm², 120.53 kg/cm² y 133.90 kg/cm² de manera respectiva. De este modo la resistencia según la dosificación que se obtuvo sería satisfactoria hasta la edad de 28 días.

Ladrillos experimental N°01 a 7 días de curado

Tabla 16: 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	f'c	f'c promedio	%
	Largo	Ancho			(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
E1-01	24.00	13.20	316.80	32800	103.54		
E1-02	24.00	13.10	314.40	32050	101.94	102.34	78.72
E1-03	24.00	13.00	312.00	31680	101.54		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelo - USP

La resistencia promedio obtenida de los ensayos a compresión a las 3 unidades experimental N° 01 a 7 días de curado es de $f'c=102.34$ kg/cm², lo que representa el 78.72 % de la resistencia diseño de $f'c=130$ kg/cm².

Ladrillos experimental N°01 a 14 días de curado

Tabla 17: 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	f'c	f'c promedio	%
	Largo	Ancho			(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
E1-04	24.1	13.6	327.76	43890	133.91	125.15	96.27
E1-05	24.2	13.2	319.44	44120	138.12		
E1-06	24.2	13.4	324.28	33540	103.43		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelo - USP

La resistencia promedio obtenida de los ensayos a compresión a las 3 unidades experimental N° 01 a 14 días de curado es de $f'c=125.15$ kg/cm², lo que representa el 96.27 % de la resistencia diseño de $f'c=130$ kg/cm².

Ladrillos experimental N°01 a 28 días de curado

Tabla 18: Resultados de la interpolación del ensayo de compresión de los ladrillos experimentales n° 01 a los 28 días de curado

Ladrillo Experimental N°01	Dimensiones		Area (cm ²)	Carga de Rotura	f'c	f'c promedio	%
	Largo	Ancho			(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
E1-07	24.1	13.6	327.76	48760	148.77	139.04	106.95
E1-08	24.2	13.2	319.44	49020	153.46		
E1-09	24.2	13.4	324.28	37260	114.90		

Fuente: Elaboración propia.

La resistencia promedio de la interpolación obtenida de los ensayos a compresión a las 3 unidades experimental N° 01 a 28 días de curado es de $f'c=139.04$ kg/cm², lo que representa el 106.95 % de la resistencia diseño de $f'c=130$ kg/cm².

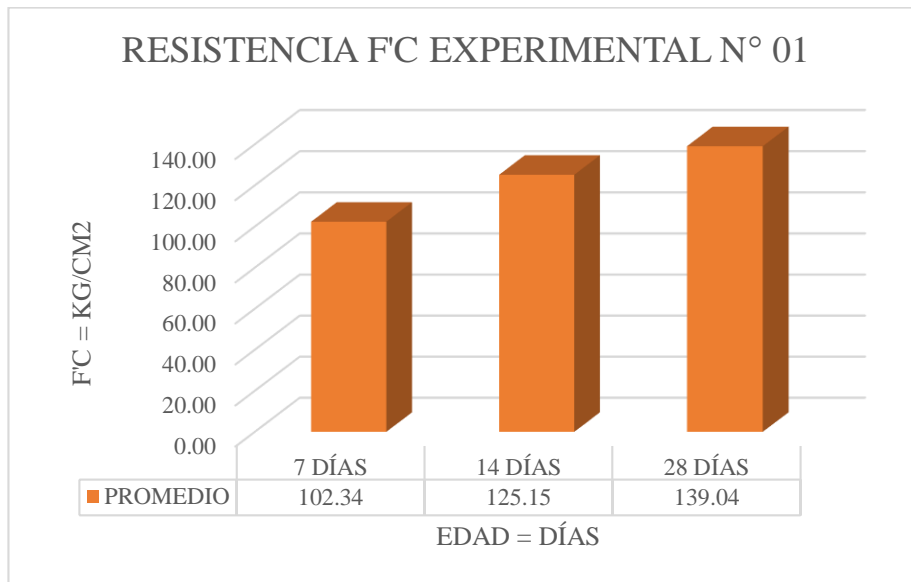


Figura 07: Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto – experimental N° 01

Interpretación: En la gráfica mostrada se puede apreciar la resistencia que se ha realizado a los ladrillos de concreto experimental N° 01, en la edad de 7, 14 y 28 días de curado y secado en sombra donde se pudo obtener una resistencia promedio de 102.34 kg/cm², 125.15 kg/cm² y 139.04 kg/cm² de manera respectiva. De este modo la resistencia según la dosificación que se obtuvo sería satisfactoria hasta la edad de 28 días.

Ladrillos experimental N° 02 a 7 días de curado

Tabla 19: 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	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	%
	Largo	Ancho					
E2-01	24	13.3	319.20	28180	88.28		
E2-02	24.2	13.3	321.86	31940	99.24	99.38	76.44
E2-03	24.2	13.3	321.86	35600	110.61		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelo - USP

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=99.38 kg/cm², lo que representa el 76.44 % de la resistencia diseño de f'c=130 kg/cm².

Ladrillos experimental N° 02 a 14 días de curado

Tabla 20: 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	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	%
	Largo	Ancho					
E2-04	24.3	13.2	320.76	34850	108.65		
E2-05	24.3	13.4	325.62	37920	116.45	115.09	88.53
E2-06	24.2	13.3	321.86	38680	120.18		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelo - USP

La resistencia promedio obtenida de los ensayos a compresión a las 3 unidades experimental N° 02 a 14 días de curado es de $f'c=115.09$ kg/cm², lo que representa el 88.53 % de la resistencia diseño de $f'c=130$ kg/cm².

Ladrillos experimental N° 02 a 28 días de curado

Tabla 21: Resultados de la interpolación del ensayo de compresión de los ladrillos experimentales n° 02 a los 28 días de curado

Ladrillo Experimental N° 02	Dimensiones		Área (cm ²)	Carga de Rotura	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	%
	Largo	Ancho					
E2-07	24.3	13.2	320.76	38720	120.71		
E2-08	24.3	13.4	325.62	42130	129.38	127.87	98.36
E2-09	24.2	13.3	321.86	42970	133.51		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelo - USP

La resistencia promedio obtenida de los ensayos a compresión a las 3 unidades experimental N° 02 a 28 días de curado es de $f'c=127.87$ kg/cm², lo que representa el 98.36 % de la resistencia diseño de $f'c=130$ kg/cm².

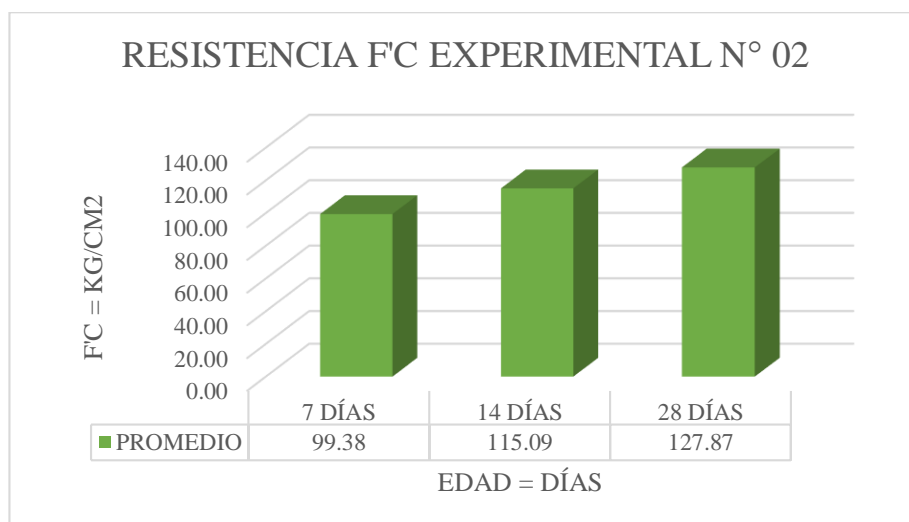


Figura 08: Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto – experimental N° 02.

Interpretación: En la gráfica mostrada se puede apreciar la resistencia que se ha realizado a los ladrillos de concreto experimental N° 02, en la edad de 7, 14 y 28 días de curado y secado en sombra en donde se pudo apreciar una resistencia promedio de 99.38 kg/cm², 115.09 kg/cm² y 127.87 kg/cm² de manera respectiva. De este modo la resistencia según la dosificación que se obtuvo no sería satisfactoria hasta la edad de 28 días.

Comparación de Resistencia a la Compresión de ladrillos de concreto entre Patrón, Experimental N° 01 y Experimental N° 02

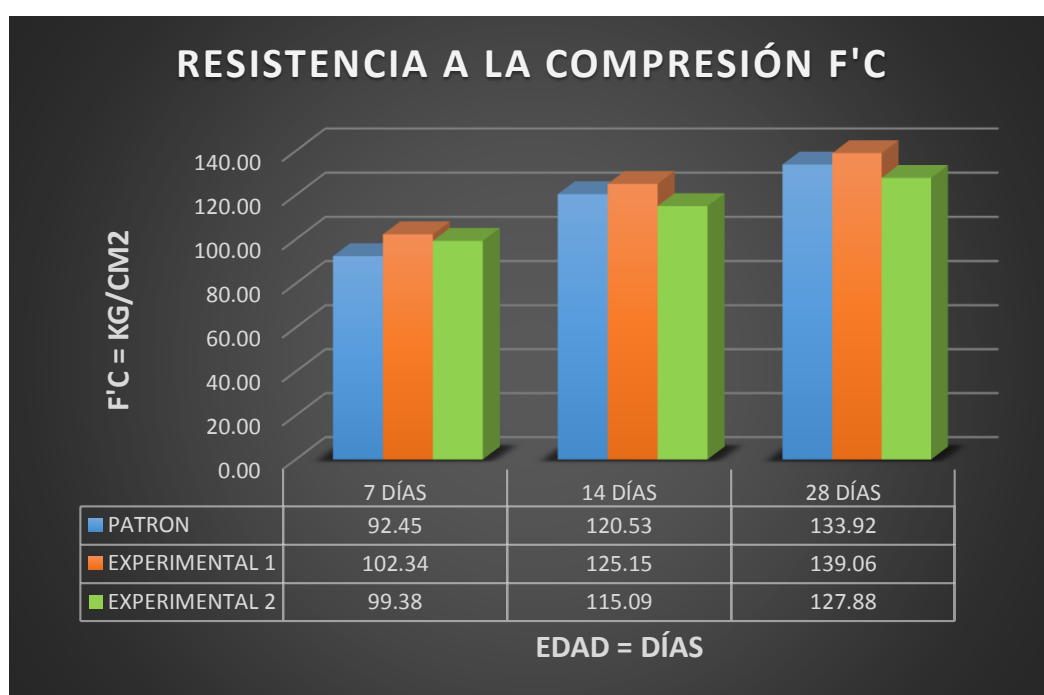


Figura 09: Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto patrón, experimental N° 01 y N° 02.

Interpretación: En la gráfica mostrada se aprecia que a los 7 días de curado y secado en sombra el ladrillo experimental N° 01 obtuvo mayor resistencia siguiéndole el ladrillo experimental N° 02 y luego el ladrillo patrón, con 102.34 kg/cm², 99.38 kg/cm² y 92.45 kg/cm² respectivamente. A los 14 días de curado y secado en sombra el ladrillo experimental N° 01 obtuvo mayor resistencia siguiéndole el ladrillo patrón y luego el ladrillo experimental N° 02, con 125.15 kg/cm², 120.53 kg/cm² y 115.09 kg/cm² respectivamente. Y a los 28 días de curado y secado en sombra el ladrillo experimental N° 01 tendría mayor resistencia

siguiéndole el ladrillo patrón y luego el ladrillo experimental N° 02, con 139.06 kg/cm², 133.92 kg/cm² y 127.88 kg/cm² respectivamente.

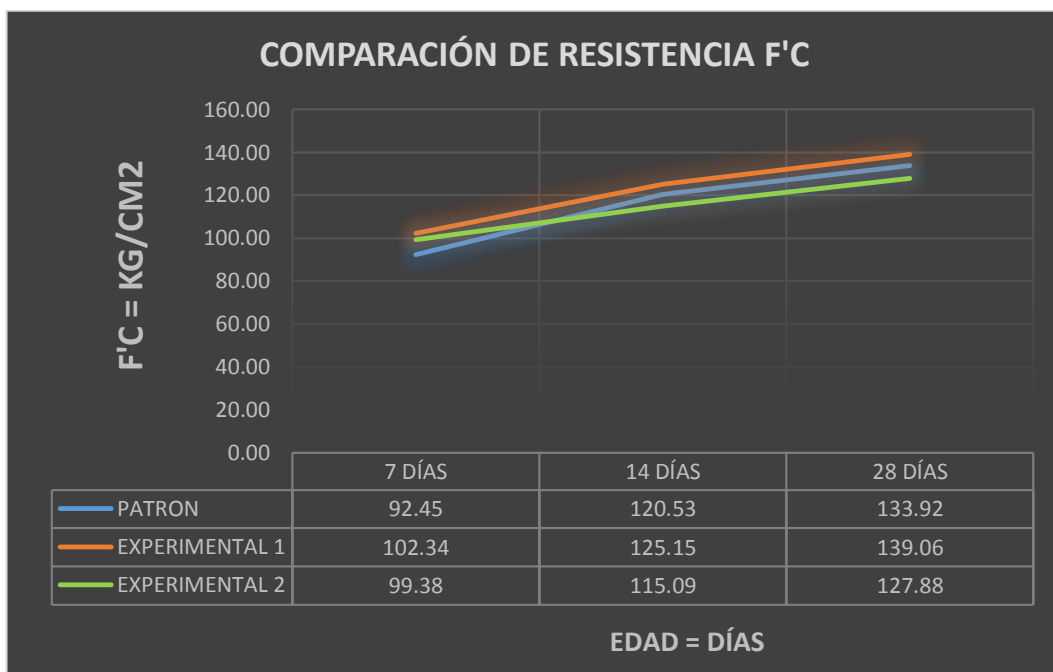


Figura 10: Comparación de resistencia a la compresión de ladrillos de concreto

Interpretación: En la gráfica mostrada se puede observar el aumento de resistencia al pasar el tiempo de curado hasta los 28 días, en donde tendría una mayor resistencia por parte de los ladrillos experimentales N°01 llegando a tener 139.06 kg/cm² que es 106.95%, siguiéndole los ladrillos patrón con 133.92 kg/cm² que es un 103.00% y los ladrillos experimentales N° 02 con 127.88 kg/cm² que es un 98.36% de la dosificación establecida de 130 kg/cm².

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El tipo de arcilla fue determinado mediante los límites de Atterberg donde obtuvimos un límite líquido l_l de 62.62%, límite plástico l_p de 16.20 %, y un índice de plasticidad de 46.42%. Por lo tanto, esta arcilla se clasifica como una arcilla inorgánica de alta plasticidad, según el gráfico de plasticidad de Casagrande y el tipo de arcilla es montmorillonita según el gráfico de Holtz y Kovacs. Las temperaturas de calcinación fueron elaboradas en el Laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo y posteriormente calcinadas en el horno de la Universidad San Pedro donde se calcinó la arcilla de Cajabamba a 550° C por 1 hora y 30 minutos y la concha de almeja a 895°C por 4 horas, para poder obtener su cambio estructural, en caso de la arcilla de Cajabamba obtener mayor dióxido de silicio y en caso de la concha de almeja obtener el óxido de calcio.

El análisis químico se dio por fluorescencia de rayos-X (FRXDE) en la Universidad Mayor de San Marcos del polvo de concha de almeja y arcilla de Cajabamba térmicamente activados, donde nos da mayor contenido de óxidos activados, siendo 85.754% de óxido de calcio y 68.967% de dióxido de silicio respectivamente, siendo estos muy positivos en para mejorar la sustitución ya que son componentes principales del cemento. Una observación importante es la concha de almeja y la arcilla de Cajabamba poseen óxido de potasio en 4.463% y 2.079% respectivamente, mientras que en el cemento está en el rango de 0.25% a 1.5% por ese motivo que en cantidades mayores de sustitución perjudica la resistencia y durabilidad de los ladrillos de concreto.

Los resultados de alcalinidad PH obtenidos fueron para el cemento de 13.45, la arcilla de Cajabamba 7.32, para el polvo de concha de almeja de 13.19, para la combinación N° 01 donde 92% cemento + 2% de arcilla + 6% de polvo de concha de almeja fue de 13.43 y para la combinación N°02 donde 84% cemento + 4% de arcilla + 12% de polvo de concha de almeja fue de 13.34. Siendo estos resultados de las combinaciones una reacción de los elementos químicos entre el cemento, la arcilla y el polvo de concha de almeja; esto nos muestra que las mezclas activadas son alcalinas y ayudarán a su mayor hidratación. En el antecedente de Cruz N., B. (2019) la concha de almeja

calcinada tuvo un pH de 13.67 que es similar a nuestro resultado de 13.34 y se debe a que se utilizó el mismo procedimiento de activación térmica.

Para el diseño de mezcla se obtuvo una relación Agua-Cemento de 0.90 y se usó en los ladrillos patrones, así como en los experimentales.

La resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto patrón, experimental n°01 y n°02 a la edad de 28 días fueron resultados de la interpolación de los datos obtenidos a los 7 y 14 días de edad, por motivos de la cuarentena de la pandemia Covid-19 la cual fue la causa de no poder ser ensayados dichos ladrillos ya que se pidió el aislamiento social obligatorio.

La resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto patrón a los 7 días de curado y secado en sombra fue de 71.12 %, a los 14 días fue de 92.71% y los 28 días sería de 103.00% respecto al diseño establecido de $F'c = 130 \text{ kg/cm}^2$. La resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto experimental n° 01 a los 7 días de curado y secado en sombra fue de 78.72 %, a los 14 días fue de 96.27% y los 28 días sería de 106.95% respecto al diseño establecido de $F'c = 130 \text{ kg/cm}^2$. La resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto experimental n° 02 a los 7 días de curado y secado en sombra fue de 76.44 %, a los 14 días fue de 88.53% y los 28 días sería de 98.36% respecto al diseño establecido de $F'c = 130 \text{ kg/cm}^2$.

La resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto experimental n° 01 superaría a los patrones en un 3.95 % y superaron su diseño establecido en 6.95 % a los 28 días de curado y secado en sombra al poseer cantidades mayores de óxido de calcio y dióxido de silicio. La resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto experimental n° 02 no superaría los patrones siendo menor en un 4.64% y no superaron al diseño establecido en un 1.64% a los 28 días de curado y secado en sombra, este resultado es desfavorable y se debe al porcentaje levemente elevado del óxido de potasio ya que ambos materiales sustituidos poseen cantidad elevada respecto al cemento y la arcilla utilizada que es expansiva. En el antecedente de Urrutia, S. (2017), el diseño con menor sustitución de 2% fue el que obtuvo mejor resultado y comparándolo con nuestro diseño de menor sustitución el experimental 01 que también fue el que tuvo mejor resultado.

La arcilla de Cajabamba utilizada en este proyecto de investigación es una arcilla expansiva, esta característica hace que al utilizarla para el concreto provoque fisuras y/o agrietamientos ya que tiene la propiedad de ser reactiva a largo plazo.

La relación a/c de 0.90 fue tomada para las muestras patrón y experimental, por motivo de comparación, cabe resaltar que la arcilla utilizada absorbe agua, pero su sustitución fue en un bajo porcentaje por tal motivo se mantuvo esta relación para todas las muestras.

El óxido de Silicio o Dióxido de Silicio es un compuesto de silicio y oxígeno, comúnmente llamado sílice, que está presente en el cemento hasta un 27% de su composición y también el óxido de Calcio comúnmente llamado Cal el cual está presente en el cemento hasta un 67%, estos elementos son los de mayor porcentaje en la composición del cemento y están presentes en la concha de almeja y arcilla de Cajabamba térmicamente activas, siendo útil para la sustitución del cemento.

La investigación utilizó el ladrillo de concreto tipo IV, el cual está diseñado para una resistencia a la compresión de 130 kg/cm² por propio criterio que se sustenta en que usamos la máquina ladrillera que es una máquina empírica, la cual es distinta a una mesa vibratoria y por tal motivo no se eligió utilizar un diseño con una mayor resistencia a la compresión.

La arcilla de Cajabamba en mi investigación es montmorillonita, comparándolo con la investigación de Urrutia, S (2017) que obtuvo que su tipo de arcilla fue caolinita. Donde ambas obtuvieron según el Análisis Térmico Diferencial una temperatura de calcinación de 550°C donde presentarían un cambio estructural, por tal motivo se eligió el tiempo de 1 hora y 30 minutos a esa temperatura para mi muestra de arcilla.

V. CONCLUSIONES

Mediante los límites de Atterberg se clasificó a la arcilla como una arcilla inorgánica de alta plasticidad siendo montmorillonita y teniendo un límite líquido de 62.62%, límite plástico de 16.20% y un índice de plasticidad de 46.42%.

La arcilla de Cajabamba fue calcinada a 550°C durante 1 hora y 30 minutos y la concha de almeja a 895°C durante 4 horas con pérdida de masa de 12% y 38% respectivamente.

Se pudo comprobar que las muestras obtenidas de polvo de concha de almeja y arcilla de Cajabamba térmicamente activados, al ser analizada mediante fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) se tuvo como resultados de cantidades mayores en óxidos activados, siendo 85.754% de óxido de calcio para el polvo de concha de almeja y de 68.967% de dióxido de silicio para la arcilla de Cajabamba térmicamente activada.

Se pudo demostrar que el PH del cemento fue de 13.49, la arcilla de Cajabamba fue de 6.59, para el polvo de concha de almeja de 13.06, para la combinación N° 01 donde 92% cemento + 2% de arcilla + 6% de polvo de concha de almeja fue de 13.33 y para la combinación N° 02 donde 84% cemento + 4% de arcilla + 12% de polvo de concha de almeja fue de 13.38. Esto nos muestra que las mezclas activadas son alcalinas y ayudarán a su mayor hidratación.

Se realizó el diseño de mezcla establecido teniendo en cuenta una relación agua-cemento de 0.90 para el ladrillo de concreto de resistencia a la compresión de 130 kg/cm².

El ensayo de resistencia a la compresión a la edad de 28 días de los ladrillos de concreto patrón, experimental n° 01 y experimental n° 02 fueron resultados obtenidos de la interpolación de los datos obtenidos del laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP de las edades de 7 y 14 días por motivos de la cuarentena y aislamiento social obligatorio por la pandemia Covid-19.

Los ladrillos de concreto experimental n°01 superaría a su diseño y a los ladrillos de concreto patrón en un 6.95% y 3.95% respectivamente a los 28 días de curado

sumergido y secado en sombra. Por otro lado, los ladrillos de concreto experimental n° 02 no superaría el diseño establecido y a los ladrillos de concreto patrón siendo menor en un 1.64% y 4.64% respectivamente a los 28 días de curado sumergido y sacado en sombra.

La presente investigación utilizó una máquina ladrilla elaborada y maniobrada de manera empírica, la cual puede estar sujeta a ajustes dados por el investigador para obtener mejor resultados. Si bien no existe procedimiento normado para la elaboración de ladrillos de concreto, se buscó estandarizar un procedimiento con esta máquina ladrillera.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda vibrar con la máquina de ladrillo en el tiempo establecido, puesto que al aumentar el vibrado puede ocurrir segregación de los materiales.

Mantener el porcentaje de sustitución para el primer experimental y tomarlo como punto de referencia para aplicaciones futuras.

Retirar el ladrillo de concreto sumergido antes de ensayar por más de un día ya que la arcilla es un material absorbente y a más tiempo de secado podrá tener mayor resistencia.

Continuar con las investigaciones con esta materia prima para la elaboración de distintos elementos estructurales.

Fabricar los ladrillos con la máquina de ladrillo el cual aumenta la productividad y mejora el acabado de los ladrillos de concreto.

Finalmente se hace hincapié que esta investigación aporta en el desarrollo del uso de materiales alternativos en la construcción, por lo que se alienta a seguir investigando con estos materiales y poder obtener mejores avances en esta rama de la tecnología.

VII. AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Dios por darme los conocimientos necesarios para lograr finalizar esta investigación de manera adecuada.

A mi familia porque fueron mi apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera profesional.

A la universidad San Pedro por ser mi casa de estudios donde obtuve los conocimientos que poseo.

A mis docentes a lo largo de toda la carrera por brindarme enseñanzas y consejos para la vida.

A mis compañeros y futuros colegas por el apoyo mostrado a lo largo de nuestra formación como profesional.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Urrutia Vargas S. (2018). *Evaluación del concreto FC= 210 kg/cm² sustituido el cemento en 2% y 4% de arcilla de Cajabamba-Cajamarca.*

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

Cruz Novoa, B. (2019). *Estabilización del pH en la Laguna Verde 3, usando Arcilla y Almeja.*

Norma Técnica Peruana NTP 399.601. (2006). *Unidades de Albañilería. Ladrillos de Concreto.*

Teodoro E. (1997). *Materiales en Diseño de Estructuras de Concreto Armado (II).* Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Norma Técnica Peruana NTP 400.012. (2001). *Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.*

Norma Técnica Peruana NTP 400.037. (2001). *Agregados. Análisis granulométrico del agregado grueso.*

Caviedes, J. (1995). *“Tecnología Del Concreto”
Albañilería Estructural*

Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/97854803/TRABAJO-FINAL-DE-ALBANILERIA-ESTRUCTURAL>

IECA. (2013). *Componentes y propiedades del cemento. 2015, de IECA*

Recuperado de: https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id_rep=179

IX. ANEXOS Y APÉNDICE

ANEXO 1 PANEL FOTOGRAFICO



Figura 11. Recolección de agregado fino (arena) de la cantera de Rubén.



Figura 12. Recolección de agregado grueso (confitillo) de la cantera de Rubén.



Figura 13. Recolección de la Arcilla de Cajabamba con la supervisión del Ing. Robert Siguenza.



Figura 14. Recolección de la Almeja (*semele sp*) en el mercado La Sirena.



Figura 15. Peso unitario del agregado grueso (confitillo).



Figura 16. Peso unitario del agregado fino (arena).



Figura 17. Ensayo de contenido humedad de los agregados.



Figura 18. Agregados sumergidos en agua para el ensayo de absorción.



Figura 19. Ensayo de gravedad específica del agregado grueso.



Figura 20. Ensayo de gravedad específica del agregado fino con pícmetro.



Figura 21. Ensayo de granulometría, verificado por el ing. Dante Salazar.



Figura 22. Disolvemos la arcilla con ayuda del palo de madera.



Figura 23. Pasamos la arcilla disuelta a un recipiente por la organza y dejarla reposar por 2 días.



Figura 24. Después de reposar por dos días se aprecia la separación del agua de la arcilla.



Figura 25. Después de separar la arcilla del agua la colocamos en un recipiente para su secado evitando su contaminación cubriéndola.



Figura 26. Después tamizar la arcilla la humedecemos y con ayuda de la cuchara Casa Grande recolectamos los datos para hallar el límite líquido.



Figura 27. Haciendo una especie de palitos con la arcilla semi-húmeda se busca hallar el Límite Plástico.



Figura 28. Una vez recolectada la concha de Almeja procedemos a lavarla con agua con una escobilla.



Figura 29. Luego de ser lavada la dejamos secando al sol por 2 horas cada uno de las caras de la concha de Almeja.



Figura 30. Calcinamos la concha de almeja a 895°C por 4 horas.



Figura 31. Arcilla calcinada por 550°C por 1 hora y 30 minutos.



Figura 32. Tamizaje de arcilla calcinada por malla n° 200, Ing. Milquisider Urrutia verificando el correcto procedimiento.



Figura 33. Tamizaje de concha de almeja calcinada por la malla n°200.



Figura 34. Materiales pesados y listos para su combinación del patrón.



Figura 35. Materiales pesados y listos para su combinación del experimental n° 01.



Figura 36. Materiales pesados y listos para su combinación del experimental n° 02.



Figura 37. Combinación de arcilla, concha de almeja y cemento para los experimentales.



Figura 38. Utilizamos mezcladora para combinar nuestros materiales.



Figura 39. Colocamos la mezcla en un balde para posteriormente colocarla en la máquina de ladrillos.



Figura 40. Una vez colocada la mezcla en la maquina se procede a hacer la primera vibración para uniformizar la mezcla.



Figura 41. Después de la primera vibración se procede a retirar los excesos de mezcla de los bordes superiores del molde.



Figura 42. Después de quitar el exceso de material se procede a la segunda vibración y luego el desmolde de los ladrillos.



Figura 43. Los ladrillos de concreto desmoldados.



Figura 44. Los ladrillos de concreto experimental N°01.



Figura 45. Los ladrillos de concreto experimental N°02.



Figura 46. Curado sumergido en agua de ladrillos de concreto experimental N°02.



Figura 47. Ensayo de resistencia a la compresión verificado por el ing. Miguel Solar.

ANEXO 2

ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL DE CONCHA DE ALMEJA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 08 de mayo del 2018

INFORME N° 132 - MAY-18

Solicitante: Pasco Martínez Christian – Universidad San Pedro

RUC/DNI: 71317591

Supervisor:



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

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CC-132MA	47.3 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: 47.3 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-203510349790880658939003 danchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú

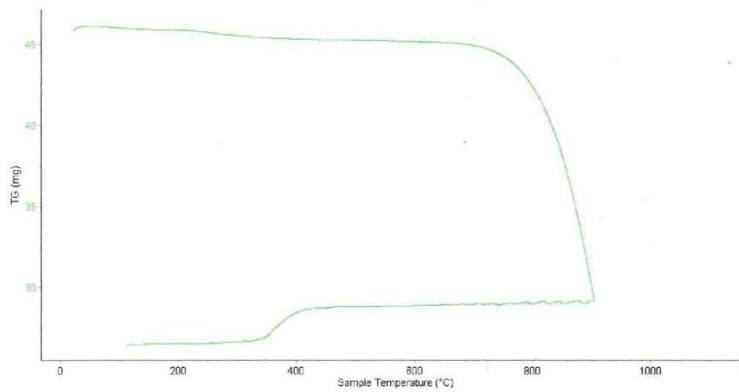


Trujillo, 08 de mayo del 2018

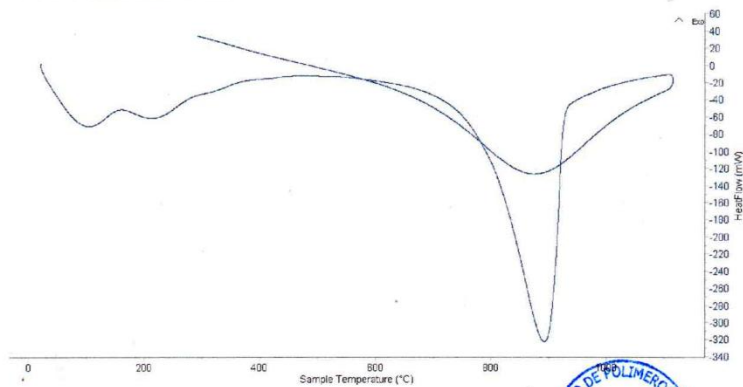
INFORME N° 132 - MAY-18

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica DSC



Tel.: 44-203510/49790880/656869003 dmuchay@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo, Perú





Trujillo, 08 de mayo del 2018

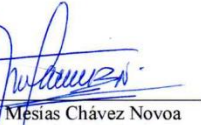
INFORME N° 132 - MAY-18

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una estabilidad térmica muy importante hasta alcanzar los 700°C, a partir del cual recién comienza a caer, y de manera brusca, la masa del material, llegando a perder en total aproximadamente 38% de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar dos picos muy ligeros a 100 y 200°C aproximadamente, posteriormente se muestra un gran pico endotérmico que se da a 895°C, que podría representar cambios estructurales y de las características en el material.

Trujillo, 08 de mayo del 2018




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

ANEXO 3

ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL DE ARCILLA DE CAJABAMBA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 08 de mayo del 2018

INFORME N° 130 - MAY-18

Solicitante: Pasco Martínez Christian – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Arcilla (1. gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	A-130MA	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

Tel.: 44-203510/949790880/958969003 dmcchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria / Trujillo / Perú



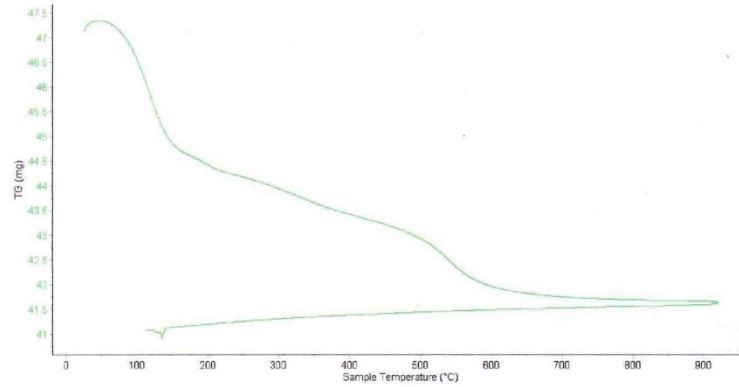


Trujillo, 08 de mayo del 2018

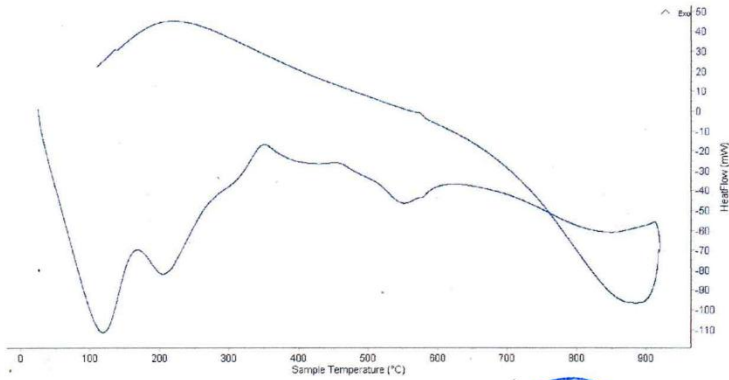
INFORME N° 130 - MAY-18

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica DSC



Tel.: 44-203510/949790880/656899003 damchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria - Trujillo - Perú





Trujillo, 08 de mayo del 2018

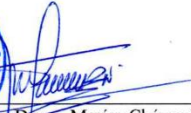
INFORME N° 130 - MAY-18

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra dos importantes caídas de la masa del material, la primera se da en el rango entre 70 y 140°C, y la segunda se da entre 500 y 580°C, en las otras regiones el barrido de temperatura muestra una caída de la masa muy lenta, llegando a perder en total aproximadamente 12% 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, 08 de mayo del 2018




Ing. Dámy Mesias Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

ANEXO 4

FLUORESCENCIA DE RAYOS-X DE LA CONCHA DE ALMEJA



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N° 046 - LAQ/2020

Análisis de concha de almeja por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de concha de almeja a pedido del Sr. **Pasco Martínez. Christian Aarón**, 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 Almeja (*Semele Sp*) y Arcilla de Cajabamba."

La muestra fue previamente calcinada a 895°C durante cuatro horas, 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 1 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 3200 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 ceniza de concha de almeja. 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 menor que 100%. Esto indica que puede contener compuestos de Na y/o Mg, que esta técnica no detecta, y/o diferentes de óxidos 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 ceniza de concha de almeja en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	2.661	3.136
SiO ₂	4.139	4.879
P ₂ O ₅	0.261	0.307
SO ₂	0.403	0.475
ClO ₂	0.384	0.452
K ₂ O	3.786	4.463
CaO	72.759	85.754
TiO ₂	0.008	0.010
Cr ₂ O ₃	0.010	0.012
Fe ₂ O ₃	0.048	0.058
Ni ₂ O ₃	0.048	0.057
CuO	0.009	0.010
ZnO	0.014	0.016
Ga ₂ O ₃	0.062	0.073
As ₂ O ₃	0.016	0.019
SrO	0.220	0.259
ZrO ₂	0.016	0.019
Total	84.834	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

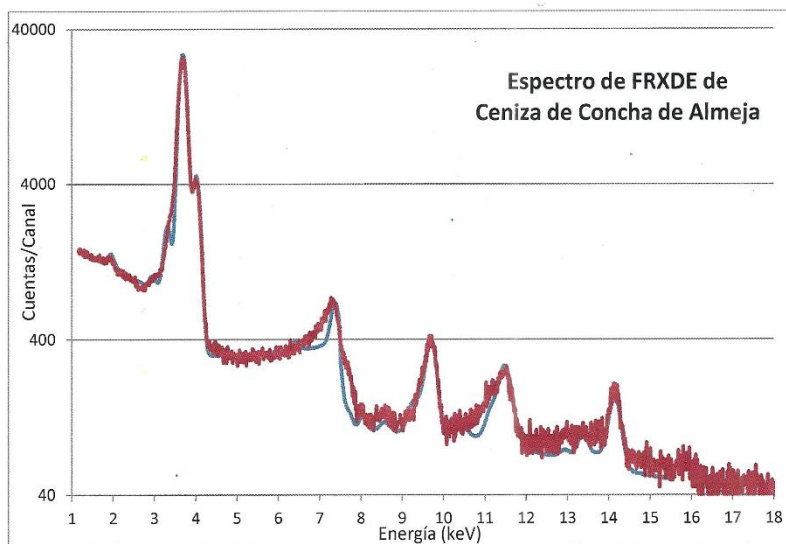


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de concha de almeja en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos

Laboratorio de Arqueometría

Lima, 06 de Marzo del 2020



ANEXO 5

FLUORESCENCIA DE RAYOS-X DE ARCILLA DE CAJABAMBA



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

Informe N° 047 - LAQ/2020

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. **Pasco Martínez. Christian Aarón**, 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 Almeja (*Semele Sp*) y Arcilla de Cajabamba."

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

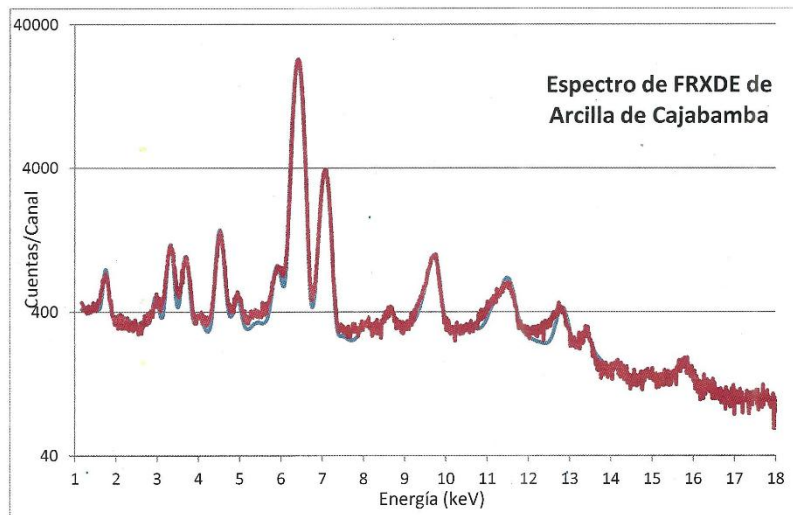


Figura 1. Espectro de FRXDE de arcilla de Cajabamba en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos

Laboratorio de Arqueometría

Lima, 06 de Marzo del 2020



ANEXO 6
ENSAYO DE pH DE LOS MATERIALES



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° 20020305-008

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: PASCO MARTINEZ CHRISTIAN AARON
DIRECCIÓN	: Urb. 21 de Abril Mz B - 10 - 1 Chimbote
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 200305-8

RESULTADO

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
CEMENTO 20G	13,45
CONCHA DE ALMEJA 20G	13,19
ARCILLA DE CAJABAMBA 20G	7,32
COMBINACION N° 01 CONCHA DE ALMEJA 6% + ARCILLA DE CAJABAMBA 2% + CEMENTO 92%	13,43
COMBINACION N° 02 CONCHA DE ALMEJA 12% + ARCILLA DE CAJABAMBA 4% + CEMENTO 84%	13,34

METODOLOGIA EMPLEADA
pH : Potenciométrica.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:
Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras por COLECBI S.A.C. ()
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Diminancia por su percibibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías: SI () NO (X)
- Cuando al informe de ensayo 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

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

A. Gustavo Vargas Ramos
Encargado de Laboratorio
SISTEMAS TECNOLÓGICOS
S. R. L. S. R.

COLECBI S.A.C. 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 - 1 Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

ANEXO 7

**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN EL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DE LA
UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH. PASCO MARTÍNEZ CHRISTIAN AARÓN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR
 LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ALMEJA (SEMELE SP) Y ARCILLA DE CAJABAMBA
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 04/06/2020

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
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
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 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/m3
Agua efectiva.....	232.152	lts/m3
Agregado fino.....	1261.24	kg/m3
Agregado grueso.....	582.173	kg/m3

PROPORCIONES EN PESO

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

$$1 : 5.26 : 2.43 : 41.11 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 5.31 : 2.75 : 41.11 \text{ lts / bolsa}$$

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LAB. MATEMÁTICA Y CÁLCULO Y GRUPO DE MANEJO
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

DISEÑO DE MEZCLA
(8% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH. PASCO MARTÍNEZ CHRISTIAN AARÓN
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ALMEJA (SEMELE SP) Y ARCILLA DE CAJABAMBA
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 04/06/2020

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 Materiales
Ing. 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 2" a 2" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 2" 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
6%PCA+2% Arcilla.....	(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
		<u>1.000</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	220.80	kg/m ³
6%PCA+2% Arcilla.....	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
6%PCA+2% Arcilla.....	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
Lic. Miguel Solar Jara
Mg. Miguel Solar Jara
SEFE

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

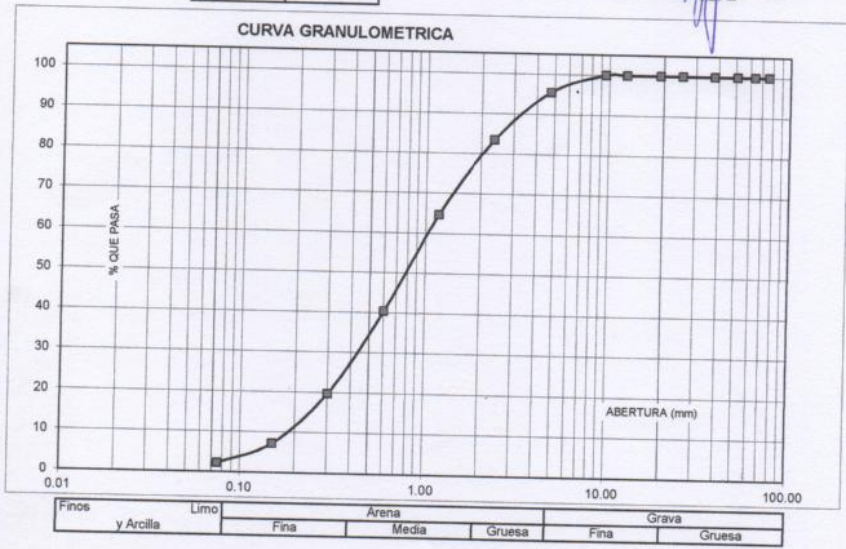
SOLICITA : BACH. PASCO MARTÍNEZ CHRISTIAN AARÓN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR
 LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ALMEJA (SEMELE SP) Y ARCILLA DE CAJABAMBA
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 04/06/2020

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	26.6	4.4	4.4	95.6
N° 8	2.36	72.1	12.1	16.5	83.5
N° 16	1.18	112.5	18.8	35.3	64.7
N° 30	0.60	144.7	24.2	59.5	40.5
N° 50	0.30	123.5	20.7	80.2	19.8
N° 100	0.15	75.2	12.6	92.8	7.2
N° 200	0.08	30.1	5.0	97.8	2.2
PLATO	ASTM C-117-04	13.2	2.2	100.0	0.0
TOTAL		597.9	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.89

OBSERVACIONES
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD SAN PEJERO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lic. Miguel Solar Jara
 MPE



ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-06)

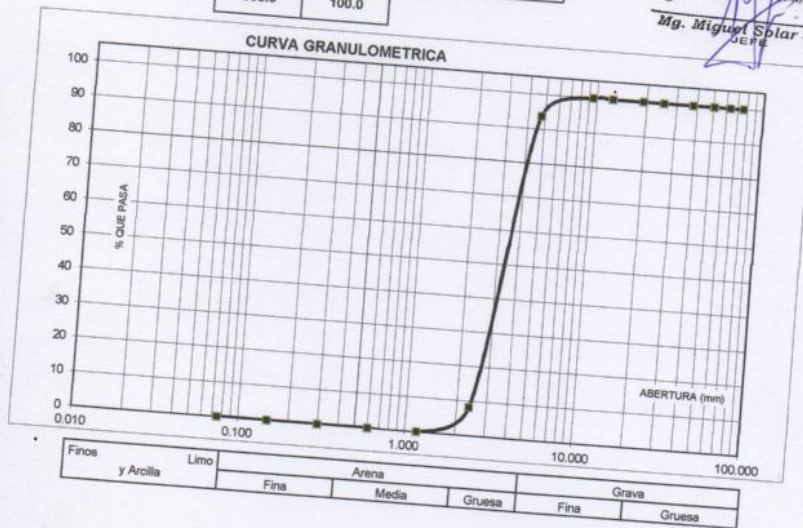
SOLICITA : BACH. PASCO MARTINEZ CHRISTIAN AARÓN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ALMEJA (SEMELE SP) Y ARCILLA DE CAJABAMBA
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : CONFITILLO
 FECHA : 04/06/2020

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 8	2.360	37.8	6.3	6.3	93.7
N° 16	1.180	512.3	85.5	91.9	8.1
N° 30	0.600	0.0	8.1	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		598.9	100.0	100.0	0.0

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

OBSERVACIONES
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS
 Mg. Miguel Solar Jara
 GERENTE



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH. PASCO MARTÍNEZ CHRISTIAN AARÓN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR
 LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ALMEJA (SEMELE SP) Y ARCILLA DE CAJABAMBA
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 04/08/2020

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	2786	2786	2786
Peso unitario (Kg/m ³)	1485	1485	1485
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1478		
CORREGIDO POR HUMEDAD			

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	2786	2786	2786
Peso unitario (Kg/m ³)	1712	1712	1712
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1712		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1704		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 P.A. 1995 - 2019
 LAB. TALL. Y MONTAJE DE MATERIALES
 Mg. Miguel Solar Jara
 UPE

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH. PASCO MARTÍNEZ CHRISTIAN AARÓN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR
 LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ALMEJA (SEMELE SP) Y ARCILLA DE CAJABAMBA
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : CONFITILLO
 FECHA : 04/06/2020

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
 FACULTAD DE INGENIERIA
 L.O. N° 13011-01-0001 / Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

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

SOLICITA : BACH. PASCO MARTÍNEZ CHRISTIAN AARÓN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ALMEJA (SEMELE SP) Y ARCILLA DE CAJABAMBA
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 04/06/2020

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)x100	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 Ingeniería
Lab. Mec. - C. 2000 - Calle de Matucana
Mg. Miguel Solar Jara
UPEU

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

SOLICITA : BACH. PASCO MARTÍNEZ CHRISTIAN AARÓN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ALMEJA (SEMELE SP) Y ARCILLA DE CAJABAMBA
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : CONFITILLO
 FECHA : 04/06/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	582.00	532.00
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	379.30	345.70
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	202.70	186.30
D	Peso de material seco en estufa	576.00	526.00
E	Volumen de masa (C-(A-D))	196.70	180.30
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.842	2.823
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.871	2.856
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.928	2.917
F	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	1.04	1.14

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.833
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.863
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.923
 Absorción (%) : 1.09


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Los Recintos de San Pedro y Chuqui de Matucana
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. PASCO MARTÍNEZ CHRISTIAN AARÓN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR
 LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ALMEJA (SEMELE SP) Y ARCILLA DE CAJABAMBA
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 04/06/2020

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 PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Las Huancabambas, Calle de la Universidad
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. PASCO MARTÍNEZ CHRISTIAN AARÓN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ALMEJA (SEMELE SP) Y ARCILLA DE CAJABAMBA
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : CONFITILLO
 FECHA : 04/06/2020

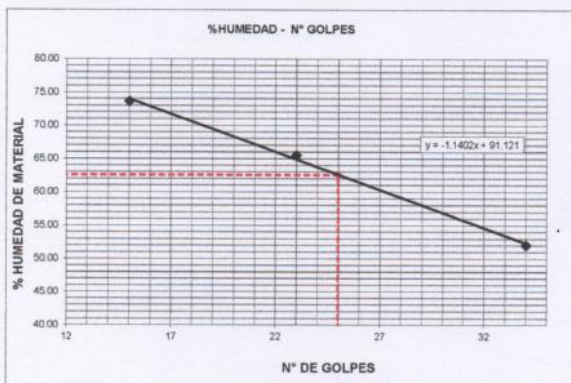
PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	701.3	698.9
TARA + SUELO SECO (gr)	700.2	697.9
PESO DEL AGUA (gr)	1.1	1
PESO DE LA TARA (gr)	201.3	198.9
PESO DEL SUELO SECO (gr)	498.9	499
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.22	0.20
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.21	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLANCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LEONARDO RODRÍGUEZ ALBINO, 10000 - CAJABAMBA
Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

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

SOLICITA : BACH. PASCO MARTÍNEZ CHRISTIAN AARÓN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ALMEJA (SEMELE SP) Y ARCILLA DE CAJABAMBA
 MUESTRA : ARCILLA
 LUGAR : CAJABAMBA- CAJAMARCA-CAJAMARCA
 FECHA : 04/06/2020

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	40.00	38.60	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
 INSTITUTO DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería y Estudios de Maestría
 Mg. Miguel Solar Jara
 JGFE

COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-PATRON

SOLICITA : BACH. PASCO MARTÍNEZ CHRISTIAN AARÓN
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR
LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ALMEJA (SEMELE SP) Y ARCILLA DE CAJABAMBA
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 04/06/2020

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

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura			Área Bruta
PATRON 7 DIAS	24.10	13.50	9.00	325.4	28,750	88.37
PATRON 7 DIAS	24.30	13.60	9.00	330.5	31,250	94.56
PATRON 7 DIAS	24.20	13.50	9.00	326.7	30,850	94.43
PATRON 14 DIAS	24.20	13.50	9.00	326.7	39,190	119.96
PATRON 14 DIAS	24.30	13.50	9.00	328.1	40,650	123.91
PATRON 14 DIAS	24.30	13.60	9.00	330.5	38,900	117.71

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LAB. TECNOLÓGICO Y ENLACE DE MATERIALES
Mg. Miguel Spjar Jara
JEFE

COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-EXPERIMENTAL - 1%

SOLICITA : BACH. PASCO MARTÍNEZ CHRISTIAN AARÓN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR
 LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ALMEJA (SEMELE SP) Y ARCILLA DE CAJABAMBA
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 04/06/2020

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

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm²)
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
EXPERIMENTAL 7 DIAS	24.00	13.20	9.00	316.8	32,800	103.54
EXPERIMENTAL 7 DIAS	24.00	13.10	9.00	314.4	32,050	101.94
EXPERIMENTAL 7 DIAS	24.00	13.00	9.00	312.0	31,680	101.54
EXPERIMENTAL 14 DIAS	24.10	13.60	9.00	327.8	43,890	133.91
EXPERIMENTAL 14 DIAS	24.20	13.20	9.00	319.4	44,120	138.12
EXPERIMENTAL 14 DIAS	24.20	13.40	9.00	324.3	33,540	103.43


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Las Mesas - Calle Paredón - Distrito de Matucana


Mig. Miguel Solar Jara
 JEFE

COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-EXPERIMENTAL - 2%

SOLICITA : BACH. PASCO MARTÍNEZ CHRISTIAN AARÓN
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR
LA COMBINACIÓN DE POLVO DE CONCHA DE ALMEJA (SEMELE SP) Y ARCILLA DE CAJABAMBA
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 04/06/2020

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	24.00	13.30	9.00	319.2	28,180	88.28
EXPERIMENTAL 7 DIAS	24.20	13.30	9.00	321.9	31,940	99.24
EXPERIMENTAL 7 DIAS	24.20	13.30	9.00	321.9	35,600	110.61
EXPERIMENTAL 14 DIAS	24.30	13.20	9.00	320.8	34,850	108.65
EXPERIMENTAL 14 DIAS	24.30	13.40	9.00	325.6	37,920	116.45
EXPERIMENTAL 14 DIAS	24.20	13.30	9.00	321.9	38,680	120.18

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
CALLE TILLO Nº 2000 - CHIMBOTE
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE