



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado,  
adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco -  
2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

Figuroa Calderon, Victor Pablo (orcid.org/0000-0001-6917-5544)

Graos Lavado, Jeremías Iván (orcid.org/0000-0001-6670-1684)

**ASESOR:**

Dr. Sánchez Nizama, Yefrain Yoel (orcid.org/0000-0001-8175-184X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

**2022**

## **Dedicatoria**

El presente proyecto de investigación lo dedicamos a nuestros padres, sin ellos no hubiésemos llegado a cumplir nuestros sueños, y convertirnos en profesionales. Nos han acompañado en cada momento de nuestras vidas dándonos todo su amor y guiándonos por el camino del bien.

También lo dedicamos a todos nuestros familiares, que en este camino nos han demostrado su amor, comprensión, el apoyo moral durante el proceso de aprendizaje para poder concretar con éxito la finalización de nuestros estudios.

## Agradecimiento

Agradecemos a nuestro padre celestial, porque nos ha bendecido y cuidado en cada momento de nuestras vidas. Cuando pensamos en estar abandonados y derrotados, él nos da las fuerzas para levantarnos y seguir adelante.

Gracias a nuestros familiares por estar siempre a nuestro lado, ser los pilares y el motivo por el cual nos encontramos culminando esta profesión, por su amor, por cariño, por su confianza, por su lealtad, por ayudarnos a realizar nuestros sueños, por incentivarnos a ser mejores personas, inculcándonos valores.

Nuestro agradecimiento a la Universidad Cesar Vallejo, por su acogimiento y por habernos hecho sentir en familia, a cada uno de los docentes de labora en esta casa de estudios, por haber compartido sus conocimientos, que nos han ayudado para desarrollarnos profesionalmente.

	<b>Índice de contenidos</b>	
Carátula.....		i
Dedicatoria .....		ii
Agradecimiento .....		iii
Índice de contenidos.....		iv
Resumen .....		ix
Abstract.....		x
I. INTRODUCCIÓN .....		1
II. MARCO TEÓRICO .....		6
III. METODOLOGÍA .....		22
3.1. Tipo y Diseño de investigación .....		22
3.2. Variables y operacionalización .....		23
3.3. Población, muestra y muestreo .....		25
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....		27
3.5. Procedimientos.....		30
3.6. Método de análisis de datos .....		36
3.7. Aspectos éticos .....		36
IV. RESULTADOS .....		37
4.1. Ubicación.....		37
4.2. Descripción del proyecto .....		39
4.3. Ensayos en laboratorio .....		41
4.3.1. Diseño de mezclas .....		41
V. DISCUSIÓN .....		72
VI. CONCLUSIONES .....		76
VII. RECOMENDACIÓN .....		77
REFERENCIAS		
ANEXOS		

## Índice de tablas

Tabla 1: Muestra de ensayo de absorción. ....	26
Tabla 2: Muestras para ensayo de alabeo. ....	26
Tabla 3: Muestras para ensayo de Variación Dimensional. ....	26
Tabla 4: Muestras para ensayo de resistencia a la compresión. ....	27
Tabla 5: Etapas de investigación. ....	29
Tabla 6: Diseño de mezclas. ....	41
Tabla 7: Análisis granulométrico. ....	42
Tabla 8: Resultados del análisis químico. ....	45
Tabla 9: Diseño de mezcla de la muestra patrón. ....	46
Tabla 10: Ensayo de Absorción (Arcilla+0%PCCR).....	47
Tabla 11: Ensayo de Alabeo (Arcilla+0%PCCR).....	47
Tabla 12: Ensayo de variabilidad dimensional (Arcilla+0%PCCR).....	48
Tabla 13: Ensayo de resistencia a la compresión (Arcilla+0%PCCR).....	49
Tabla 14: Ensayo de Absorción (Arcilla+3%PCCR).....	50
Tabla 15: Ensayo de Absorción (Arcilla+5%PCCR).....	50
Tabla 16: Ensayo de Absorción (Arcilla+7%PCCR).....	51
Tabla 17: Ensayo de Alabeo (Arcilla+3%PCCR).....	52
Tabla 18: Ensayo de alabeo (Arcilla+5%PCCR).....	52
Tabla 19: Ensayo de alabeo (Arcilla+7%PCCR).....	53
Tabla 20: Alabeo del ladrillo artesanal con adición de polvo de cangrejo reciclado. ...	53
Tabla 21: Ensayo de variabilidad dimensional (Arcilla+3%PCCR).....	57
Tabla 22: Ensayo de variabilidad dimensional (Arcilla+5%PCCR).....	58
Tabla 23: Ensayo de variabilidad dimensional (Arcilla+7%PCCR).....	59
Tabla 24: Resultado de las pruebas de la variabilidad dimensional de los ladrillos artesanales al 0 % con PCCR. ....	65
Tabla 25: Resultado de las pruebas de la variabilidad dimensional de los ladrillos artesanales al 3% con PCCR. ....	66

Tabla 26: Resultado de las pruebas de la variabilidad dimensional de los ladrillos artesanales al 5% con PCCR. ....	67
Tabla 27: Resultado de las pruebas de la variabilidad dimensional de los ladrillos artesanales al 7% con PCCR. ....	68
Tabla 29: Ensayo de compresión con la aplicación de 3% con polvo caparazón de cangrejo reciclado.....	70
Tabla 30: Ensayo de compresión con la aplicación de 5% con polvo caparazón de cangrejo reciclado.....	70
Tabla 31: Ensayo de compresión con la aplicación de 7% con polvo caparazón de cangrejo reciclado.....	70

## Índice de figuras

Figura 1: Vista dorsal esquemática del caparazón de cangrejo. ....	12
Figura 2: Especie de cangrejo. ....	13
Figura 3: Caparazón del cangrejo. ....	13
Figura 4: Ladrillo sólido. ....	16
Figura 5: Ladrillo o bloque de concreto. ....	16
Figura 6: Ladrillo pandereta. ....	17
Figura 7: Fabricación del ladrillo artesanal. ....	17
Figura 8: La arcilla. ....	18
Figura 9: Horno para el quemado del ladrillo artesanal. ....	19
Figura 10: Proceso de molienda. ....	32
Figura 11: Ubicación departamental de Huamachuco. ....	38
Figura 12: Ubicación provincial de Sánchez Carrión. ....	38
Figura 13: Ubicación distrital de Huamachuco. ....	38
Figura 14: Recolección de la materia prima (arcilla). ....	39
Figura 15: Mezcla de la arcilla. ....	39
Figura 16: Molde de madera para el ladrillo. ....	40
Figura 17: Secado del ladrillo a la intemperie. ....	40
Figura 18: Trenzado del ladrillo con carbón para el quemado. ....	41
Figura 19: Selección de los ladrillos para ensayo. ....	41
Figura 20: Recopilación del material de acuerdo al número de tamiz. ....	42
Figura 21: Proceso de tamizado del material. ....	42
Figura 22: Peso seco de la muestra. ....	43
Figura 23: Granulometría de arcilla acorde al tamiz. ....	46
Figura 24: Horneado de cada muestra. ....	46

## Índice de gráficos

Gráfico 1: Procedimiento para la obtención de los resultados. ....	31
Gráfico 2: Recolección y proceso de polvo del caparazón de cangrejo. ....	33
Gráfico 3: Resultados del Ensayo de Absorción con adición de PCCR. ....	51
Gráfico 4: Concavidad y convexidad del ladrillo al adicionarle PCCR. ....	54
Gráfico 5: Resultados del Ensayo de Alabeo con adición de PCCR. ....	55
Gráfico 6: Clasificación del ladrillo artesanal de arcilla quemado por alabeo. ....	56
Gráfico 7: Resultados del Ensayo de Variación Dimensional. ....	69
Gráfico 8: Resultados del Ensayo de Resistencia a la compresión de las unidades del ladrillo. ....	71



## Resumen

El proyecto de investigación tuvo como objetivo de determinar de qué manera influye la adición del polvo de caparazón de cangrejo reciclado en las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, realizado en la ciudad de Huamachuco. Para la fabricación de estos ladrillos se adicionaron porcentajes de 3%, 5% y 7% de (PCCR). La investigación es de diseño experimental, tipo aplicada, nuestra variable dependiente las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemada y la variable independiente el polvo de caparazón de cangrejo reciclado, la muestra son 80 ladrillos de arcilla. Los ensayos realizados fueron: resistencia a la compresión, alabeo, absorción y variación dimensional. Los resultados que se obtuvieron fueron que adicionando el 3% de (PCCR) aumentó su resistencia en 40.08 kg/cm<sup>2</sup> con respecto a la muestra patrón de 0% que presentó una resistencia de 23.45 kg/cm<sup>2</sup>, en los porcentajes de 5% de adición de (PCCR) disminuyó en 12.53 kg/cm<sup>2</sup> y adicionando el 7% disminuyó en 4.01 kg/cm<sup>2</sup>, con respecto al ensayo de absorción con adiciones de 3%, 5% y 7% se logró 12%, 11% y 14% respectivamente a comparación del 0% con un valor de 14%.

Se concluye que la resistencia a la compresión de los ladrillos de arcilla quemado, con la incorporación de (3%, 5% y 7%) de (PCCR), nos permitió descubrir que solo es posible la adición de (PCCR) en el porcentaje de 3% alcanzando una mayor resistencia a la compresión de 40.08 kg/cm<sup>2</sup>; ya que en los porcentajes de 5% y 7% disminuyen considerablemente en 12.53 kg/cm<sup>2</sup> y 4.01 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; por lo tanto, es positiva la adición solamente en este porcentaje.

**Palabras clave:** Ladrillo artesanal de arcilla, caparazón de cangrejo, propiedades físicas, propiedades mecánicas.

## Abstract

The objective of the research project was to determine how the addition of recycled crab shell powder influences the physical-mechanical properties of the artisan burned clay brick, made in the city of Huamachuco. For the manufacture of these bricks, percentages of 3%, 5% and 7% of (PCCR) were added. The research is of experimental design, applied type, our dependent variable is the physical and mechanical properties of the burnt clay handmade brick and the independent variable is recycled crab shell powder, the sample is 80 clay bricks. The tests carried out were: resistance to compression, warpage, absorption and dimensional variation. The results obtained were that adding 3% of (PCCR) increased its resistance by 40.08 kg/cm<sup>2</sup> with respect to the 0% standard sample that presented a resistance of 23.45 kg/cm<sup>2</sup>, in the percentages of 5% addition. of (PCCR) decreased by 12.53 kg/cm<sup>2</sup> and adding 7% decreased by 4.01 kg/cm<sup>2</sup>, with respect to the absorption test with additions of 3%, 5% and 7%, 12%, 11% and 14% were achieved respectively compared to 0% with a value of 14%.

It is concluded that the compressive strength of the burned clay bricks, with the incorporation of (3%, 5% and 7%) of (PCCR), allowed us to discover that it is only possible to add (PCCR) in the percentage of 3% reaching a greater resistance to compression of 40.08 kg/cm<sup>2</sup>; since in the percentages of 5% and 7% they decrease considerably by 12.53 kg/cm<sup>2</sup> and 4.01 kg/cm<sup>2</sup> respectively; therefore, the addition only in this percentage is positive.

**Keywords:** Handmade clay brick, crab shell, physical properties, mechanical properties.

## I. INTRODUCCIÓN

En el mundo, en las últimas décadas los derivados de los crustáceos, dentro de ellos el cangrejo producto de la explotación pesquera artesanal, ha generado un notable interés por la contaminación del medio ambiente por la cantidad de desechos sólidos que esto acarrea, de ello el 5% se convierte en harina que es utilizado para alimento animal, el resto va a parar a las costas marítimas, lo que genera un serio problema ambiental; por otro lado la gastronomía aporta una gran cantidad de desechos de estos crustáceos que no son bien utilizados, por ende, contribuyen pero en menor cantidad a la contaminación del planeta (Salas, et al., 2017).

Según estudio de Domínguez, (2015), hoy en día la contaminación ambiental, nos incita a realizar una indagación más exhaustiva de materiales nuevos y procesos que ayuden a minimizar los daños que está ocasionando al medio ambiente. La notabilidad de este estudio reside en el impacto que puede generar para la industria de la construcción civil en general, agregando productos de desechos de los crustáceos como el caparazón cangrejo, adicionando como un componente pusilánime a la arcilla y así poder aumentar su resistencia en el ladrillo artesanal.

En Perú, aproximadamente del 70% al 80% de los mariscos que se comen diariamente se consideran desechos contaminados con conchas; de estas cifras un 20% y 30% son crustáceos, la cifra restante corresponde a órganos internos y exoesqueletos, en especial las conchas de cangrejos emplumados, langostas, cangrejos morados, y camarones; se localizan principalmente frente a las costas de Perú y se consideran contaminantes ambientales. Según investigaciones muestran que los residuos de estos albergan un polímero natural llamado quitina, que tiene un sin número de usos en la industria farmacéutica, agrícola y alimentaria y su aprovechamiento contribuye en una oportunidad para el desarrollo industrial y a su vez una solución inteligente al problema ambiental que estos mismos producen; así pues con respecto al exoesqueleto tiene de un 15-40% de quitina ( $\alpha$ - quitina) en aproximación, siendo este componente esencial en un 20-40% para las proteínas, carbonato de calcio (García y Roca, 2008).

En el departamento de la libertad encontramos 11 comunidades y 21 organizaciones que se dedican a la pesca artesanal y están legalmente registradas; en esta zona costera se identifican alrededor de 68 especies de invertebrados marinos que son de mucha importancia comercial como el cangrejo violáceo, conchas de abanico y caracol negro; de manera que la demanda del cangrejo ha ido en aumento para el consumo humano por ser de alto valor nutricional, por lo consiguiente ha ido acrecentando considerablemente la polución de RR.SS; el cangrejo es aprovechado en un 25% para la alimentación, considerándose un aproximado del 75% del peso completo de crustáceos considerándose residuos sólidos (Alfaro et al., 2017).

A **nivel nacional** se ha definido que las construcciones que más predomina son las viviendas de albañilería confinada, en donde los muros estructurales son las que resisten las cargas y las fuerzas sísmicas, construidas con unidades de ladrillos de arcilla o concreto, siendo las más utilizadas en la construcción de viviendas el ladrillo de arcilla artesanal. Estas a su vez son elaboradas por fabricantes locales que en su mayoría no cuentan con criterio técnico, incumpliendo con los controles de calidad según la Norma E.070 del RNE en su producción.

En lo referido anteriormente, podemos decir que en la ciudad de Huamachuco y en las ciudades de la sierra Liberteña, el sistema de construcción que es utilizado es de albañilería confinada y que en su mayoría son realizados con ladrillos fabricados artesanalmente producidos en ladrilleras de la zona que no alcanzan los estándares establecidos que nos dice la norma, y en su mayoría ni siquiera los fabricantes saben las propiedades estructurales de sus productos dejando mucho que desear. Debido a esto es importante conocer las propiedades físico mecánicas de estas unidades de arcilla mediante ensayos para comprobar lo que estipula la norma técnica peruana y también debería realizarse un estricto control de calidad.

Es necesario que los sistemas estructurales utilizados en la construcción sean resistentes a las fuerzas que se verán sometidas ante la ocurrencia de un sismo, ya que el país es considerado zona sísmica. Por tal razón nuestro propósito es analizar cuánta resistencia soporta un ladrillo de arcilla elaborado artesanalmente en este

sector, aplicándolos fuerzas de compresión y en cuánto aumenta su resistencia adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado.

La finalidad de la presente investigación es de reusar los subproductos de origen animal, en este caso, el caparazón de cangrejo; que por una parte podemos contribuir con la contaminación de la naturaleza reutilizando estos residuos. Pues se sabe que dichos materiales de desecho vertebrado son arrojados en grandes cuantías; adicionando en dosificaciones de este polvo a la arcilla, así podremos comprobar si sus propiedades físico-mecánicas del ladrillo hecho artesanalmente ha incrementado.

Después de revisar la información de la realidad problemática, por tal motivo, nuestra siguiente investigación plasma como **interrogante general** ¿Cómo influye la adición de polvo de caparazón de cangrejo reciclado en las propiedades físico - mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco - 2022?; **el problema específico 1.-** ¿Cuál es el diseño de mezcla y las propiedades físico mecánicas del ladrillo patrón artesanal de arcilla quemado, Huamachuco - 2022? ; **el problema específico 2.-** ¿ De qué manera influye la adición de polvo de cangrejo reciclado en las propiedades físicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco - 2022?; **el problema específico 3.-** ¿ De qué manera influye la adición de polvo caparazón de cangrejo reciclado en las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco - 2022?.

La **justificación** de la presente exploración se fundamenta en examinar las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco – 2022, entendiendo que nuestro país presenta una gran demanda de construcción de viviendas con albañilería confinada y estas necesitan ser resistentes para soportar las fuerzas sísmicas, ya que nos ubicamos en una zona altamente sísmica, así también dar alternativas de solución para ayudar a reducir la contaminación ambiental, como es el caso de la adición de materiales reciclados de estos crustáceos, de fácil obtención y de bajo costo, con el fin de encontrar una mejor calidad de los materiales para la construcción de viviendas. La **justificación teórica** de la investigación tiene como propósito examinar el tema antes

mencionado en el punto anterior, adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco – 2022, aportando teorías relacionadas al tema y sustentada en los fundamentos teóricos según la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, referente a la albañilería confinada. A **nivel práctico** el trabajo se sustenta en mejorar las unidades de los elementos de la albañilería confinada en la construcción de viviendas en la ciudad de Huamachuco, adicionado polvo del caparazón de cangrejo reciclado. Asimismo, a **nivel técnico** nuestra investigación dará resultados sobre la importancia de adicionar cenizas de caparazón de cangrejo reciclado en los ladrillos artesanales de arcilla quemado y su influencia en los muros de albañilería. Por otro lado, a **nivel metodológico** el estudio a realizar se sustenta en los procedimientos de la investigación mediante la observación técnica, usos de herramientas, ensayos en laboratorio, acorde a los objetivos planteados, así lograr una investigación científica y técnica acorde con el propósito del proyecto. Para esta investigación nos apoyaremos de las referencias de otras investigaciones relacionadas a nuestras variables de aplicación, que buscan nuevas alternativas de mejorar el tema en cuestión y a **nivel social** es importante, ya que los ladrillos utilizados en la construcción de viviendas tienen que ser muy resistentes, de buena calidad y bajo costo, además con la reutilización de los desechos que genera el caparazón de cangrejo se ayudará a reducir la contaminación del medio ambiente de la localidad de Huamachuco.

**El objetivo general** de nuestra investigación es analizar de qué manera influye el polvo del caparazón de cangrejo en las propiedades físico mecánicas en el ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco - 2022. Así también tenemos el **objetivo específico 1.-** Determinar el diseño de mezcla y las propiedades físico mecánicas del ladrillo patrón artesanal de arcilla quemado, Huamachuco – 2022; **objetivo específico 2.-** Determinar de qué manera influye la adición del polvo de caparazón de cangrejo reciclado en las propiedades físicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco - 2022; el **objetivo específico 3.-** Determinar de qué manera influye la adición del polvo de caparazón de cangrejo reciclado en las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco – 2022.

**La hipótesis general** que nos planteamos es la siguiente: “La adición del polvo de caparazón de cangrejo reciclado mejora las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco - 2022. Así como la **Hipótesis específica 1.-** Las propiedades físico mecánicas del ladrillo patrón artesanal de arcilla quemado, Huamachuco – 2022 son aceptables.; **hipótesis específica 2.-** La adición del polvo de caparazón de cangrejo reciclado influye en las propiedades físicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco - 2022; la **hipótesis específica 2.-** La adición del polvo de caparazón de cangrejo reciclado influye en las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco – 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

En el presente proyecto de investigación se han presentado diferentes antecedentes tanto de nivel internacional, nacional y locales que se describen a continuación:

Como antecedentes Internacionales tenemos a: **Valdivieso** (2018), en su tesis desarrollada en Guayaquil, tiene como **objetivo** determinar a través de un proceso de reciclado de los restantes del caparazón del cangrejo Ucides; desarrolló el reciclaje de estos desechos para fabricar pasta blanca y baldosas, para esto utilizó el análisis de algunas herramientas estadísticas. La **metodología** del estudio fue de tipo descriptiva y de campo, con la utilización de herramientas estadísticas. **La conclusión** obtenida, refleja que existen una demanda de insatisfacción en metros cuadrados superando los 90 millones, teniendo una producción planeada de captación de un valor menor al 1% de la demanda insatisfecha en este mercado de baldosas y cerámicas; con este proyecto el autor plantea recoger un aproximado del 20% del total del cangrejo rojo desechados producidos por el consumo dados en los cantones de Guayaquil.

**Santiago et al** (2020), el desarrollo de su artículo, tiene como **objetivo** producir y evaluar la resistencia mecánica del hormigón con la adición de polvo de exoesqueleto (caparazón) del uçá-cangrejo. Los **hallazgos** evidencian que con la adición del 5% no presenta diferencia significativa con relación a la traza de referencia, con una adición del 10% presentó una reducción del 35,12% con relación a la traza de referencia, con 15% y 20% de adición redujeron la resistencia en 57,11% y 70,13%, respectivamente, en comparación con la traza de referencia. Se **concluye** que los hormigones con 5% y 10% de inclusión alcanzaron los valores de resistencia indicados para la elaboración de prefabricados (17 Mpa); para los niveles de 15 y 20% de inclusión, hubo una pérdida significativa de resistencia, lo que indica la necesidad de investigaciones que indiquen el uso adecuado de hormigones con los niveles de resistencia presentados.

**Deulofeuth y Severiche** (2019), en donde su investigación desarrollada en Cartagena – Colombia, tiene como **objetivo** evaluar la influencia que genera la incorporación de aserrín fino en reemplazo de la arcilla en diferentes proporciones, dentro de las



propiedades de los ladrillos de arcilla y su afectación en las características físicas. La **metodología** de su investigación es de un enfoque metodológico mixto y descriptivo, y con un diseño metodológico experimental. Para la **muestra** de estudio se consideraron 25 ladrillos artesanales en donde se adicionaron aserrín en 0%, 3% 5%, 7% y 10%. **Los resultados** obtenidos son valores de resistencia máxima en los ladrillos con proporciones con el 7% de adición de aserrín y 93% de arcilla de los componentes de la mezcla. Además, por cada ladrillo con 7% de adición de aserrín fino pesa 434g, se reduce 43,4 ton de aserrín por la cantidad de 100 ladrillos con esta proporción. **Concluye** que el resultado es favorable ya que soluciona problemas de contaminación producidas por las industrias madereras con la reutilización del aserrín. Además, se determinó que en la fabricación de ladrillos con adición de aserrín se reduce el costo-tiempo.

**Aguilar** (2019), en su investigación el autor tuvo como **objetivo** analizar cómo se comportan los ladrillos incorporándose cenizas de carbón parcialmente a la arcilla provenientes de la ladrillera Bellavista, y así darle un valor agregado al material ya que es considerado material de desecho de las industrias. El estudio tuvo un diseño experimental. Los **hallazgos** obtenidos sustituyendo ceniza de carbón al 5%, 10% y 15% en peso, con medidas según la Norma Técnica Colombiana, con temperaturas para la cocción de 950°C, realizando ensayos de absorción y resistencia de compresión según la NTC. De los ensayos se obtuvieron que sustituyendo al 5% y 10% se pueden emplear como mampostería no estructural de uso al interior. **Concluye** que al adicionar cenizas de carbón hasta un 10% tiene efectos positivos, pero al incrementar las cenizas de carbón por encima del 10% disminuye su resistencia, indicando que no se garantiza la calidad de los ladrillos. El porcentaje óptimo para adicionar las cenizas de carbón es de 5%.

Como investigaciones realizadas a nivel nacional tenemos a: **Almerco y Ayaipoma** (2021), en su estudio desarrollado en, Lima, el autor tiene como **objetivo** evaluar cómo influye al sustituir el hueso de aceituna y las cenizas de cangrejo en las propiedades físico -mecánicas del concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ . La **metodología** de su indagación es

de tipo aplicada, teniendo por diseño un estudio cuasi experimental, con un enfoque cuantitativo. Al concreto se le añadió 2%, 3%, 4%, 6% y 9% de cenizas sobre el peso del cemento, con una población de 360 probetas entre cilíndricas y prismáticas. Los **resultados** obtenidos de asentamiento al 3% con sustitución de cenizas de caparazón de cangrejo fue de 3.3" y con cenizas de hueso de aceituna 2.9" su Slump, en los ensayos a compresión a los 28 días sustituyendo ceniza de cangrejo al 3% aumentó 8.46%, en flexión el M.R en 2.10% y en tracción 8.22%. En cambio, con ceniza de hueso de aceituna en un 3%, en la compresión incrementó 1.55%, en tracción incrementó 1.60%, en flexión el M.R no llegó al concreto patrón. Como **conclusión** se obtuvo que la sustitución de cenizas en 3% en el concreto se progresa la resistencia a compresión y tracción, en cambio a menor dosificación se mejora la trabajabilidad.

**Cordova y Vela** (2021), quienes desarrollan su trabajo de investigación en Chimbote, tienen como **objetivo** la elaboración de ladrillos para evaluar la resistencia a la compresión del concreto, reemplazando al cemento con porcentajes de vidrio molido y conchas de abanico. La **metodología** del estudio es de tipo aplicada, con un diseño de investigación cuasi experimental, presentando una **muestra** 09 und. de ladrillos de concreto patrón y 09 und. de ladrillos de concreto experimental. De los **resultados** obtenidos tenemos que la resistencia a la compresión a los 28 días fue de 137.58 kg/cm<sup>2</sup> y con la combinación se obtuvo una resistencia de 172.88 kg/cm<sup>2</sup>, evidenciándose un aumento en 27%, con 14 días el ladrillo convencional dio una resistencia de 122.98 kg/cm<sup>2</sup> y con la combinación se obtuvo una resistencia de 141.78 kg/cm<sup>2</sup>, dando un aumento del 14%, mientras a los 7 días dio una resistencia de 115.16 kg/cm<sup>2</sup> y con la combinación se obtuvo una resistencia de 122.02 kg/cm<sup>2</sup>, con un aumento del 5%. Se **concluye** que, en los ladrillos de concreto, al sustituir al cemento por polvo de concha de abanico en un 5% y vidrio en un 10%, se evidencia mayor resistencia a la compresión en comparación de los ladrillos de concreto patrón ensayados a los 7, 14 y 28 días.

**Mosqueira y Pinillos** (2021), en su investigación realizada en Trujillo tuvo como objetivo examinar las propiedades físico-mecánicas del hormigón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

adicionado con ceniza de caparazón de cangrejo en porcentajes de 1%, 3%, 5%, 7% y 9%. **La metodología** del proyecto proviene de la investigación experimental. El procedimiento incluye el análisis de las características de los agregados según las normas NTP. 400,037, seguido por el diseño de la mezcla de acuerdo con el método ACI-211 y luego la preparación de tubos de ensayo en cilindros de 6"x12" donde los lotes fueron posteriormente curados y analizados por resistencia a la compresión. **Los resultados** de la prueba muestran que la mezcla estándar muestra una resistencia de 131,99 kg/cm<sup>2</sup>, 189,37 kg/cm<sup>2</sup>, 221,47 kg/cm<sup>2</sup> después de 7 días, 14 días y 28 días respectivamente, con la adición de 1% CCC, tenemos: 140,05 kg/cm<sup>2</sup>, 191,45 kg/cm<sup>2</sup>, 224,44 kg/cm<sup>2</sup> los días 7, 14 y 28 con 3% CCC tenemos 154,56 kg/cm<sup>2</sup>, 194,86 kg/cm<sup>2</sup>, 228,13 kg/cm<sup>2</sup> los días 7, 14 y 28 en CCC2 con 5% CCC2. Teníamos 194,86 kg/cm<sup>2</sup>. kg/cm<sup>2</sup>, 197,22 kg/cm<sup>2</sup>, 247,11 kg/cm<sup>2</sup> los días 7, 14 y 28, sumando 7 % de CCC tuvimos 162,73 kg/cm<sup>2</sup>, 197,07 kg/cm<sup>2</sup>, 235,63 por día a 7 kg/cm<sup>2</sup> los días 14 y 28 día y sumado 9% CCC obtuvimos 159.87 kg/cm<sup>2</sup>, 192.35 kg/cm<sup>2</sup>, 227.18 kg/cm<sup>2</sup> en los días 7, 14 y 28 respectivamente. **La conclusión** es que al adherir un 5% de ceniza de caparazón de cangrejo afecta el desempeño del concreto y aumenta su resistencia a los 28 días, por lo que también se confirma que la resistencia tiende a disminuir cuando el contenido es mayor al 7% y 9%.

**Yucra, Ruiz** (2021), quien desarrolla su trabajo de exploración en Puno. Tuvo por **objetivo** primordial analizar el cambio de la resistencia mecánica de muros de mampostería de ladrillos artesanales con la incorporación de cenizas de tallo de quinua. La **metodología** de su investigación es de tipo aplicativo, con diseño experimental, nivel explicativo. Los **hallazgos** muestran que la ceniza de tallo de quinua en ladrillos artesanales incrementó la resistencia en un 3% la compresión en 44.46kg/cm<sup>2</sup> ± 3.6kg/cm<sup>2</sup>, además la resistencia al corte en 6.34kg/cm<sup>2</sup> ± 3.51kg/cm<sup>2</sup> y en flexión 12.89kg/cm<sup>2</sup> ± 7.50kg/cm<sup>2</sup> aumento, teniendo mejor resistencia que las muestras patrón sin adición de cenizas (de compresión de 38.27kg/cm<sup>2</sup>, de corte de 5.68kg/cm<sup>2</sup> y de flexión de 10.05kg/cm<sup>2</sup>). Como **conclusión** se obtuvo que al incorporar cenizas de tallo de quinua hasta el 2% la resistencia mecánica de los

ladrillos artesanales aumenta, además concluye que en adiciones mayores al 2% tiende a disminuir.

**Genovés** (2020), donde desarrolla su investigación en Trujillo, su principal **objetivo** es identificar el impacto de la cascarilla de arroz (CCA) y el polvo de conchas de abanico (PCAB) en la firmeza a la compresión del ladrillo de concreto. Teniendo como **muestra** tres grupos de un total de 27 ladrillos, el grupo 1 o patrón con 0% de (CCA y PCAB), el grupo 2 con 2.5% de (CCA y PCAB) y el grupo 3 con 5% de (CCA y PCAB). La **metodología** fue experimental, utilizando ceniza de cáscara de arroz con alto contenido de sílice y harina de vieiras con alto contenido de calcio como materiales de cementación para ladrillos en forma de V. El procedimiento consistió en realizar ensayos de resistencia a la compresión de 27 ladrillos a bloques de concreto. **Los resultados** obtenidos a los 28 días con la serie o condición 1 mostraron una resistencia promedio de 186,00 kg/cm<sup>2</sup>, la serie 2 180,47 kg/cm<sup>2</sup> y la serie 3 144,45 kg/cm<sup>2</sup>. Llegaron a la **conclusión** de que la ceniza de cáscara de arroz y el polvo de cáscara de abanico en pequeñas proporciones pueden reemplazar al cemento en la resistencia a la compresión del bloque de hormigón.

**Meza y Wu** (2018), quienes elaboran su investigación en Chilca, tiene como **objetivo** determinar la influencia del carbonato de calcio en las características físicas y geométricas del ladrillo artesanal, con porcentajes de carbonato de calcio en 0%, 3% y 5%, teniendo como **muestras** un total de 30 unidades de ladrillos. En su trabajo el diseño de investigación es experimental, donde sustituyen una parte de arcilla por carbonato de calcio. Como **resultado** se obtuvo que la mayor resistencia a la compresión se logra con el porcentaje al 3% de carbonato de calcio, llegando a una resistencia a la compresión del ladrillo óptima en un 55.37 Kg/cm<sup>2</sup> y con la sustitución al 5% de carbonato de calcio dio como resultado un 41.31 Kg/cm<sup>2</sup>. Como **conclusión** determinan que sustituyendo a la arcilla por carbonato de calcio en 3% se obtienen mejores resultados tanto para sus propiedades y características.

A nivel local tenemos la investigación que se realizó en la ciudad de Huamachuco por **Briceño y Peña** (2020), en donde realizó ladrillos artesanales con el **objetivo** de

determinar la adición de vástago de plátano en la resistencia a compresión del ladrillo de arcilla. En la **metodología**, el diseño de su investigación fue experimental puro, utilizando la técnica de muestreo probabilístico, tipo aleatorio, como población el conjunto de los ladrillos de arcilla los cuales fueron elaborados de acuerdo a la norma técnica E.070. En los **resultados** obtenidos se encontró que todos los grupos de estudio presentaron mayor resistencia con una resistencia de 54,49 kg/cm<sup>2</sup>. En **conclusión**, se encuentra que los tallos de plátano no tienen efecto en la resistencia a la compresión de la piedra arcillosa, ya que solo el testigo 54,49 kg/cm<sup>2</sup> supera los parámetros determinados por la NTP-E.070.

Como **bases teóricas** concernientes a las variables se tiene lo siguiente:

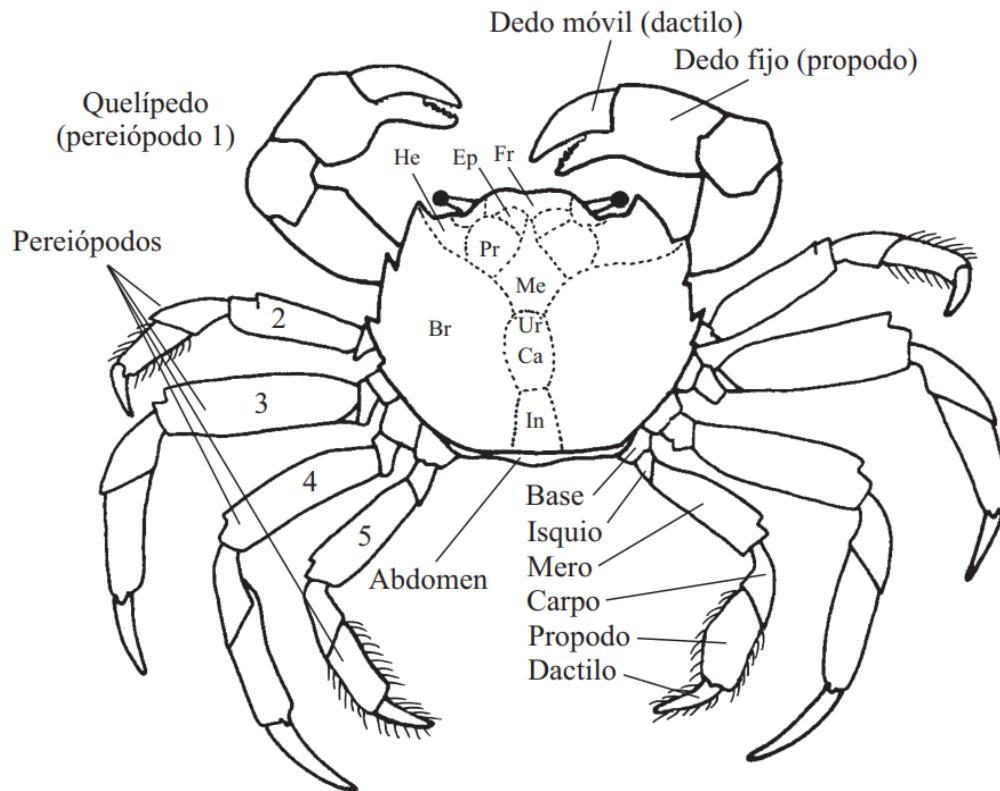
Al respecto del subproducto caparazón de cangrejo reciclado que serán triturados, molidos y convertidos en polvo para proceder con su empleo, siendo esta la **variable independiente**.

Sus **Propiedades Físico Químicas serán determinadas de acuerdo a** la investigación de (Mosqueira y Pinillos , 2021), en donde nos señalan que las conchas de camarones y cangrejos son sustancias químicas: 20-40 % de proteína, 30-60 % de fosfatos y carbonatos, 20-30 % de quitina y 0-14 % de lípidos.

**El Sistema Óseo**, según la investigación de (Curt, 2018) los crustáceos presentan un cuerpo ventralmente de deprimido dorso, de ancho cefalotórax de forma pentagonal, su caparazón es grueso y quitinoso fuertemente calcificado; debajo del cual se encuentra el abdomen. El cefalotórax está formado por segmentos, cinco cefálicos y ocho torácicos; lleva cinco dientes hacia adelante, en la parte central y anterior se denomina rostro; los ojos están situados en unas órbitas entre el primer diente y el rostro. La cabeza tiene dos pares de órganos sensoriales (garras), mandíbulas inferiores (2) y mandíbulas superiores (2). En la parte dorsal se puede distinguir las siguientes regiones: genital, estomacal, intestinal, cardíaca, hepática y bronquial. El abdomen está replegado en el caparazón en la parte ventral, sus apéndices pueden

estar diseñados para la natación. En las hembras su parte ventral es de forma redondeada y en los machos su abdomen tiene forma triangular. El cangrejo es uno de los artrópodos invertebrados vinculado al grupo de los crustáceos.

**Figura 1:** Vista dorsal esquemática del caparazón de cangrejo.



**Fuente:** (Bochi, 2022)

El **tiempo de vida** de los cangrejos empieza desde el momento que se aparean cuando la hembra termina de mudar de caparazón, en esta etapa el cangrejo tiende a tener el caparazón blando, por lo que resulta muy complicado determinar la esperanza de vida de un cangrejo ya que esto depende de la especie, pero el promedio de vida es de 3 a 12 años, según (Gutiérrez y González, 2016).

De acuerdo a la **descripción de la especie** en estudio, los machos presentan un abdomen angosto en forma de "T" de forma invertida, de color rojo y pecho amarillo, en cambio las hembras su abdomen es ancho y su caparazón es redondeado color púrpura con manchas amarillas, respiran a través de branquias, tienen antenas y su

caparazón es duro y calcificado; gracias a sus pinzas pueden manipular sus alimentos y protegerse de otros depredadores, para alimentarse utilizan sus potentes tenazas para coger y triturar presas; se alimentan de algas, hongos, peces pequeños, moluscos, erizos y restos de animales muertos; se encuentran en playas debajo de las piedras, areno-rocosas, enterrados aproximadamente hasta 15 cm de profundidad. El cabello se puede encontrar en el costado del vientre, en el costado del pie periodontal y en la mandíbula inferior. Puede medir hasta 11 centímetros de ancho en la cabeza y el pecho (Álvarez et al., 2014).

**Figura 2:** *Especie de cangrejo.*



**Fuente:** *(Sociedad nacional de pesquería, 2020)*

Según Martínez et al., (2016), la caza y minería del cangrejo produce una gran cantidad de subproductos o sus elementos, alrededor del 70% no se aprovechan, el resto de estos cangrejos no se valoran debido a la gran población de esta especie, son fáciles de capturar. Estos componentes o fragmentos del exoesqueleto de caparazón de cangrejo son una fuente valiosa de explotación y un nuevo recurso natural potencial que se puede gestionar de manera industrial y rentable y que contribuirá a la conservación ambiental consciente.

**Figura 3:** *Caparazón del cangrejo.*



**Fuente:** (Vargas, 2017)

En el estudio de (Rotllant, 2020) menciona que los cangrejos dependen del agua para poder reproducirse, sin importar su hábitat, algunos migran muchos kilómetros; atraen a sus parejas mediante señales odoríferas (feromonas), visuales y sonoras (sonidos de baja frecuencia); para aparearse, generalmente se colocan de frente juntando los vientres. La incubación depende de la especie, la temperatura del agua y su nivel de contaminación donde son incubados estos embriones (huevos); una vez se ha completado este proceso, se produce la eclosión de cada uno de ellos.

El Carbonato de Calcio es un mineral que está presente en la naturaleza, minerales y rocas, pero también en parte de distintos organismos vivos como por ejemplo en la cáscara de los huevos, las conchas de los moluscos y en los exoesqueletos. Su fórmula química es  $\text{CaCO}_3$ , El carbonato de calcio añadido como suplemento a cualquier alimento enriquece nuestra dieta en calcio algo en general positivo, pero en cantidades moderadas, (Bochi, 2022).

Asimismo, el óxido de calcio trata de carbonato de calcio, que, al ser quemado a elevadas temperaturas, que están entre 900 y 1000 °C, en un horno se



descompone en anhídrido carbónico y Óxido de calcio (CaO), conforme a la siguiente reacción química:  $\text{CaCO}_3$  (sólido) + Calor  $\rightarrow$  CaO (sólido) +  $\text{CO}_2$  (gas), según (Bochi, 2022).

Referente a la **variable dependiente** tenemos al **ladrillo artesanal**:

Según su estudio, Pacori, et al. (2022) indican que el ladrillo es un elemento estructural muy importante en la construcción y estos pueden ser fabricados de cemento, arcilla, mezcla de cal y sílice, se va formando a través del prensado, moldeado y compactación; si estos elementos pueden ser confeccionados de manera artesanal, se fabrican sin ningún control de calidad ni conocimiento de la norma, por lo que puede tener variación en su peso y medida.

La Norma Técnica Peruana E-070 (2019), nombra al ladrillo como un elemento que en su elaboración utiliza arcilla, sílice-cal como materia prima; de forma hueca, tubular o sólidas, estas se fabrican aplicando prensado, moldeado para luego ser cocidas a altas temperaturas.

Según Nieto (2019) la tipología de estas unidades se realiza basándose netamente en su área, en la proporcionalidad de la superficie de la cara de asiento y en las características de sus huecos. En Perú como en todo el mundo existen una infinidad de ladrillos de arcilla, esto se debe a la variedad de materia prima utilizada y los diferentes procesos de su elaboración. Son elementos ya sea tubulares, perforados o sólidos que su elaboración puede ser de manera artesanal o industrial y por su color que puede ser rojizo o amarillento se debe a la arcilla que se emplea. Esta tipología no tiene nada que ver ni con la materia prima con la que se confeccionan ni con su tamaño, puede haber varios tipos de ladrillos o bloques y estos pueden ser: **Unidades Sólidas o Macizas** que según (Seminario, 2013) son aquellas que no tienen perforaciones o huecos, llamados también alvéolos, que van de forma perpendicular a la superficie del asiento del ladrillo, y esta área que cubren no debe ser más del 25% del total del volumen del ladrillo. Sin embargo, se

puede utilizar hasta con 33% de vacío, pero su comportamiento es muy frágil, estos elementos se utilizan para muros portantes.

**Figura 4:** Ladrillo sólido



**Fuente:** (Arkiplus, 2022)

Las **unidades huecas** son los que presentan perforaciones, pero el porcentaje debe ser por debajo del 75% del volumen total del ladrillo. En esta categoría están los ladrillos conocidos como King Kong que son empleados en albañilería armada, también están los bloques de concreto vibrado.

**Figura 5:** Ladrillo o bloque de concreto.



**Fuente:** Tomado de (Construproductos, 2022)

Las **Unidades Tubulares o Pandereta**, tienen alvéolos o perforaciones de formas paralelas a la base del ladrillo, en estos se clasifican los ladrillos pandereta que son usadas mayormente en muros de tabiquería.

**Figura 6:** Ladrillo pandereta



**Fuente:** Ferretería Vero

Para Barranzuela (2014) las arcillas que se emplean como **materia prima** para la fabricación de estos elementos estructurales, se clasifican en: calcáreas que contienen alrededor del 15% de carbonato de calcio, que en el producto final reflejaba el color amarillento y en la materia prima no calcáreas prepondera el silicato de alúmina, un 5% de óxido de hierro, que este le da el color rojizo al producto final.

Este proceso de **fabricación** puede ser muy variado como fabricaciones artesanales, industriales que en el fondo son muy distintas en forma, dimensiones y resistencia, según (Martínez y Cote, 2014).

**Figura 7:** Fabricación del ladrillo artesanal



**Fuente:** Adjuntado por los autores.

**La extracción** del material en las canteras se hace mediante herramientas de mano como picotas, palanas y carretillas (proceso artesanal), o en otro caso usando palas mecánicas o maquinaria (proceso industrial). Luego este material acarreado se tamiza en grandes zarandajas o mallas de material de fierro para eliminar piedras y otros componentes extraños para no perjudicar la elaboración de estos ladrillos, según (Barranzuela, 2014).

**El mezclado** se realiza la acción de revolver, incorporando agua a la arcilla, dejando remojar alrededor de un día como en el adobe, mezclando con palas, picos y en ocasiones utilizando los pies hasta homogeneizar la mezcla, este proceso se hace de manera artesanal; de otro modo se hace empleando maquinaria para hacer la dosificación al peso correcto (Barranzuela, 2014).

**Figura 8:** La arcilla



**Fuente:** Tomado por los autores.

El **moldeado** se genera amasando y la mezcla se vierte en moldes hechos de madera o de metal aplicando presión para lograr una compactación homogénea; de manera industrial esta masa plástica pasa por una boquilla con molde del ladrillo en forma de sección transversal para dar paso al producto terminado, (Ministerio Del Ambiente, 2021).

El **secado** es un proceso que se realiza colocando los ladrillos sobre una superficie plana y acondicionada especialmente para que no puedan tener deformaciones en su secado que se hace a la intemperie, (Ministerio Del Ambiente, 2021).

El **quemado** o cocción se hace apilando ladrillos de manera vertical en hornos hechos del mismo material, usando leña o carbón de piedra en la parte de la base; logrando quemar de manera uniforme, en este proceso se pueden alcanzar temperaturas que oscilan desde los 800 C° a 1300 C°, durante ocho o diez días aproximadamente, (Ministerio Del Ambiente, 2021).

**Figura 9:** Horno para el quemado del ladrillo artesanal



**Fuente:** Recopilado de Cortés et al., (2013).

Las **propiedades de la arcilla**, según el estudio de (Suquilanda, 2019) son las siguientes:

- **Plasticidad:** Esta es una de las principales propiedades, ya que solo es necesario añadir una determinada cantidad de agua para conseguir la forma deseada.
- **Refractariedad:** Estas soportan los incrementos de temperatura, por ello se dice que todas las arcillas poseen esa propiedad.

- Porosidad: No se recomienda cocer las mamposterías a bajas temperaturas ya que tienen un mayor porcentaje de absorción y por tanto serán más porosas.
- Contracción: Hay dos tipos de contracción debido a la evaporación de la humedad de la masa o pasta. La contracción por aire ocurre cuando la unidad está configurada pero no colocada en el horno. Retracción por fuego que se produce a lo largo del proceso de cocción o cocción.

La **Clasificación de los ladrillos de arcilla** será según las dimensiones estipuladas en la (Norma E.070 albañilería, 2020):

- Tipo corriente: 24x14x6 cm. (3 Kg.)
- Tipo King Kong: 24x14x10 cm. (5 a 6 Kg.)
- Tipo pastelero: 20x20x2.5 cm.
- Tipo pandereta: 24x12x10 cm. (2.5 a 3 Kg.)
- Tipo hueco: Se emplea en la construcción de losas aligeradas.
- Tipo IKARO: 24x11.5x9.5 cm. (3 Kg.)

La (Norma E.070 albañilería, 2020) clasificación estructuralmente al ladrillo de la siguiente manera:

**Tipo I.** Se dice que cuando la resistencia y durabilidad de un ladrillo es muy baja, es el primer tipo de ladrillo. Se pueden usar para mampostería donde las condiciones no tienen que ser particularmente duras.

**Tipo II.** Decimos que un ladrillo es de segunda categoría si tiene poca resistencia y durabilidad. Se pueden utilizar para mampostería en condiciones moderadas.

**Tipo III.** Si un ladrillo tiene resistencia y durabilidad medias, decimos que es un tercer tipo de ladrillo. A menudo están disponibles para mampostería.

**Tipo IV.** Decimos que un ladrillo es de tipo cuatro, cuando tienen una duración y resistencia elevada. Estos pueden ser usados en construcciones de albañilería en condiciones rigurosas.

**Tipo V.** Decimos que un ladrillo es de tipo cinco, cuando tiene una durabilidad y resistencia muy elevada. Estos pueden usarse en construcciones de albañilería en condiciones elevadamente rigurosas.

Para la **Incidencia de las propiedades mecánicas del ladrillo** Según (Suquilanda, 2019) los ladrillos deben comportarse integralmente, es decir, ante la presencia de cargas externas, porque deben actuar como una unidad, tienen independientemente las siguientes propiedades mecánicas de resistencia de pared. La resistencia a la compresión de cada elemento en sí mismo es su principal propiedad y determina en última instancia la resistencia a la compresión ( $f_m$ ) del muro de mampostería. En general, los valores altos de resistencia a la compresión indican buena calidad para todos los propósitos de construcción y exhibición. Por otro lado, los valores bajos son pruebas unitarias que darán como resultado una mampostería menos duradera y menos duradera.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y Diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

La investigación de tipo aplicada nos permite definir como, la investigación que ayuda a solucionar el problema de manera inmediata. Además, la información obtenida se puede aplicar de diversas maneras para así poder solucionar directa y de una manera rápida los problemas que los afecta, (Escudero & Cortez, 2017).

En ese sentido la investigación de nuestro proyecto es aplicada, porque aplicamos conocimientos previos o establecidos para analizar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado en la ciudad de Huamachuco, de forma porcentual (3%, 5% y 7%), teniendo en cuenta los antecedentes realizados en otras investigaciones.

De acuerdo a la investigación de Gallardo, (2017) los enfoques cuantitativos, tienen una muestra probabilística en especial en el diseño de estudios de investigación, donde el objetivo es generalizar los resultados, nos permite medir las variables y así poder expresar los resultados de la medición en valores numéricos.

Nuestro trabajo es cuantitativo porque la variable es medible, el ladrillo con adición de polvo de caparazón de cangrejo reciclado en porcentajes 3%, 5% y 7% son sometidos a ensayos en laboratorio (absorción, alabeo, variación dimensional y resistencia a la compresión) donde se obtienen datos numéricos.

Según (Esteban, 2018) la investigación explicativa busca el porqué de los hechos mediante relaciones causa – efecto, teniendo un enfoque más complejo, profundo y riguroso para verificar las hipótesis.

Para nuestro trabajo utilizaremos el nivel de investigación explicativo porque buscaremos explicar cómo influye la adición del polvo de caparazón de cangrejo



reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado mediante el uso de diferentes instrumentos, el buscar explicar o comprender los fenómenos de estudio, en ese sentido se analizará al ladrillo mediante ensayos en laboratorio con fines de mejorar sus propiedades añadiendo el polvo de caparazón de cangrejo reciclado.

### **Diseño de la investigación**

Se conoce como diseño experimental a la investigación que constata la hipótesis con la utilización deliberada de las variables por el investigador, este estudio determinará las relaciones de causa efecto de una anomalía social o física, (Borja, 2014).

En la investigación experimental, el investigador tiene la libertad de manejar una o más variables de estudio, para ver cómo se comportan, si disminuyen o aumentan dichas variables, de tal forma que al hacer algún cambio en una variable y observar qué efecto produce en la otra; se manipula de manera rigurosa con el fin de describir por qué motivo se origina un acontecimiento o situación, (Hernández , 2014).

En efecto, esta clase de diseño es experimental por que se manipulará la variable independiente (polvo de caparazón de cangrejo reciclado) sobre la variable dependiente que son las características físico mecánicas de ladrillo artesanal de arcilla quemado, y comprobar sus impactos y propiedades a través de pruebas que señala la NTP.

## **3.2. Variables y operacionalización**

### **Variables**

Representado por cualquier componente como un ser humano, institución u objeto, a la cual se puede maniobrar, modificar sus características, asimismo conseguir medir sus distintos factores que se origina en la investigación, es decir son juicios que dan forma a nuestra hipótesis en estudio, (Hernández , 2014).

## **Variable Independiente**

Según (Hernández, R; Mendoza, C, 2018), esta clase variable no necesita otras variables para existir, es decir se investiga su capacidad de incidir e influir, además de lograr afectar a la otra variable. Se considera como un fenómeno para estudiar, además se identifica como un antecedente o causa.

**V.I:** Polvo de caparazón de cangrejo reciclado.

**Dimensiones:** Se describen los diversos comportamientos posibles de una variable e indica que una dimensión viene a ser la subvariable que resulta de la descomposición del análisis de manera particular, todo esto se hace para que la variable pueda ser manejable y lograr una gran medida de los objetivos fijados para ello, (Baena, 2017).

- Dosificación del polvo de caparazón de cangrejo reciclado.

**Indicadores:** son considerados como los medios con los cuales se realizan las operaciones de las variables. Las cuales estaban constituidas por dimensiones menores y se componían de elementos acorde a la realidad. Es decir, son unidades de medición, que permiten dar solución a nuestra problemática (Baena, 2017).

- 3%, 5% y 7%.

## **Variable dependiente**

Son las variables que dependen de la otra variable, se encuentran condicionadas para su investigación. Es decir, mi variable dependiente quedará perjudicada al ejecutar algún tipo de alteración o modificación a mi variable independiente, (Hernández, R; Mendoza, C, 2018).

**V.D:** Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado.

## **Dimensión**

- Propiedades físicas (absorción, alabeo, variación dimensional) del ladrillo artesanal de arcilla quemado al aplicar polvo de caparazón de cangrejo reciclado.
- Propiedades mecánicas (resistencia a la compresión) del ladrillo artesanal de arcilla quemado al aplicar polvo de caparazón de cangrejo reciclado.

**Indicadores:** para nuestro trabajo desarrollaremos los siguientes indicadores:

- En absorción tenemos: Peso seco, peso saturado.
- En alabeo tenemos: Concavidad, convexidad.
- En variación dimensional tenemos: Medidas, uniformidad, irregularidad.
- En la resistencia a la compresión tenemos: Ensayo de resistencia a la compresión  $f'c=kg/cm^2$ .

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población:**

Según (Arias, 2021) Afirma que "la población se conforma por un total de componentes que constituyen el ámbito de estudio".

La población de nuestro proyecto de investigación está conformada por todas las unidades del ladrillo artesanal de arcilla con dimensiones de 23.5 cm x 13.5 cm x 9 cm, elaborados según la norma técnica E. 070 de la ciudad de Huamachuco, 2022.

#### **Muestra:**

Considerada como un subconjunto o parte de la población en donde se llevará a cabo la investigación. Se debe indicar que la muestra viene a ser una parte representativa de la población, (Hernández, R; Mendoza, C, 2018).

La muestra de investigación está conformada por 80 unidades de ladrillos artesanales de arcilla con adición de polvo de caparazón de cangrejo reciclado (PCCR) al 0%, 3%, 5% y 7%, para así realizar los ensayos en laboratorio y

determinar las características físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales de arcilla quemado de la ciudad de Huamachuco.

Se realizará los siguientes ensayos:

#### **Ensayo de absorción:**

**Tabla 1:** Muestra de ensayo de absorción.

<b>Muestra</b>	<b>Ladrillo artesanal de arcilla quemado</b>
5	Unidad de ladrillo al 0% PCCR
5	Unidad de ladrillo al 3% PCCR
5	Unidad de ladrillo al 5% PCCR
5	Unidad de ladrillo al 7% PCCR

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **Ensayo de alabeo:**

**Tabla 2:** Muestras para ensayo de alabeo.

<b>Muestra</b>	<b>Ladrillo artesanal de arcilla quemado</b>
5	Unidad de ladrillo al 0% PCCR
5	Unidad de ladrillo al 3% PCCR
5	Unidad de ladrillo al 5% PCCR
5	Unidad de ladrillo al 7% PCCR

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **Ensayo de Variación Dimensional**

**Tabla 3:** Muestras para ensayo de Variación Dimensional.

<b>Muestra</b>	<b>Ladrillo artesanal de arcilla quemado</b>
5	Unidad de ladrillo al 0% PCCR
5	Unidad de ladrillo al 3% PCCR
5	Unidad de ladrillo al 5% PCCR
5	Unidad de ladrillo al 7% PCCR

**Fuente:** Elaboración propia.

## Ensayo de resistencia a la compresión:

**Tabla 4:** Muestras para ensayo de resistencia a la compresión.

Muestra	Ladrillo artesanal de arcilla quemado
5	Unidad de ladrillo al 0% PCCR
5	Unidad de ladrillo al 3% PCCR
5	Unidad de ladrillo al 5% PCCR
5	Unidad de ladrillo al 7% PCCR

**Fuente:** Elaboración propia.

**Muestreo:** Es el procedimiento en el cual algunos miembros específicos de una población, personas o cosas, son seleccionados como miembros representativos de la población total, (Baena, 2017).

En nuestra investigación el muestreo fue **no probabilístico**, entendiéndose que es una elección por conveniencia y decisión propia de los investigadores, tratando de dar una estimación apropiada.

**Unidad de estudio,** han sido las unidades de ladrillo artesanal de arcilla de una ladrillera de la ciudad de Huamachuco denominada Rancho Alegre.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El estudio de Hernández y Mendoza (2018) nos dice que “la observación” es algo esencial en la vida y un acto mental bastante complejo que implica mirar de manera muy atenta a un objeto cosa, un fenómeno o una actividad, para luego poder identificar sus formas y cualidades a través de algún instrumento (p. 61). La observación, será la técnica que vamos a aplicar en el proyecto de investigación, ya que para abordar la verdad es un tanto más confiable; de esta manera tomaremos los formatos que se usará en el laboratorio para ver los datos con respecto a la granulometría de la arcilla, molienda del caparazón de cangrejo, ensayos de compresión del ladrillo, absorción, como la variación dimensional y alabeo, llegando a procesar los datos en el Excel.

## **Técnicas de recolección de datos**

Una investigación es validada científicamente al estar sustentada por una información que se puede verificar, que pueda responder a lo que se intenta demostrar con la hipótesis formulada. Para ello es necesario realizar un cuidadoso proceso de recolección de datos teniendo en cuenta claros los objetivos sobre la información que se desea recolectar, (Torres et al., 2019).

La observación experimental es la técnica que vamos a utilizar en este proyecto de investigación, ya que la observación es el procedimiento de vital importancia para recolectar información de manera visual, a través de la selección para de esta forma llegar a tener los datos requeridos para esta investigación.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Según Duana y Hernández (2020) nos dicen que un instrumento para la recolección de datos es cualquier recurso del cual el investigador puede valerse para poder acercarse a diferentes fenómenos y poder extraer información.

- **Guía de observación:** Es un documento por el cual se puede tener el acto de observar acciones y ver las reacciones de los elementos que se están estudiando, estructurada mediante columnas y filas que nos ayudarán a llevar un control ordenado y una mejor organización de los datos, (Arias, 2021).
  - ✓ **Guía de observación 01:** Nos permitirá ver el proceso de la molienda del caparazón de cangrejo.
  - ✓ **Guía de observación 02:** Nos permitirá ver el proceso de la elaboración de los ladrillos de arcilla.
- **Ficha técnica:** Es un documento que se usa para registrar todos los datos donde se va a realizar la recolección de datos mediante los ensayos, mayormente esta ficha está elaborada por cuadros donde irá la fecha, el nombre del ensayo que se realizará, y se asignará un código para poder

identificarlos y separarlos y tomar medidas de acuerdo a la norma técnica peruana, (Arias, 2021).

- ✓ **Ficha de recolección de datos 01:** Nos permitirá poder calcular la resistencia a la compresión del ladrillo.
- ✓ **Ficha de recolección de datos 02:** Nos permitirá conocer la variación dimensional de los ladrillos de arcilla.
- ✓ **Ficha de recolección de datos 03:** permitirá conocer el alabeo de los ladrillos que se van a fabricar.
- ✓ **Ficha de recolección de datos 04:** Nos permitirá conocer el porcentaje de la absorción del agua en el ladrillo fabricado.

**Tabla 5:** *Etapas de investigación.*

<b>Etapas de la Investigación (Dimensiones)</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Validación</b>
<b>Proceso de la molienda del caparazón del cangrejo reciclado.</b>	Guía de observación 01	Juicio de expertos
<b>Elaboración de los ladrillos de arcilla</b>	Guía de observación 02	Juicio de expertos
<b>Resistencia a la compresión</b>	Ficha de recolección de datos 01	Juicio de expertos especialistas en el tema de investigación NTP E.070
<b>Variación dimensional</b>	Ficha de recolección de datos 02	Juicio de expertos NTP E.070
<b>Alabeo</b>	Ficha de recolección de datos 03	Juicio de expertos NTP E.070

---

<b>Absorción de agua</b>	Ficha de recolección de datos 04	Juicio de expertos NTP E.070
--------------------------	----------------------------------	------------------------------

---

***Fuente:*** *Elaboración propia*

**Validación:** La validación se realizará con el aporte de un profesional quien brindará su aporte y opinión acerca de la observación y ficha técnica.

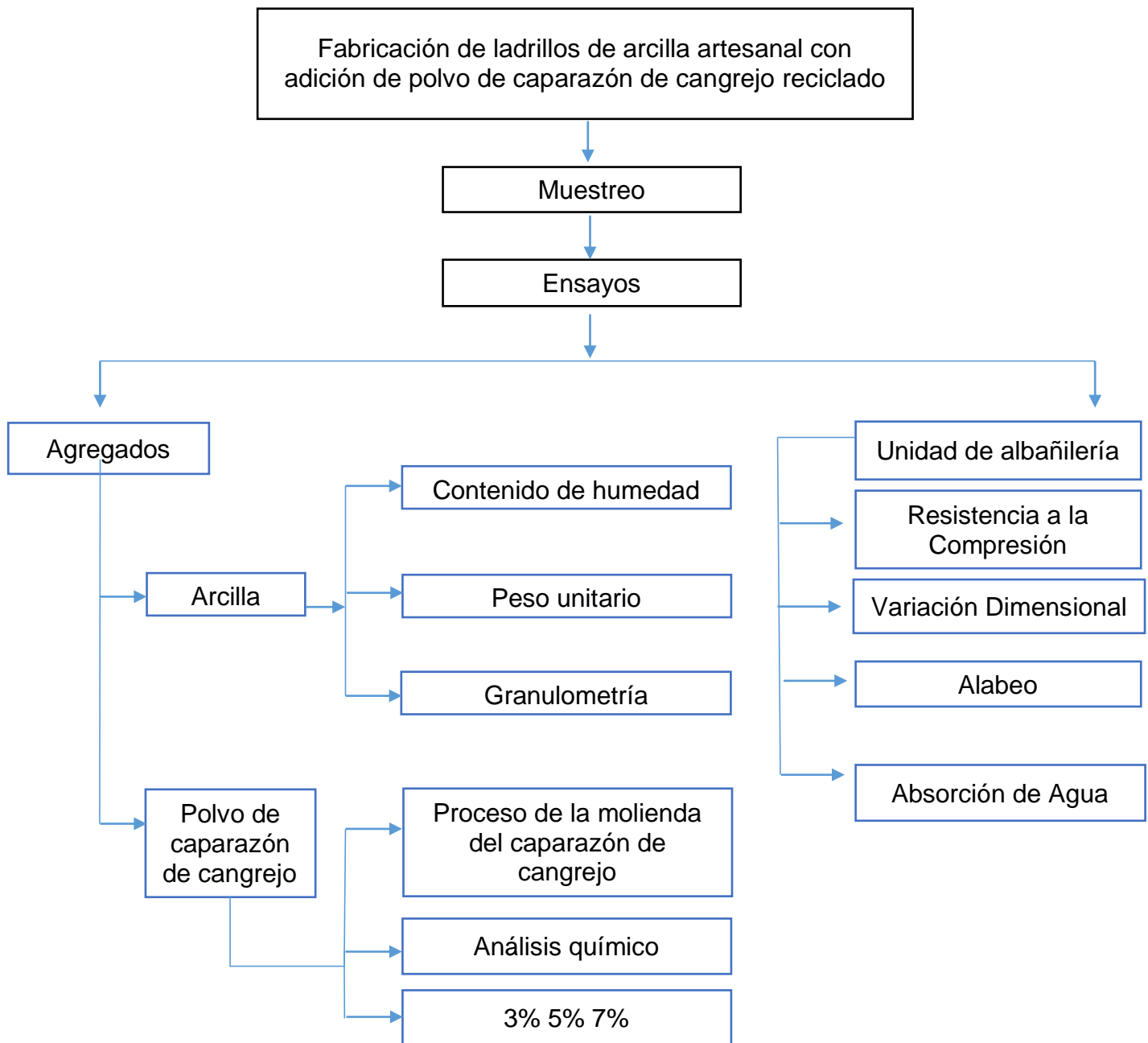
**Confiabilidad:** Los ensayos que se hagan en el laboratorio de todas las pruebas como: resistencia a la compresión, alabeo, absorción de agua y variación dimensional deberán ser garantizados por el jefe de laboratorio.

### **3.5. Procedimientos**

Para la elaboración de nuestra investigación, se deberán cumplir las siguientes fases para llegar a obtener los mejores resultados de manera confiable, el estudio se efectuó dentro de un laboratorio acreditado, por lo que se deberá tener en cuenta lo siguiente:



**Gráfico 1:** Procedimiento para la obtención de los resultados.



**Fuente:** Realizado por los autores.

### Extracción de la arcilla de cantera

La cantera que nos proporcionó la arcilla se ubica en la ciudad de Huamachuco, se obtuvo de forma manual, con la ayuda de pico y palana, seguido se tritura o muele la

arcilla con mazos, picos o picotas, para luego realizar los ladrillos y las pruebas correspondientes. Asimismo, se hace mención que para la elaboración de los ladrillos en dicha ladrillera no se adiciona ningún tipo de agregados y el agua se adquirió de la misma ciudad de Huamachuco.

### **Recolección del caparazón de cangrejo**

El proceso consistió en recolectar a través de recipientes o bidones de plástico ubicados en el área de cocina de las cevicherías que más cantidad de desechos votan diariamente de la ciudad de Huamachuco, para luego proceder a lavarlos con agua y ponerlos a secar.

### **Molienda del caparazón de cangrejo reciclado**

Este proceso de la molienda del caparazón reciclado se hizo con un molino manual y se trituró hasta convertirlo en polvo para luego adicionarlo a la arcilla en los porcentajes ya mencionados.

***Figura 10: Proceso de molienda.***



***Fuente: Realizado por los autores.***

**Gráfico 2:** *Recolección y proceso de polvo del caparazón de cangrejo.*

<b>PROCESO DEL CAPARAZÓN DEL CANGREJO</b>	-Recolección del caparazón de cangrejo.
	-Extracción del caparazón de cangrejo.
	-Lavado del caparazón de cangrejo.
	-Secado del caparazón de cangrejo.
	-Molido del caparazón del cangrejo

**Fuente:** *Elaborado por los autores.*

### **Elaboración de los ladrillos, con adición de polvo de caparazón de cangrejo reciclado.**

Los ladrillos de arcilla fueron elaborados en la ladrillera que tiene por nombre Rancho Alegre, en donde se obtuvo una mezcla homogénea, con diferente aplicación porcentual de polvo de caparazón de cangrejo reciclado, en porcentajes al 0%, 3%, 5% y 7%. Después de unos días de reposo y con el apoyo de una carretilla se trasladó la arcilla preparada a un espacio diferente para luego ser fabricados los ladrillos sobre un molde de madera o de metal. Luego se dejó a la intemperie, en superficie plana, para ser secadas a ambiente natural durante aproximadamente tres días. Luego se procedió a colocarlos al horno a una temperatura constante, para que los ladrillos tengan una cocción uniforme, se ubican en la parte central del horno. El tiempo de cocción es de 8 días aproximadamente, luego de enfriar se descargan del horno con sumo cuidado y por último estos ladrillos fueron trasladados a un laboratorio para los respectivos ensayos

### **Ensayos en laboratorio de los ladrillos de arcilla artesanal quemado con adición de polvo de caparazón de cangrejo reciclado**

#### **a) Absorción**

El ensayo por absorción nos permite determinar si el ladrillo cocido se encuentra en óptimas condiciones para ser utilizados en la construcción. Con este ensayo se

evaluará cantidad de agua que absorbe las unidades de ladrillos, indicándonos la diferencia entre el peso de la unidad mojada y la unidad seca en comparación de la unidad seca, se utilizaron 5 unidades de ladrillos a los que se le adicionó un porcentaje de polvo de caparazón de cangrejo de (0%, 3%, 5% y 7%) secados a temperatura ambiente, en donde las muestras entraron a un horno durante 24 horas a temperaturas de 110 °C - 115 °C para su secado. Cumplidas las 24 horas se retiraron las muestras para su enfriamiento al aire libre por un tiempo mínimo de 4 horas. A continuación, se procedió a pesar las muestras con una aproximación estimada de 1gr. Como siguiente paso se sumergió las muestras en un recipiente con agua limpia por un tiempo de 24 horas, tomando lecturas entre 15 °C y 30 °C. Una vez pasado el tiempo se retiró del recipiente absorbiendo con un paño el agua del ladrillo superficial, seguido se realizó el peso de la unidad del ladrillo, en un lapso de tiempo de 5 minutos, desde su extracción de las muestras del recipiente.

$$A = \frac{(Wd - Ws)}{Ws} \times 100$$

Donde:

A : Absorción (%)

Ws : Peso del ladrillo seco en gramos (gr)

Wd : Peso del ladrillo saturado en gramos (gr)

### **b) Alabeo**

Es la propiedad que permite determinar la deformación que presentan las unidades de ladrillos en su superficie plana, siendo estas cóncavo o convexo. Para el ensayo se consideraron 5 unidades de ladrillos cada uno con un porcentaje de polvo de caparazón de cangrejo de (0%, 3%, 5% y 7%). Para continuar con el procedimiento, las muestras de ladrillo son limpiadas con una escobilla y luego son colocas en una superficie plana; con la ayuda de una regla de metal colocada sobre el ladrillo de forma longitudinal o diagonal, se introduce una cuña de 60 mm de longitud, 12.5 mm de

ancho y un espesor de 12.5 mm y luego se procede a efectuar la lectura en milímetros. Dicho procedimiento se debe realizar en ambas caras del ladrillo y no se permite que sobrepase los valores permitidos.

### **c) Variación dimensional**

Se emplearán las mismas proporciones que para las pruebas anteriores, en donde para seguir con el procedimiento se deberá colocar las unidades de ladrillos previamente secados y completos en un lugar adecuado, que sea limpia y estable. Se procede a medir con una regla metálica el largo, ancho y alto del ladrillo.

Las dimensiones se registran en cm, con aproximación al 1mm, el promedio de cada dimensión con un aproximado al 0.5mm.

Se determina las dimensiones especificadas por el fabricante del ladrillo, al cual se le conoce como medida real del ladrillo.

$$V = \frac{ME - MP}{ME} \times 100$$

Donde:

V : Variación dimensional (%)

ME : Medida específica por el fabricante en milímetros (mm)

MP : Medida promedio en milímetros (mm)

### **d) Resistencia a la compresión**

Este ensayo nos permite conocer el esfuerzo máximo que podrá resistir las unidades de ladrillos antes de la falla, en ese sentido nos ayuda a verificar la calidad de los materiales empleados. Para este ensayo se usaron la misma cantidad de ladrillos con las mismas proporciones, para realizar el procedimiento de la siguiente manera:

Se determinaron los promedios de las dimensiones de los ladrillos, en donde se hizo el registro de la lectura de los tres valores. Con los resultados de las tres dimensiones

se obtuvo el valor más probable del área resistente como también las dimensiones que se deforman.

Las muestras fueron llevadas y colocadas lo más al centro posible del equipo para proceder con el ensayo.

$$F'b = \frac{P}{A}$$

En donde:

F'b: Resistencia a la compresión del ladrillo Kg/cm<sup>2</sup>.

P: Carga de rotura en Kg.

A: Promedio de áreas en cm<sup>2</sup>.

### **3.6. Método de análisis de datos**

“Según (Arias, 2021) menciona que los estudios necesitan procesamientos de información comprensibles, claras y efectivas con la finalidad de poder interpretar la realidad que se está estudiando y obtener resultados confiables.

Los datos que se obtendrán por los ensayos se procesarán teniendo en consideración la normativa técnica peruana (NTP), además de hojas de cálculo sugeridas por el manual de ensayo de materiales y el software Excel.

### **3.7. Aspectos éticos**

El proyecto se llevará a cabo con una responsabilidad, compromiso, transparencia y especialmente respeto por la fundación y cita adecuadamente por que han sido la primordial fuente de información. También, seremos responsables con la protección de las identidades de las personas que serán parte de la ejecución de nuestro proyecto.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Ubicación

Esta investigación se llevó a cabo en la ciudad de Huamachuco, desarrollada en climas templado propio de la zona, moderadamente se presentaron climas lluviosos y con amplitud térmica moderada, su temperatura varía desde los 17.3 °C y 6.2 °C de acuerdo al clima del día. La ciudad de Huamachuco se localiza en la sierra Norte del Perú de los cuales resalta los cerros Sazón, Cacañan, Santa Bárbara y Huaylillas, se encuentra 184 km de Trujillo y 52 km de Cajabamba (Cajamarca) el idioma predominante el Castellano – Culle, su precipitación anual de 905.5 mm. con una altitud de 3 169 m.s.n.m., su extensión es de 2 486.036 km<sup>2</sup>, cuenta con una población de 66,902 hab. de los cuales el 65.9% es de la zona urbana y el 34.1% de la zona rural, las actividades que más destacan son la producción de papa, trigo, cebada y maíz, así como también la pesca, crianza de ganado vacuno y ovino, Centro Nacional de Estimación, prevención y reducción de riesgos de desastres (CENEPRED) (2017).

#### 4.1.1. Coordenadas geográficas

---

<b>Latitud:</b>	-7.81583
<b>Longitud:</b>	-78.0489
<b>Latitud:</b>	7° 48' 57" Sur
<b>Longitud:</b>	78° 2' 56" Oeste

---

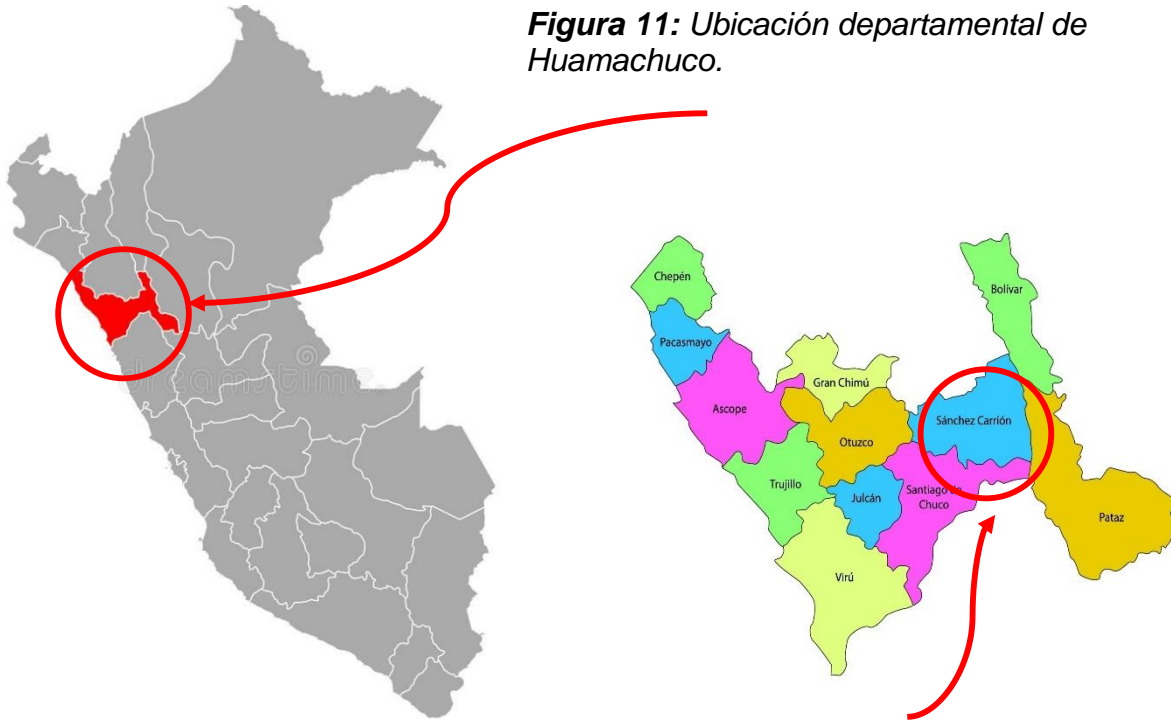
#### 4.1.2. Ubicación geográfica

---

<b>Distrito:</b>	Huamachuco
<b>Provincia:</b>	Sánchez Carrión
<b>Departamento:</b>	La Libertad
<b>Ubicación:</b>	Ladrillera

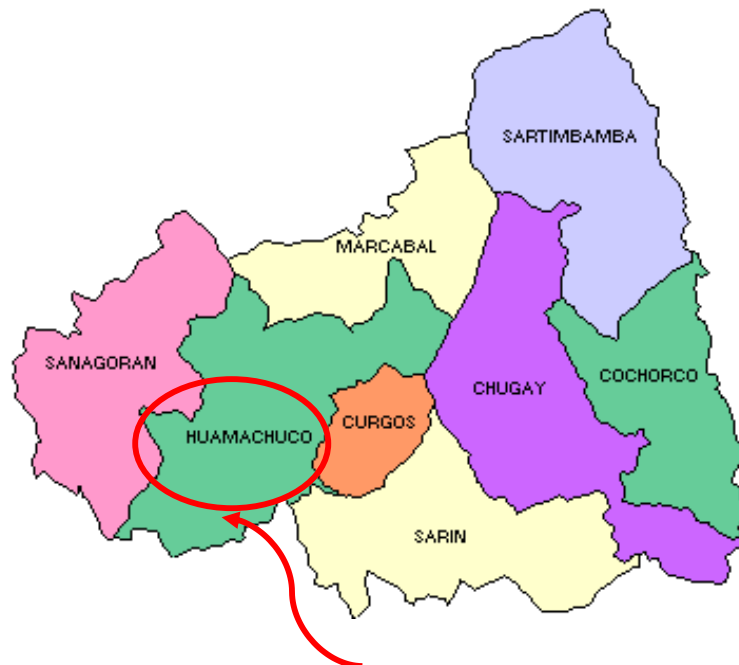
---

**Figura 11:** Ubicación departamental de Huamachuco.



**Figura 12:** Ubicación provincial de Sánchez Carrión.

**Fuente:** Recopilado de la (Municipalidad Provincial Sánchez Carrión, 2021)



**Figura 13:** Ubicación distrital de Huamachuco.

**Fuente:** Recopilado de la (Municipalidad Provincial Sánchez Carrión, 2021)



## 4.2. Descripción del proyecto

En nuestro proyecto de investigación introducimos los marcos procedimentales que hemos estudiado para poder realizar los procedimientos de ensayo de forma adecuada, así como para obtener un buen cálculo de dosificación del polvo de caparazón de cangrejo reciclado y estudiar sus propiedades físicas y mecánicas que aportarán al ladrillo artesanal de arcilla quemado.

Primeramente, se tiene que recolectar la materia prima extraída de la cantera para llevar a la ladrillera donde se procesará de manera manual utilizando pico y pala para triturar, amasar la arcilla y mezclarla hasta obtener una mezcla homogénea, los ladrillos obtenidos de la mezcla, se llevará una muestra al laboratorio para que se y realicen las pruebas correspondientes, sin haberle adicionando ningún componente y al resto de la materia se le deberá adicionar las dosificaciones de cangrejo de acuerdo a lo indicado en la muestra.



**Figura 14:** *Recolección de la materia prima (arcilla).*



**Figura 15:** *Mezcla de la arcilla.*

**Fuente:** Elaborado por los autores de la investigación.

Seguidamente se procede a recolectar el caparazón de cangrejo, de acuerdo a nuestra muestra y diseño establecido en nuestra investigación. A la materia prima se le adicionó las dosificaciones de 3%, 5% y 7% de polvo de caparazón de cangrejo reciclado, la recolección fue mediante colectas realizadas en las cevicherías más grandes de Huamachuco, una vez obtenido para el secado fue expuesto a una temperatura ambiente, para luego molerlo en un molino manual hasta convertirlo en polvo.

Después de unos días de reposo y con el apoyo de una carretilla se trasladó la arcilla preparada a un espacio diferente para luego ser fabricados los ladrillos sobre un molde de madera. Luego se dejó a la intemperie, en superficie plana, para ser secadas a ambiente natural durante aproximadamente tres días. Seguidamente se trasladaron las unidades al horno para el trenzado o apilado con carbón de piedra para su calcinación por un periodo de 8 a 10 días; pasado este proceso, se necesitó alrededor de 3 a 5 días para su enfriamiento. Posteriormente se llevó los ladrillos al laboratorio para los respectivos ensayos.



**Figura 16:** Molde de madera para el ladrillo.



**Figura 17:** Secado del ladrillo a la intemperie.



**Figura 18:** Trenzado del ladrillo con carbón para el quemado.



**Figura 19:** Selección de los ladrillos para ensayo.

**Fuente:** Elaborado por los propios investigadores.

#### 4.3. Ensayos en laboratorio

##### 4.3.1. Diseño de mezclas

Para el diseño de la muestra de las unidades de ladrillo se procedió pesando la masa de arcilla húmeda, llegando tener un peso promedio de 4.810 kg por unidad de ladrillo, con dicha data se sacó los porcentajes para cada porcentaje propuesto.

**Tabla 6:** Diseño de mezclas

N°	Material	Und	Diseño de mezclas			
			0%	3%	5%	7%
1	Masa de arcilla	Kg	4.810	4.810	4.810	4.810
2	PCCR	Kg	0	0.144	0.241	0.337
3	Agua	Ml	Proporción	Proporción	Proporción	Proporción

**Fuente:** Elaborada por los autores.

**Análisis granulométrico.** Para analizar la granulometría, los materiales fueron sometidos a los tamices de acuerdo con las recomendaciones de la NTP 400.12 y MTC E204, de donde obtuvimos los siguientes resultados:



**Figura 20:** Recopilación del material de acuerdo al número de tamiz.

**Figura 21:** Proceso de tamizado del material.

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Tabla 7:** Análisis granulométrico

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.300	0.00	0.00	0.00	100.00
No4	4.750	7.70	0.77	0.77	99.23
No8	2.360	65.60	6.56	7.33	92.67
No10	2.000	5.00	0.50	7.83	92.17
No16	1.180	179.90	17.99	25.82	74.18
No20	0.850	102.80	10.28	36.10	63.90
No30	0.600	123.20	12.32	48.42	51.58
No40	0.425	103.50	10.35	58.77	41.23
No50	0.300	151.60	15.16	73.93	26.07
No60	0.250	87.40	8.74	82.67	17.33
No80	0.180	36.50	3.65	86.32	13.68
No100	0.150	17.20	1.72	88.04	11.96
No200	0.075	82.10	8.21	96.25	3.75
PLATO		37.50	3.75	100.00	0.00
Total		1000.00	100.00		

**Fuente:** Elaborado por los autores.

### Datos del ensayo

Peso de muestra seca: 1 000.00

Peso de muestra seca luego de lavado: 962.50

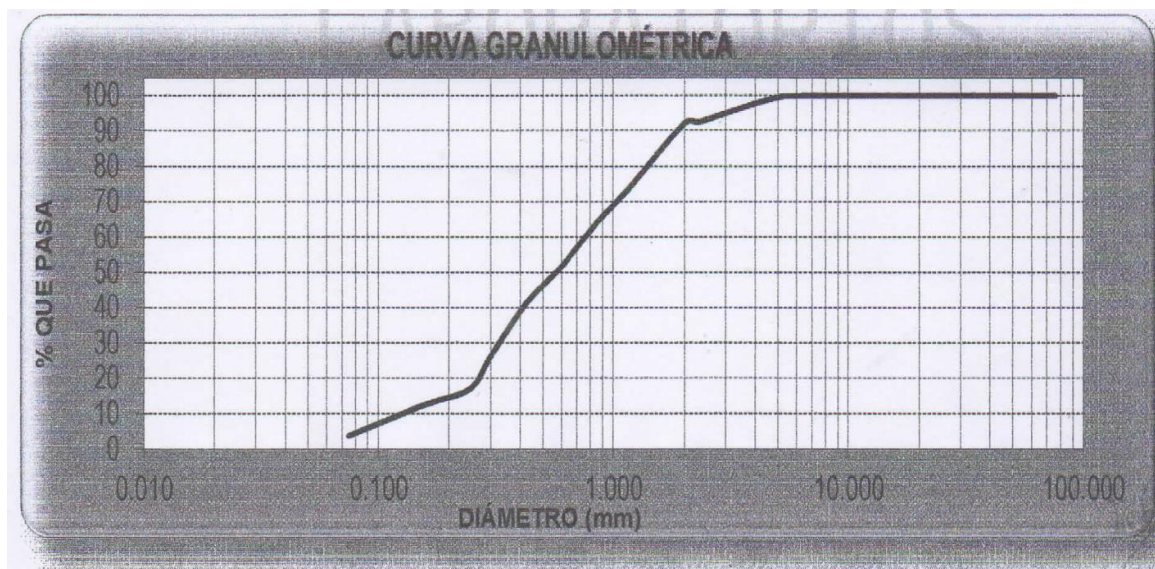
Peso perdido de lavado: 37.50

**Figura 22:** *Peso seco de la muestra.*



**Fuente:** *Elaborado por los autores.*

En el siguiente gráfico 3, se mostrará la curva granulométrica de la materia prima en estudio.



**Gráfico 3:** Resultado de la Curva granulométrica.

**Fuente.** Información entregada por el laboratorio (CRISAL), mediante la elaboración de los autores.

**Análisis Químico del cangrejo.** El análisis químico se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x, marca BRUKER, modelo S2-PICOFOX.

Se analizó 25 mg de la muestra de polvo de caparazón de cangrejo (PCCR), la cual fue tamizada previamente a la malla 200.

**Método:**

Basado en la norma : ASTM C25 y

Volumetría : USAQ-ME06,

**Tabla 8:** Resultados del análisis químico.

Parámetros	Unidades	Muestra
SiO <sub>2</sub>	%	14.88
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	3.23
FeO <sub>3</sub>	%	1.25
CaO	%	42.26
MgO	%	19.05
K <sub>2</sub> O	%	5.23
Na <sub>2</sub> O	%	3.25
TiO <sub>2</sub>	%	<0.01

**Fuente.** Información entregada por el laboratorio Físico Químico Ambiental Perú S.A.C, mediante la elaboración de los autores.

**Resultados.** - Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada de la tabla 8, con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontró principalmente óxido de Calcio (CaO) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; aluminio (Al), hierro (Fe), potasio (K) y sodio (Na).

**Objetivo general.** - Analizar de qué manera influye el polvo del caparazón de cangrejo en las propiedades físico mecánicas en el ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco - 2022.

Los ensayos se realizaron en el laboratorio concreto, suelos y asfalto (CRISAL) y para ello se realizó el ensayo de granulometría según NTP 339.128 para conocer su clasificación de las partes constituyentes del ejemplo mencionado. Por tal motivo se utilizaron los números de tamiz 10, 20, 40, 60, 100 y 200, con el fin de distribuir las partículas según tamaño y calcular el porcentaje de aletas que se dispersan a través del número de tamiz 200, lo que determinaría el porcentaje de las partículas y así determinar con pruebas si el material es limoso o arcilloso.



**Figura 23:** Granulometría de arcilla acorde al tamiz.



**Figura 24:** Horneado de cada muestra.

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**O.E 1.-** Determinar el diseño de mezcla y las propiedades físico mecánicas del ladrillo patrón artesanal de arcilla quemado, Huamachuco – 2022.

**Tabla 9:** Diseño de mezcla de la muestra patrón.

<b>Diseño de la Muestra Patrón</b>					
<b>N°</b>	<b>Material</b>	<b>Und</b>	<b>Por cada unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>total</b>
1	Arcilla	Kg	3.967 Kg	20	79.34 Kg
2	Agua	MI	0.843 MI	20	16.86 MI

**Fuente:** Elaborado por los autores.

En la tabla 9 se detalla que, por cada 3.967 kg de arcilla seca extraída de cantera, se requiere la cantidad 0.843 ml de agua por cada unidad del ladrillo patrón, en ese sentido para 20 unidades de ladrillos se requiere un total de 79.34 kg de arcilla y 16.86 ml de agua.



## Ensayo de absorción (Propiedades físicas)

**Tabla 10:** Ensayo de Absorción (Arcilla+0%PCCR)

MUESTRA (N°)	Wi (gr)	Wd (gr)	Ws (gr)	Absorción (%)
1	3650.00	3640.00	4150.00	14.0
2	3780.00	3760.00	4250.00	13.0
3	3570.00	3570.00	4090.00	14.6
4	3530.00	3520.00	4020.00	14.2
5	3480.00	3470.00	3960.00	14.1

**Fuente:** Resultados obtenidos a partir del ensayo de absorción (Laboratorio-Crisal)

En la tabla 10 se detalla el ensayo de absorción realizado a 5 ladrillos con la aplicación de 0% de PCCR, dentro este ensayo se ha logrado evaluar que el menor porcentaje se encuentra en la unidad de muestra N° 2, mientras que el mayor porcentaje se encuentra en la unidad de muestra N° 3.

## Ensayo de alabeo (Propiedades físicas)

**Tabla 11:** Ensayo de Alabeo (Arcilla+0%PCCR)

MUESTRA (N°)	Cara Superior		Cara Inferior		Promedio Caras		Promedio		Alabeo (mm)
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	
1	1.00	0.00	3.00	0.00	2.00	0.00	1.10	0.80	1.10
2	2.00	0.00	2.00	0.00	2.00	0.00			
3	1.00	0.00	0.00	2.00	0.50	1.00			
4	1.00	0.00	0.00	2.00	0.50	1.00			
5	1.00	0.00	0.00	4.00	0.50	2.00			

**Fuente:** Resultados obtenidos a partir del ensayo de Alabeo (Laboratorio-Crisal)

En la tabla 11 se detalla el ensayo de Alabeo realizado a 5 ladrillos con la aplicación de 0% de PCCR, dentro este ensayo se ha logrado evaluar la cara superior e inferior de cada material analizado, es así que el promedio en la parte cóncava del ladrillo (1, 2, 3, 4, 5) ha sido (2mm,2mm,0,50mm, 0.50mm, 0.50mm) respectivamente, mientras que el promedio en la parte convexa de los ladrillos (1, 2, 3, 4, 5) ha sido (0mm,0mm,1mm, 1mm, 1mm).

## Ensayo de Variabilidad Dimensional (Propiedades físicas)

**Tabla 12:** Ensayo de variabilidad dimensional (Arcilla+0%PCCR)

MUESTRA (N°)	Largo				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)			
1	22.20	22.00	22.10	22.30	22.15	23.50	5.74
2	21.80	21.60	22.10	21.80	21.83	23.50	7.13
3	21.90	22.00	21.90	22.00	21.95	23.50	6.60
4	21.90	22.00	22.00	22.10	22.00	23.50	6.38
5	22.30	21.80	22.60	22.20	22.23	23.50	5.43

MUESTRA (N°)	Ancho				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)			
1	13.00	12.90	12.60	13.00	12.88	13.50	4.63
2	12.60	13.00	12.70	12.30	12.65	13.50	6.30
3	12.50	12.70	12.80	13.00	12.75	13.50	5.56
4	12.70	12.80	12.80	13.20	12.88	13.50	4.63
5	12.50	12.90	12.80	12.90	12.78	13.50	5.37

MUESTRA (N°)	Altura				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)			
1	7.90	8.00	8.00	7.90	7.95	9.00	11.67
2	7.90	8.00	7.80	8.00	7.93	9.00	11.94
3	8.10	8.00	8.30	8.40	8.20	9.00	8.89
4	8.00	8.10	8.30	8.20	8.15	9.00	9.44
5	8.20	8.10	8.20	8.50	8.25	9.00	8.33

**Fuente:** Resultados a partir del ensayo variabilidad dimensional (Laboratorio-Crisal)

En la tabla 12 se detalla la variabilidad dimensional de un total de 05 muestras de ladrillos artesanales, donde fueron analizados las dimensiones de cada ladrillo, es así que el promedio de los 05 ladrillos respecto a el largo ha sido de (22.15cm, 21.83cm, 21.95cm, 22.00cm, 22.23cm), con variación dimensional de (5.74%, 7.13%, 6.60%, 6.38%, 5.43% respectivamente), en lo referente a el ancho de cada ladrillo ha sido de

(12.88cm, 12.65cm, 12.75cm, 12.88cm, 12.78cm) con variación dimensional de (4.63%, 6.30%, 5.56%, 4.63%, 5.37% respectivamente) y en lo que concierne a la altura ha sido de (7.95cm, 7.93cm, 8.20cm, 8.15cm, 8.25cm) con variación dimensional de (11.67%, 11.94%, 8.89%, 9.44%, 8.33% respectivamente), con estos estudios permite determinar bajo qué condiciones se encuentra el ladrillo

### Ensayo de resistencia a la compresión (Propiedades mecánicas)

**Tabla 13:** Ensayo de resistencia a la compresión (Arcilla+0%PCCR)

MUESTRA (N°)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Peso (gr)
1	22.15	12.88	7.95	3590.00
2	21.83	12.65	7.93	3520.00
3	21.95	12.75	8.20	3620.00
4	22.00	12.88	8.15	3640.00
5	22.23	12.78	8.25	3550.00

MUESTRA (N°)	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	f <sup>b</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )
1	285.18	285.18	8764.49	30.73
2	276.09	276.09	10804.95	39.14
3	279.86	279.86	8782.85	31.38
4	283.25	283.25	10829.43	38.23
5	283.92	283.92	5307.64	18.69

<b>23.45</b>	kg/cm <sup>2</sup>
--------------	--------------------

**Fuente:** Resultados a partir del ensayo variabilidad dimensional (Laboratorio-Crisal)

En la tabla 13 se detalla el ensayo de resistencia a la compresión realizado a 5 ladrillos de la muestra patrón sin la adición del PCCR, dentro este ensayo se ha logrado evaluar que la muestra N° 1 presenta un f<sup>b</sup> de 30.73 kg/cm<sup>2</sup>, la muestra N° 2 presenta un f<sup>b</sup> de 39.14 kg/cm<sup>2</sup>, la muestra N°3 presenta un f<sup>b</sup> de 31.38 kg/cm<sup>2</sup>, la muestra N° 4 presenta un f<sup>b</sup> de 38.23 kg/cm<sup>2</sup>, la muestra N° 5 presenta un f<sup>b</sup> de 18.69 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo como la desviación estándar de las cinco muestras un valor 8.19, así teniendo un promedio de f<sup>b</sup> característico de 23.45 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra patrón.

**O.E 2.- Determinar de qué manera influye la adición del polvo de caparazón de cangrejo reciclado en las propiedades físicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco – 2022**

**Ensayo de absorción (Propiedades físicas)**

**Tabla 14:** Ensayo de Absorción (Arcilla+3%PCCR)

MUESTRA (N°)	Wi (gr)	Wd (gr)	Ws (gr)	Absorción (%)
1	3472.80	3470.00	3907.50	12.6
2	3381.30	3380.00	3768.20	11.5
3	3432.80	3430.00	3783.80	10.3
4	3422.20	3420.00	3807.10	11.3
5	3436.70	3433.30	3876.30	12.9

**Fuente:** Resultados obtenidos a partir del ensayo de absorción (Laboratorio-Crisal)

En la tabla 14 se detalla el ensayo de absorción realizado a 5 ladrillos con la aplicación de 3% de PCCR, dentro este ensayo se ha logrado evaluar que el menor porcentaje se encuentra en la unidad de muestra N° 3, mientras que el mayor porcentaje se encuentra en la unidad de muestra N° 5.

**Tabla 15:** Ensayo de Absorción (Arcilla+5%PCCR)

MUESTRA (N°)	Wi (gr)	Wd (gr)	Ws (gr)	Absorción (%)
1	3401.12	3387.50	3785.30	11.74
2	3492.80	3439.20	3835.10	11.51
3	3414.60	3409.50	3795.90	11.33
4	3525.14	3501.40	3891.10	11.13
5	3414.60	3350.10	3715.10	10.90

**Fuente:** Resultados obtenidos a partir del ensayo de absorción (Laboratorio-Crisal)

En la tabla 15 se detalla el ensayo de absorción realizado a 5 ladrillos con la aplicación de 5% de PCCR, dentro este ensayo se ha logrado evaluar que el menor porcentaje se encuentra en la unidad de muestra N° 5, mientras que el mayor porcentaje se encuentra en la unidad de muestra N° 1.

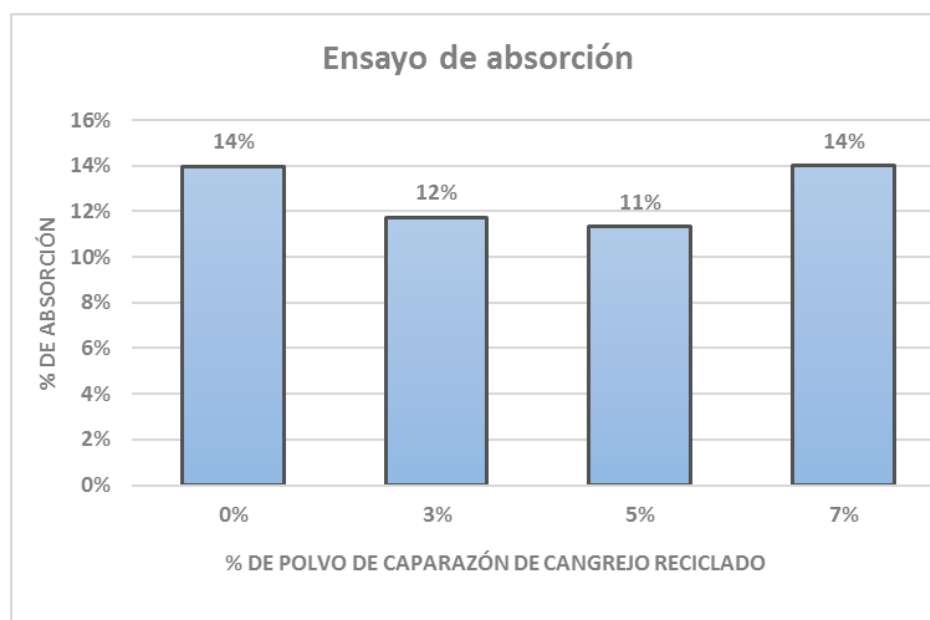
**Tabla 16:** Ensayo de Absorción (Arcilla+7%PCCR)

MUESTRA (N°)	Wi (gr)	Wd (gr)	Ws (gr)	Absorción (%)
1	3363.00	3358.30	3802.50	13.2
2	3412.60	3407.30	3897.12	14.4
3	3586.90	3393.20	3851.90	13.5
4	3503.40	3499.10	3997.10	14.2
5	3452.70	3450.60	3954.10	14.6

**Fuente:** Resultados obtenidos a partir del ensayo de Absorción (Laboratorio-Crisal)

En la tabla 16 se detalla el ensayo de absorción realizado a 5 ladrillos con la aplicación de 7% de PCCR, dentro este ensayo se ha logrado evaluar que el menor porcentaje se encuentra en la unidad de muestra N° 1, mientras que el mayor porcentaje se encuentra en la unidad de muestra N° 5.

**Gráfico 3:** Resultados del Ensayo de Absorción con adición de PCCR.



**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación.** - En el gráfico 4 se observa los resultados del ensayo de absorción de del ladrillo artesanal de arcilla quemado, adicionando PCCR en 3% disminuyó un 12%, con la adición al 5% disminuyó al 11%, y al 7% aumentó un 14%, de estos resultados dos se encuentran por debajo del ladrillo patrón que tiene una absorción del 14%,

mientras un ensayo de absorción igualó al ladrillo patrón. Contrastando con nuestra hipótesis específicas si influyen en las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, porque con la adición al 3% y 5% si cumplen en absorber menor cantidad de agua que el ladrillo patrón, cumpliendo con lo establecido por la NTE E.070 (2006), al mantenerse por debajo del 22 % de absorción.

## Ensayo de alabeo

**Tabla 17: Ensayo de Alabeo (Arcilla+3%PCCR)**

MUESTRA (N°)	Cara Superior		Cara Inferior		Promedio Caras		Promedio		Alabeo (mm)
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	
1	3.50	0.00	0.50	0.00	2.00	0.00	1.00	0.75	1.00
2	0.50	0.00	0.00	3.00	0.25	1.50			
3	2.50	0.00	0.00	3.00	1.25	1.50			
4	1.00	0.00	0.00	1.50	0.50	0.75			
5	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00			

**Fuente:** Resultados obtenidos a partir del ensayo de Alabeo (Laboratorio-Crisal)

En la tabla 17 se detalla el ensayo de Alabeo realizado a 5 ladrillos con la aplicación de 3% de PPC, dentro este ensayo se ha logrado evaluar la cara superior e inferior de cada material analizado, es así que el promedio en la parte cóncava del ladrillo (1, 2, 3, 4, 5) ha sido (2mm,0.25mm, 1.25mm, 0.50mm, 1mm) respectivamente, mientras que el promedio en la parte convexa de los ladrillos (1, 2, 3, 4, 5) ha sido (0mm,1.50mm,1.50mm, 0.75mm, 0mm).

**Tabla 18: Ensayo de alabeo (Arcilla+5%PCCR)**

MUESTRA (N°)	Cara Superior		Cara Inferior		Promedio Caras		Promedio		Alabeo (mm)
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	
1	1.00	0.00	0.00	2.50	0.50	1.25	0.70	1.25	1.25
2	0.00	1.50	2.50	0.00	1.25	0.75			
3	1.00	0.00	0.00	3.00	0.50	1.50			
4	0.50	0.00	0.00	3.00	0.25	1.50			
5	2.00	0.00	0.00	2.50	1.00	1.25			

**Fuente:** Resultados obtenidos a partir del ensayo de Alabeo (Laboratorio-Crisal)

En la tabla 18 se detalla el ensayo de Alabeo realizado a 5 ladrillos con la aplicación de 5% de PPC, dentro este ensayo se ha logrado evaluar la cara superior e inferior de cada material, es así que el promedio en la parte cóncava del ladrillo (1, 2, 3, 4, 5) ha sido (0.50 mm, 1.25 mm, 0.50mm, 0.25mm, 1mm) respectivamente, mientras que el promedio en la parte convexa de los ladrillos (1, 2, 3, 4, 5) ha sido (1.25mm, 0.75mm, 1.50mm, 1.50mm, 1.25mm).

**Tabla 19:** Ensayo de alabeo (Arcilla+7%PCCR)

MUESTRA (N°)	Cara Superior		Cara Inferior		Promedio Caras		Promedio		R.C.I.P. N° 211074 Alabeo (mm)
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	
1	1.50	0.00	2.00	0.00	1.75	0.00	1.00	1.10	1.10
2	1.50	0.00	0.00	2.50	0.75	1.25			
3	0.00	1.50	0.00	4.50	0.00	3.00			
4	3.00	0.00	0.00	2.50	1.50	1.25			
5	0.50	0.00	1.50	0.00	1.00	0.00			

**Fuente:** Resultados obtenidos a partir del ensayo de Alabeo (Laboratorio-Crisal)

En la tabla 19 se detalla el ensayo de Alabeo realizado a 5 ladrillos con la aplicación de 7% de PPC, dentro este ensayo se ha logrado evaluar la cara superior e inferior de cada material, es así que el promedio en la parte cóncava del ladrillo (1, 2, 3, 4, 5) ha sido (1.75 mm, 0.75 mm, 0.00mm, 1.50 mm, 1.00mm) respectivamente, mientras que el promedio en la parte convexa de los ladrillos (1, 2, 3, 4, 5) ha sido (0.00 mm, 1.25mm, 3.00mm, 1.25mm, 0.0 mm).

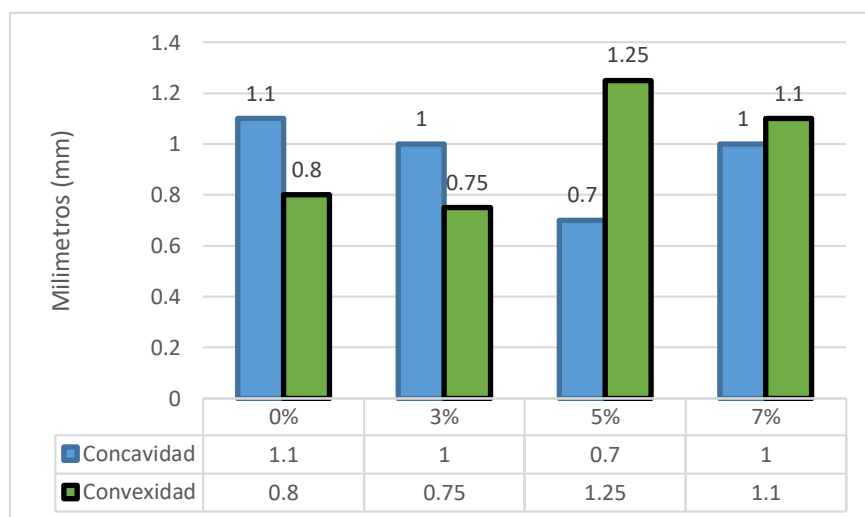
**Tabla 20:** Alabeo del ladrillo artesanal con adición de polvo de cangrejo reciclado.

Alabeo en ladrillos fabricados al adicionarle polvo de caparazón de cangrejo reciclado		
Peso promedio (g): 1000		
Largo: 23.50 cm	Ancho: 13.50 cm	Alto: 9.00 cm
<b>Proporción de polvo de Cangrejo</b>		<b>Peso (g) = 0</b>
0%		<b>Alabeo</b>
		<b>Concavidad (promedio) mm</b>
		<b>Convexidad (promedio) mm</b>
1.10		0.80
<b>Proporción de polvo de Cangrejo</b>		<b>Peso (g) = 30</b>
3%		<b>Alabeo</b>

	Concavidad (promedio) mm	Convexidad (promedio) mm
	1.00	1.00
<b>Proporción de polvo de Cangrejo</b>	<b>Peso (g) = 50</b>	
	<b>Alabeo</b>	
<b>5%</b>	Concavidad (promedio) mm	Convexidad (promedio) mm
	0.70	1.25
<b>Proporción de polvo de Cangrejo</b>	<b>Peso (g) = 70</b>	
	<b>Alabeo</b>	
<b>7%</b>	Concavidad (promedio) mm	Convexidad (promedio) mm
	1.00	1.10

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Gráfico 4:** Concavidad y convexidad del ladrillo al adicionarle PCCR.



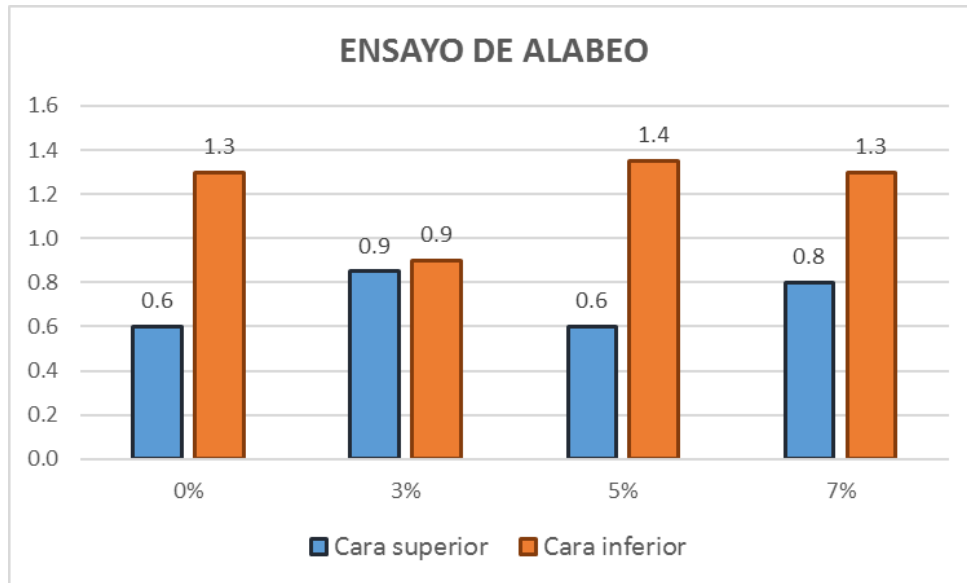
**Fuente:** Elaborado por los autores.

En el gráfico 4 podemos observar los resultados obtenidos al promediar todos los resultados del ensayo de alabeo en donde se obtuvo un límite máximo de 1.10 mm para la concavidad y 1 mm para a convexidad, de acuerdo al análisis se puede determinar que se obtiene un menor alabeo cuando el porcentaje de polvo de caparazón de cangrejo es de 3 % en el cual se obtuvo un alabeo promedio de 1 mm para la concavidad y de 0.75 para la convexidad, sin embargo dentro de las



contemplaciones que tiene la Norma Técnica Peruana 331.017 el cual indica que los parámetros de alabeo máximo son de 8 mm para unidades de albañilería tipo II, de acuerdo a ello se puede determinar que se encuentra en el margen establecido.

**Gráfico 5:** Resultados del Ensayo de Alabeo con adición de PCCR.



**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación.** - En el gráfico 5 se observa el promedio de los resultados del ensayo de alabeo del ladrillo, adicionando PCCR en 0%, 3%, 5% y 7%.

El alabeo promedio de las unidades de ladrillos 1, 2, 3, 4 y 5 con adición al 0% de polvo de caparazón de cangrejo reciclado es de 0.6 mm para la cara superior y 1.3 mm para la cara inferior respectivamente.

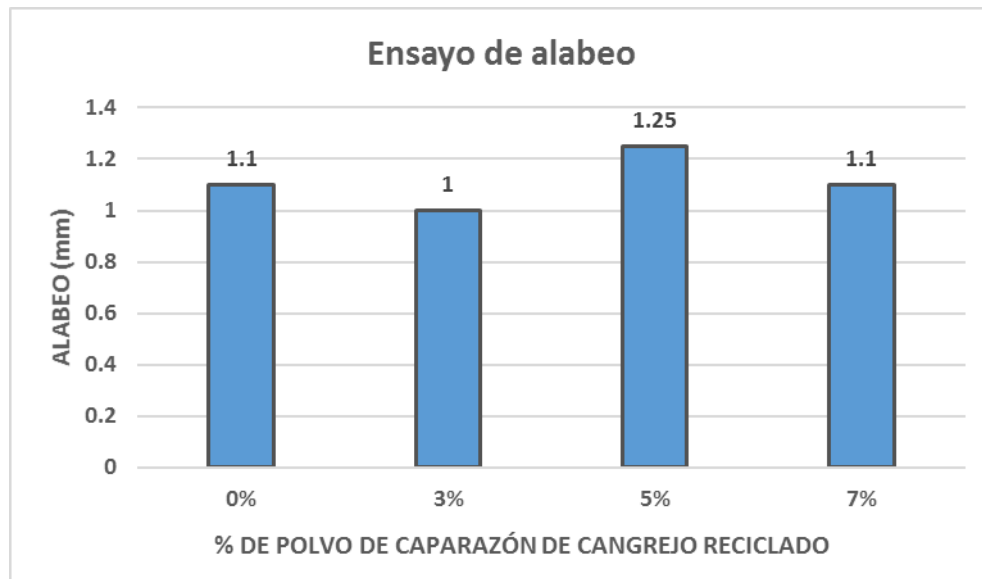
El alabeo promedio de las unidades de ladrillos 1, 2, 3, 4 y 5 con adición al 3% de polvo de caparazón de cangrejo reciclado es de 0.9 mm para la cara superior y 0.9 mm para la cara inferior respectivamente.

El alabeo promedio de las unidades de ladrillos 1, 2, 3, 4 y 5 con adición al 5% de polvo de caparazón de cangrejo reciclado es de 0.6 mm para la cara superior y 1.4 mm para la cara inferior respectivamente.

El alabeo promedio de las unidades de ladrillos 1, 2, 3, 4 y 5 con adición al 7% de polvo de caparazón de cangrejo reciclado es de 0.8 mm para la cara superior y 1.3 mm para la cara inferior respectivamente.

En el gráfico 5 se observa que las caras inferiores de los ladrillos de arcilla quemado presentan un mayor alabeo en comparación a la cara superior. Además, se observa que las unidades de ladrillos con adición al 3% presenta menor alabeo, respecto a las unidades de ladrillo quemado con adición al 0%, 5% y 7% de polvo de caparazón de cangrejo reciclado.

**Gráfico 6:** Clasificación del ladrillo artesanal de arcilla quemado por alabeo.



**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación.** - En el gráfico 6 se observa los resultados del ensayo de alabeo, con 0% de adición de polvo de caparazón de cangrejo tenemos un alabeo máximo de 1.1 mm pudiendo ser clasificado como ladrillo tipo V, con 3% de adición de polvo de caparazón de cangrejo tenemos un alabeo máximo de 1 mm clasificándolo como ladrillo tipo V, con 5% de adición de polvo de caparazón de cangrejo tenemos un alabeo máximo de 1.25 mm clasificándolo como ladrillo tipo V, con 7% de adición de polvo de caparazón de cangrejo tenemos un alabeo máximo de 1.1 mm clasificándolo

como ladrillo tipo V, cumpliendo con lo establecido por la NTE E.070 (2006), al mantenerse por debajo de los 2 mm de alabeo permitidos para el ladrillo tipo V.

### Ensayo de variación dimensional

**Tabla 21:** Ensayo de variabilidad dimensional (Arcilla+3%PCCR)

MUESTRA (N°)	Largo				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)			
1	22.30	21.80	22.10	22.40	22.15	23.50	5.74
2	22.20	22.10	22.00	22.20	22.13	23.50	5.85
3	22.80	22.30	22.20	22.20	22.38	23.50	4.79
4	22.60	22.10	21.80	22.20	22.18	23.50	5.64
5	22.50	22.00	21.90	22.30	22.18	23.50	5.64

MUESTRA (N°)	Ancho				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)			
1	12.90	12.70	12.80	12.60	12.75	13.50	5.56
2	12.80	12.70	12.70	12.80	12.75	13.50	5.56
3	12.90	12.70	12.80	12.70	12.78	13.50	5.37
4	12.90	12.60	12.70	12.60	12.70	13.50	5.93
5	13.10	12.70	12.90	12.30	12.75	13.50	5.56

MUESTRA (N°)	Altura				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)			
1	8.50	8.40	8.00	8.10	8.25	9.00	8.33
2	8.00	8.10	7.90	8.20	8.05	9.00	10.56
3	8.10	8.20	8.10	8.10	8.13	9.00	9.72
4	8.20	8.40	8.00	7.90	8.13	9.00	9.72
5	8.00	8.10	8.50	8.50	8.28	9.00	8.06

**Fuente:** Resultados a partir del ensayo variabilidad dimensional (Laboratorio-Crisal)

En la tabla 21 se detalla la variabilidad dimensional de un total de 05 ladrillos artesanales, donde fueron analizados las dimensiones de cada ladrillo, es así que el promedio de los 05 ladrillos respecto a el largo ha sido de (22.15 cm, 22.13 cm, 22.38cm, 22.18cm, 22.18cm) con variación dimensional de (5.74%, 5.85%, 4.79%, 5.64%, 5.64% respectivamente), en lo referente a el ancho de cada ladrillo ha sido de

(12.75cm, 12.75cm, 12.78cm, 12.70cm, 12.75 cm) con variación dimensional de (5.56%, 5.56%, 5.37%, 5.93%, 5.56% respectivamente) y en lo que concierne a la altura ha sido de (8.25 cm, 8.05cm, 8.13 cm, 8.13cm, 8.28cm) con variación dimensional de (8.33%, 10.56%, 9.72%, 9.72%, 8.06%), con estos estudios permite determinar bajo qué condiciones se encuentra el ladrillo.

**Tabla 22:** Ensayo de variabilidad dimensional (Arcilla+5%PCCR)

MUESTRA (N°)	Largo				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)			
1	22.30	22.10	21.70	22.00	22.03	23.50	6.28
2	22.20	22.40	22.30	22.00	22.23	23.50	5.43
3	22.30	22.00	21.90	22.80	22.25	23.50	5.32
4	22.00	22.20	22.30	22.10	22.15	23.50	5.74
5	22.20	22.90	21.90	21.80	22.20	23.50	5.53

MUESTRA (N°)	Ancho				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)			
1	12.40	12.90	12.60	13.10	12.75	13.50	5.56
2	13.00	12.70	12.80	12.50	12.75	13.50	5.56
3	12.80	12.90	12.80	12.70	12.80	13.50	5.19
4	12.90	13.00	12.90	13.10	12.98	13.50	3.89
5	12.60	13.10	12.50	12.90	12.78	13.50	5.37

MUESTRA (N°)	Altura				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)			
1	8.30	8.20	8.90	8.30	8.43	9.00	6.39
2	8.30	8.50	8.10	8.20	8.28	9.00	8.06
3	8.00	8.10	8.20	8.10	8.10	9.00	10.00
4	8.10	8.20	8.00	8.00	8.08	9.00	10.28
5	8.20	8.30	8.40	8.10	8.25	9.00	8.33

**Fuente:** Resultados a partir del ensayo variabilidad dimensional (Laboratorio-Crisal)

En la tabla 22 se detalla la variabilidad dimensional de un total de 05 ladrillos artesanales, donde fueron analizados las dimensiones de cada ladrillo, es así que el

promedio de los 05 ladrillos respecto a el largo ha sido de (22.03 cm, 22.23 cm, 22.25cm, 22.15cm, 22.20cm), con variación dimensional de (6.28%, 5.43%, 5.32%, 5.74%, 5.53% respectivamente) en lo referente a el ancho de cada ladrillo ha sido de (12.75cm, 12.75cm, 12.80cm, 12.98cm, 12.78 cm) con variación dimensional de (5.56%, 5.56%, 5.19%, 3.89%, 5.37% respectivamente) y en lo que concierne a la altura ha sido de (8.43 cm, 8.28cm, 8.10 cm, 8.08cm, 8.25cm) con variación dimensional de (6.39%, 8.06%, 10.00%, 10.28%, 8.33% respectivamente), estos estudios permite determinar bajo qué condiciones se encuentra el ladrillo.

**Tabla 23:** Ensayo de variabilidad dimensional (Arcilla+7%PCCR)

MUESTRA (N°)	Largo				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)			
1	22.50	22.10	21.80	22.10	22.13	23.50	5.85
2	21.80	22.20	22.00	22.40	22.10	23.50	5.96
3	21.60	21.40	21.30	21.20	21.38	23.50	9.04
4	22.10	22.30	21.80	22.60	22.20	23.50	5.53
5	21.40	21.60	22.50	22.10	21.90	23.50	6.81

MUESTRA (N°)	Ancho				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)			
1	12.90	13.00	12.80	12.60	12.83	13.50	5.00
2	12.70	12.60	13.00	13.10	12.85	13.50	4.81
3	13.30	13.50	13.00	13.40	13.30	13.50	1.48
4	12.70	13.20	12.90	12.50	12.83	13.50	5.00
5	13.90	13.50	12.30	13.30	13.25	13.50	1.85

MUESTRA (N°)	Altura				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)			
1	8.10	8.00	8.30	8.50	8.23	9.00	8.61
2	8.40	8.10	8.50	8.10	8.28	9.00	8.06
3	8.10	8.70	8.00	8.80	8.40	9.00	6.67
4	8.10	8.20	8.60	8.40	8.33	9.00	7.50
5	8.20	8.00	8.50	8.20	8.23	9.00	8.61

**Fuente:** Resultados a partir del ensayo variabilidad dimensional (Laboratorio-Crisal)

En la tabla 23 se detalla la variabilidad dimensional de un total de 05 ladrillos artesanales, donde fueron analizados las dimensiones de cada ladrillo, es así que el promedio de los 05 ladrillos respecto a el largo ha sido de (22.13cm, 22.10cm, 21.38cm, 22.20cm, 21.90cm) con variación dimensional de (5.85%, 5.96%, 9.04%, 5.53%, 6.81% respectivamente), en lo referente a el ancho de cada ladrillo ha sido de (12.83cm, 12.85cm, 13.30cm, 12.83cm, 13.25cm) con variación dimensional de (5.00%, 4.81%, 1.48%, 5.00%, 1.85% respectivamente) y en lo que corresponde a la altura ha sido de (8.23 cm, 8.28cm, 8.40 cm, 8.33cm, 8.23cm) con variación dimensional (8.61%, 8.06%, 6.67%, 7.50%, 8.61% respectivamente), con estos estudios permite determinar bajo qué condiciones se encuentra el ladrillo.

En resumen, de las 04 tablas anteriores se detalla la variabilidad dimensional del análisis de las 20 unidades de ladrillos artesanales, donde en cada ladrillo se analizó el largo, el ancho y la altura, con la aplicación de 0%, 3%, 5% y 7% PCCR, en ese sentido se ha podido evidenciar que con la aplicación de diversas proporciones de polvo de caparazón de cangrejo ha influido en la obtención de un ladrillo de calidad.

**Tabla 24:** Resultado de las pruebas de la variabilidad dimensional de los ladrillos artesanales al 0 % con PCCR.

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL 0%																						
MUESTRA (N°)	PCCR	LONGITUD (mm)				Lo (cm)	DIM. NOM. (cm)	VAR. DIME. (%)	ANCHO (mm)				Lo (cm)	DIM. NOM. (cm)	VAR. DIM. (%)	ALTURA (mm)				Lo (cm)	DIM. NOM. (cm)	VAR. DIM. (%)
		L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)				A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)				H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)			
1	0%	22.20	22.00	22.10	22.30	22.15	23.50	5.7%	13.00	12.90	12.60	13.00	12.88	13.50	4.6%	7.90	8.00	8.00	7.90	7.95	9.00	11.7%
2	0%	21.80	21.60	22.10	21.80	21.83	23.50	7.1%	12.60	13.00	12.70	12.30	12.65	13.50	6.3%	7.90	8.00	7.80	8.00	7.93	9.00	11.9%
3	0%	21.90	22.00	21.90	22.00	21.95	23.50	6.6%	12.50	12.70	12.80	13.00	12.75	13.50	5.6%	8.10	8.00	8.30	8.40	8.20	9.00	8.9%
4	0%	21.90	22.00	22.00	22.10	22.00	23.50	6.4%	12.70	12.80	12.80	13.20	12.88	13.50	4.6%	8.00	8.10	8.30	8.20	8.15	9.00	9.4%
5	0%	22.30	21.80	22.60	22.20	22.23	23.50	5.4%	12.50	12.90	12.80	12.90	12.78	13.50	5.4%	8.20	8.10	8.20	8.50	8.25	9.00	8.3%
		LONGITUD				ANCHO				ALTURA												
		ESTANDAR (cm)				ESTANDAR (cm)				ESTANDAR (cm)				9.00								
		LONGITUD				ANCHO				ALTURA												
		PROMEDIO (cm)				PROMEDIO (cm)				PROMEDIO (cm)				8.10								
		VAR. DIM.				VAR. DIM.				VAR. DIM.												
		6.26%				5.30%				10.06%												

**Fuente:** Elaborado por los autores.

En los resultados de la tabla 24 se puede observar que la variabilidad dimensional del ladrillo artesanal, sin la aplicación de polvo de caparazón de cangrejo reciclado, el largo fue de 6.26%, con respecto al ancho fue de 5.30% y en lo referente a la altura fue de 10.06%, el cual se clasifica dentro de un ladrillo de tipo I, y de la misma manera es considerado hasta un ladrillo tipo V de acuerdo a la norma NTE E.70.

**Tabla 25:** Resultado de las pruebas de la variabilidad dimensional de los ladrillos artesanales al 3% con PCCR.

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL 3%																									
MUESTRA (N°)	PCCR	LONGITUD (mm)				Lo (cm)	DIM. NOM. (cm)	VAR. DIME. (%)	ANCHO (mm)				Lo (cm)	DIM. NOM. (cm)	VAR. DIM. (%)	ALTURA (mm)				Lo (cm)	DIM. NOM. (cm)	VAR. DIM. (%)			
		L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)				A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)				H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)						
1.00	3%	22.30	21.80	22.10	22.40	22.15	23.50	5.7%	12.90	12.70	12.80	12.60	12.75	13.50	5.6%	8.50	8.40	8.00	8.10	8.25	9.00	8.3%			
2.00	3%	22.20	22.10	22.00	22.20	22.13	23.50	5.9%	12.80	12.70	12.70	12.80	12.75	13.50	5.6%	8.00	8.10	7.90	8.20	8.05	9.00	10.6%			
3.00	3%	22.80	22.30	22.20	22.20	22.38	23.50	4.8%	12.90	12.70	12.80	12.70	12.78	13.50	5.4%	8.10	8.20	8.10	8.10	8.13	9.00	9.7%			
4.00	3%	22.60	22.10	21.80	22.20	22.18	23.50	5.6%	12.90	12.60	12.70	12.60	12.70	13.50	5.9%	8.20	8.40	8.00	7.90	8.13	9.00	9.7%			
5.00	3%	22.50	22.00	21.90	22.30	22.18	23.50	5.6%	13.10	12.70	12.90	12.30	12.75	13.50	5.6%	8.00	8.10	8.50	8.50	8.28	9.00	8.1%			
		LONGITUD								ANCHO								ALTURA							
		ESTANDAR (cm)				23.50				ESTANDAR (cm)				13.50				ESTANDAR (cm)				9.00			
		LONGITUD								ANCHO								ALTURA							
		PROMEDIO (cm)				22.20				PROMEDIO (cm)				12.75				PROMEDIO (cm)				8.17			
		VAR. DIM.				5.53%				VAR. DIM.				5.59%				VAR. DIM.				9.28%			

**Fuente:** Elaborado por los autores.

En los resultados de la tabla 25 se puede observar que la variabilidad dimensional del ladrillo artesanal, con la aplicación de 3% polvo caparazón de cangrejo reciclado, el largo fue de 5.53%, con respecto al ancho fue de 5.59% y en lo referente a la altura fue de 9.28%, el cual se clasifica dentro de un ladrillo de tipo I, y de la misma manera es considerado hasta un ladrillo tipo V de acuerdo a la norma NTE E.70.



**Tabla 26:** Resultado de las pruebas de la variabilidad dimensional de los ladrillos artesanales al 5% con PCCR.

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL 5%																							
MUESTRA (N°)	PCCR	LONGITUD (mm)				Lo (cm)	DIM. NOM. (cm)	VAR. DIME. (%)	ANCHO (mm)				Lo (cm)	DIM. NOM. (cm)	VAR. DIME. (%)	ALTURA (mm)				Lo (cm)	DIM. NOM. (cm)	VAR. DIME. (%)	
		L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)				A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)				H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)				
1	5%	22.30	22.10	21.70	22.00	22.03	23.50	6.3%	12.40	12.90	12.60	13.10	12.75	13.50	5.6%	22.50	22.10	21.80	22.10	22.13	23.50	5.9%	
2	5%	22.20	22.40	22.30	22.00	22.23	23.50	5.4%	13.00	12.70	12.80	12.50	12.75	13.50	5.6%	21.80	22.20	22.00	22.40	22.10	23.50	6.0%	
3	5%	22.30	22.00	21.90	22.80	22.25	23.50	5.3%	12.80	12.90	12.80	12.70	12.80	13.50	5.2%	21.60	21.40	21.30	21.20	21.38	23.50	9.0%	
4	5%	22.00	22.20	22.30	22.10	22.15	23.50	5.7%	12.90	13.00	12.90	13.10	12.98	13.50	3.9%	22.10	22.30	21.80	22.60	22.20	23.50	5.5%	
5	5%	22.20	22.90	21.90	21.80	22.20	23.50	5.5%	12.60	13.10	12.50	12.90	12.78	13.50	5.4%	21.40	21.60	22.50	22.10	21.90	23.50	6.8%	
		LONGITUD				ANCHO				ALTURA													
		ESTANDAR (cm)				ESTANDAR (cm)				ESTANDAR (cm)													
		LONGITUD				ANCHO				ALTURA													
		PROMEDIO (cm)				PROMEDIO (cm)				PROMEDIO (cm)													
		VAR. DIM.				VAR. DIM.				VAR. DIM.													
		5.66%				5.11%				6.64%													

**Fuente:** Elaborado por los autores.

En los resultados de la tabla 26 se puede observar que la variabilidad dimensional del ladrillo artesanal, con la aplicación de 5% polvo de caparazón de cangrejo reciclado, el largo fue de 5.66%, con respecto al ancho fue de 5.11% y en lo referente a la altura fue de 6.64%, el cual se clasifica dentro de un ladrillo de tipo I, y de la misma manera es considerado hasta un ladrillo tipo V de acuerdo a la norma NTE E.70.

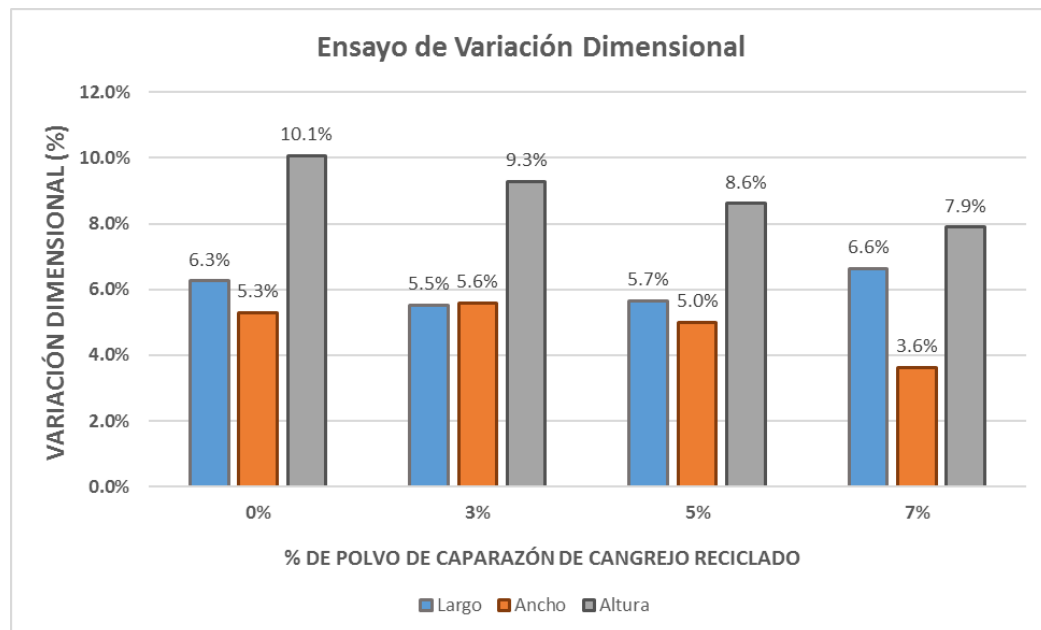
**Tabla 27:** Resultado de las pruebas de la variabilidad dimensional de los ladrillos artesanales al 7% con PCCR.

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL 7%																						
MUESTRA (N°)	PCCR	LONGITUD (mm)				Lo (cm)	DIM. NOM. (cm)	VAR. DIME. (%)	ANCHO (mm)				Lo (cm)	DIM. NOM. (cm)	VAR. DIME. (%)	ALTURA (mm)				Lo (cm)	DIM. NOM. (cm)	VAR. DIME. (%)
		L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)				A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)				H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)			
1	7%	22.50	22.10	21.80	22.10	22.13	23.50	0.06	12.90	13.00	12.80	12.60	12.83	13.50	0.05	8.10	8.00	8.30	8.50	8.23	9.00	0.09
2	7%	21.80	22.20	22.00	22.40	22.10	23.50	0.06	12.70	12.60	13.00	13.10	12.85	13.50	0.05	8.40	8.10	8.50	8.10	8.28	9.00	0.08
3	7%	21.60	21.40	21.30	21.20	21.38	23.50	0.09	13.30	13.50	13.00	13.40	13.30	13.50	0.01	8.10	8.70	8.00	8.80	8.40	9.00	0.07
4	7%	22.10	22.30	21.80	22.60	22.20	23.50	0.06	12.70	13.20	12.90	12.50	12.83	13.50	0.05	8.10	8.20	8.60	8.40	8.33	9.00	0.08
5	7%	21.40	21.60	22.50	22.10	21.90	23.50	0.07	13.90	13.50	12.30	13.30	13.25	13.50	0.02	8.20	8.00	8.50	8.20	8.23	9.00	0.09
		LONGITUD						ANCHO						ALTURA								
		ESTANDAR (cm)				23.50		ESTANDAR (cm)				13.50		ESTANDAR (cm)				9.00				
		LONGITUD						ANCHO						ALTURA								
		PROMEDIO (cm)				21.94		PROMEDIO (cm)				13.01		PROMEDIO (cm)				8.29				
		VAR. DIM.				6.64%		VAR. DIM.				3.63%		VAR. DIM.				7.89%				

**Fuente:** Elaborado por los autores.

En los resultados de la tabla 27 se puede observar que la variabilidad dimensional del ladrillo artesanal, con la aplicación de 7% polvo de caparazón de cangrejo reciclado, el largo fue de 6.64%, con respecto al ancho fue de 3.63% y en lo referente a la altura fue de 7.89%, el cual se clasifica dentro de un ladrillo de tipo I, y de la misma manera es considerado hasta un ladrillo tipo V de acuerdo a la norma NTE E.70.

**Gráfico 7: Resultados del Ensayo de Variación Dimensional.**



**Fuente:** Elaborado por los autores

**Interpretación.** – Del gráfico 7, se determina que el porcentaje de variación dimensional en el largo, ancho y alto, el que mejor resultados tuvo fue las unidades de ladrillos con adición al 7% de polvo de caparazón de cangrejo, ya que en las otras unidades con menor adición de polvo de caparazón de cangrejo aumentó la variación dimensional.

**O.E 3.- Determinar de qué manera influye la adición del polvo de caparazón de cangrejo reciclado en las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco – 2022.**

Ensayo de resistencia a la compresión de ladrillos con la aplicación de 3%, 5%, 7% de PCCR (polvo caparazón de cangrejo reciclado).

**Tabla 28:** Ensayo de compresión con la aplicación de 3% con polvo caparazón de cangrejo reciclado.

Muestra (N°)	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Área neta en (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>b</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	282.41	282.41	14197.56	50.27
2	282.09	282.09	11977.63	42.46
3	285.84	285.84	11197.55	39.17
4	281.62	281.62	12452.82	44.22
5	282.5	282.5	12554.79	44.44

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 29:** Ensayo de compresión con la aplicación de 5% con polvo caparazón de cangrejo reciclado.

Muestra (N°)	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Área neta en (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>b</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	280.82	280.82	3348.76	11.92
2	283.37	283.37	3936.12	13.89
3	284.8	284.8	4708.05	16.53
4	287.4	287.4	4828.37	16.80
5	283.61	283.61	3910.63	13.79

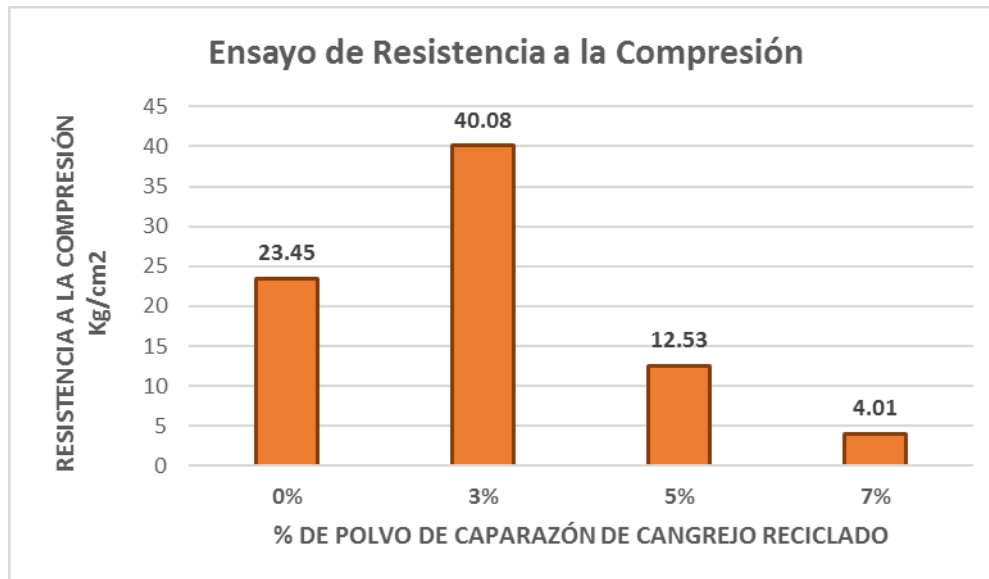
**Fuente.** Elaboración propia

**Tabla 30:** Ensayo de compresión con la aplicación de 7% con polvo caparazón de cangrejo reciclado.

Muestra (N°)	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Área neta en (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>b</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	283.75	283.75	1229.78	4.33
2	283.99	283.99	1105.38	3.89
3	284.29	284.29	1191.03	4.19
4	284.72	284.72	1207.35	4.24
5	290.18	290.18	1309.32	4.51

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 8:** Resultados del Ensayo de Resistencia a la compresión de las unidades del ladrillo.



**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación.** – Del gráfico 8, se determina que el promedio de la resistencia a la compresión de los ladrillos de arcilla con adición al 0%, 3%, 5% y 7% de polvo de caparazón de cangrejo reciclado es de 23.45 Kg/cm<sup>2</sup>, 40.08 Kg/cm<sup>2</sup>, 12.53 Kg/cm<sup>2</sup> y 4.01 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. De los porcentajes con polvo de caparazón de cangrejo reciclado, el que mejor resultados obtuvimos fue con la adición al 3% llegando hasta un 40.08 Kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, no se cumple con lo establecido en la NTE E.070 (2006), el cual requiere como mínimo 50 Kg/cm<sup>2</sup> para el ladrillo tipo I.

## V. DISCUSIÓN

**O.E G.-** Los resultados obtenidos con la dosificación de polvo de caparazón de cangrejo reciclado (PCCR) influye en las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado de manera positiva en comparación al ladrillo patrón, ya que en el ensayo de absorción el que obtuvo menor valor fue el ladrillo artesanal de arcilla quemado con adición al 5% de PCCR con un promedio de 11%, así mismo en el ensayo de alabeo el que registró menor valor fue con la adición al 3% de PCCR con un promedio de 1mm, en el ensayo de variación dimensional el que obtuvo menor valor fue el ladrillo con adición al 7% de PCCR con un promedio de largo de 0.07 mm, en el ancho de 0.04 mm y en la altura de 0.08, mientras en el ensayo de resistencia a la compresión con la adición el 3% de PCCR aumentó su resistencia en un 40.08 kg/cm<sup>2</sup>.

**O.E 1.-** En el diseño de mezcla del ladrillo patrón, en la tabla 9 se muestra que, por cada 3.967 kg de arcilla seca extraída de cantera de la ciudad de Huamachuco, se requiere la cantidad 0.843 ml de agua por cada unidad del ladrillo patrón con la finalidad de obtener un barro de buena consistencia, en ese sentido para 20 unidades de ladrillos se requiere un total de 79.34 kg de arcilla y 16.86 ml de agua.

En el ensayo de las propiedades físicas del ladrillo patrón, se muestra y detalla en la tabla 10 el ensayo de absorción realizado a 5 ladrillos sin la adición del polvo de caparazón de cangrejo reciclado, con este ensayo hemos logrado determinar que en la unidad de muestra N° 2 se registra el menor porcentaje y en la unidad de muestra N° 3 se registra el mayor porcentaje, con un promedio de absorción de las 5 unidades de muestra de 14%.

En el ensayo de alabeo, en la tabla 11, realizado a 5 ladrillos sin la adición del polvo de caparazón de cangrejo, se ha logrado definir la cara superior e inferior de cada material analizado, es así que el promedio en la parte cóncava del ladrillo (1, 2, 3, 4, 5) ha sido (2mm,2mm,0,50mm, 0.50mm, 0.50mm) respectivamente, mientras que el promedio en la parte convexa de los ladrillos (1, 2, 3, 4, 5) ha sido (0mm,0mm,1mm, 1mm, 1mm). Teniendo como promedio total para la parte cóncava de 1.1 mm y

promedio total para la parte convexa de 0.8 mm. Así también se muestra el promedio total para la cara superior de 0.6 mm y para la cara inferior de 1.3 mm.

En el ensayo de variación dimensional, se analizaron un total de 05 muestras de ladrillos artesanales sin la adición del polvo de caparazón de cangrejo reciclado, donde fueron analizados las dimensiones de cada ladrillo. Se determinó el promedio total para cada medida, para el lado largo de 6.3%, para el lado ancho de 5.3% y para la altura de 10.1%, con estos estudios permite determinar bajo qué condiciones se encuentra el ladrillo.

En cuanto a las propiedades mecánicas del ladrillo patrón se muestra los valores en la tabla 13 del ensayo realizado a 5 ladrillos de la muestra patrón sin la adición del polvo de caparazón de cangrejo reciclado, dentro este ensayo se ha logrado evaluar que la muestra N° 2 presenta el valor más alto de resistencia con un  $f'b$  de 39.14 kg/cm<sup>2</sup> y la muestra N° 5 presenta el valor más bajo de resistencia con un  $f'b$  de 18.69 kg/cm<sup>2</sup>. Como promedio de las cinco muestras ensayadas en laboratorio tenemos un valor de  $f'b$  característico de 23.45 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra patrón.

Los resultados obtenidos difieren ciertamente con los resultados de Br. Chuquimanqui, donde obtiene el valor para el ensayo de absorción de 22.65% mayor a nuestro resultado de 14%, entendiéndose que no cumple con lo establecido por la NTE E0.70 al sobrepasarse el 22% de absorción. En el ensayo de alabeo sus resultados son de 2.3 mm para la cara superior y 1.33 para la cara inferior, presentando mayor alabeo en su muestra patrón en comparación a la nuestra. En el ensayo de variación dimensional sus resultados son menores a nuestros resultados donde obtienen 0.78% para el largo, 2.21% para el ancho y 1.63% para la altura. En cuanto a la resistencia a la compresión obtienen mayor resistencia en su muestra patrón con un 59.01 kg/cm<sup>2</sup> en comparación a nuestro ladrillo que presenta un 23.45 kg/cm<sup>2</sup>.

**O.E 2.-** Los resultados obtenidos con la adición de polvo de caparazón de cangrejo reciclado (PCCR) influye de manera positiva en las propiedades físico del ladrillo artesanal de arcilla quemado en comparación al ladrillo patrón.

En los resultados del ensayo de absorción, se observa que los ladrillos de arcilla al adicionar el 5 % de polvo de caparazón de cangrejo reciclado presentan la más baja con un 11% de absorción, mientras que las otras muestras tanto al 0% (sin adición) presenta un valor de 14% de absorción, al 3% presenta un valor de 12% y al 7% presenta un valor de 14% de absorción, estimándose que cumplen con lo establecido por la NTE E.070 (2006), al mantenerse por debajo del 22 % de absorción.

En cierta medida difieren con los resultados de los autores Meza y Wu (2018), donde sus resultados son mayores a nuestros resultados, con la adición al 0% de carbonato de calcio presenta un 16.40% de absorción, con la adición al 3% presenta un 16.36% de absorción, al 5% de adición presenta un 17.34% de absorción, al igual que nuestros resultados, en su totalidad estas muestras tienen una absorción por debajo al 22%, cumpliendo con lo establecido por la NTE E.070 (2006).

En el ensayo de alabeo se observa que la cara inferior del ladrillo artesanal de arcilla quemado presenta un mayor alabeo, a comparación de la cara superior. Además, se observa que los ladrillos de arcilla con adición al 3% de polvo de caparazón de cangrejo reciclado presentan un alabeo uniforme en comparación con las unidades de ladrillos de arcilla con adición al 0%, 5% y 7 % de polvo de caparazón de cangrejo reciclado. Así mismo se indicará que el mayor alabeo es de 0.9 para la cara superior y 1.4 para la cara inferior.

Estos resultados difieren con Meza y Wu (2018), donde las muestras presentan un mayor alabeo de 1,6 para la cara superior y 1,7 para la cara inferior, en comparación a los ladrillos artesanales de arcilla con la adición de polvo de caparazón de cangrejo, evidenciándose una diferencia muy marcada.

En la variación dimensional, con la adición de polvo de caparazón de cangrejo reciclado (PCCR), el resultado del ensayo de la variación del largo, ancho y alto, se registra como el más óptimo en los ladrillos de arcilla con adición al 7% de PCCR, donde se obtiene un largo de 0.07, un ancho de 0.04 y un alto de 0.08, por el contrario,



la variación dimensional aumenta en las otras muestras al 0% al 3% y al 5% de adición de polvo de caparazón de cangrejo. Siendo el más alto al 0% sin adición de PCCR, donde nos da valores de variación del largo de 0.06, el ancho de 0.05 y la altura de 0.10.

Los resultados de variación dimensional difieren con los autores Meza y Wu (2018) ya que sus resultados de la muestra con adición al 0% presenta unas medidas de 0.43 en su largo, 0.66 en su ancho y 0.41 de alto, en un 3% presenta una variación de 0.60 en su largo, 0.46 en su ancho y 0.31 de alto, en un 5% presenta una variación dimensional de 0.90 en su largo, 0.55 en su ancho y 0.47 de alto, clasificándolo como ladrillo de Tipo I hasta pudiendo ser considerado como Ladrillo V, de acuerdo con la RNE E.070 (2019).

**O.E. 3.-** Los resultados obtenidos con la adición de polvo de caparazón de cangrejo reciclado (PCCR) influye de manera positiva en las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado en comparación al ladrillo patrón.

Con la adición de polvo de caparazón de cangrejo en la unidad de muestra incrementó su resistencia a la compresión en 40.08 kg/cm<sup>2</sup>, mientras con la adición al 7% de polvo de caparazón de cangrejo reciclado disminuye considerablemente hasta en 4.23 Kg/cm<sup>2</sup>, de acuerdo a los análisis y los resultados que pudimos obtener, se determina la influencia positiva y negativa que tuvo el polvo de caparazón de cangrejo reciclado en las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado.

Este resultado de resistencia a la compresión difiere con los autores Meza y Wu (2018) donde obtienen como resultado que al adicionar el carbonato de calcio en un 3% presenta un promedio de 55.37 Kg/cm<sup>2</sup> en la resistencia a la compresión del ladrillo y al sustituir la arcilla por el carbonato de calcio en un 5% empieza a disminuir la resistencia a la compresión del ladrillo en 41.31 Kg/ cm<sup>2</sup>, dando como mejor resultado el adicionar el carbonato de calcio en un 3% para obtener una mejor resistencia a la compresión del ladrillo.

## VI. CONCLUSIONES

- Una vez determinado los resultados que nos arrojó cada ensayo por el Laboratorio, concluimos que el “Polvo de Caparazón de Cangrejo Reciclado” (PCCR) influyó en las propiedades mecánicas del ladrillo de arcilla quemado, con un 3% de (PCCR) mejorando su resistencia a la compresión en 40.08 kg/cm<sup>2</sup>, con respecto al 0% de (PCCR) 23.45 kg/cm<sup>2</sup>.

- Se determinó que la resistencia a la compresión de los ladrillos de arcilla quemado, con la incorporación de (3%, 5% y 7%) de (PCCR), nos permitió descubrir que solo es posible la adición de (PCCR) en el porcentaje de 3% alcanzando una mayor resistencia a la compresión de 40.08 kg/cm<sup>2</sup>; ya que en los porcentajes de 5% y 7% disminuyen considerablemente en 12.53 kg/cm<sup>2</sup> y 4.01 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; por lo tanto, es positiva la adición solamente en este porcentaje de al 3%.

- Se determinó que en cuanto a los ensayos de absorción con la adición en (3%, 5% y 7%) de (PCCR), pudimos descubrir que influyó en la absorción disminuyendo en menor porcentaje. Se obtuvo menor absorción en la adición del 5% de (PCCR) con el 11%, 3% de adición de (PCCR) con el 12% y 7% de adición de (PCCR) con el 14% igual a la muestra patrón de 0% con un porcentaje de 14%, entonces si es positiva la adición de (PCCR) en todos los porcentajes ya que están dentro del rango que nos dice la norma E.070 indicando que, para las unidades de arcilla, la absorción no será mayor al 22%.

- Realizando el análisis estadístico encontramos que el porcentaje más óptimo para la adición de (PCCR) al ladrillo de arcilla quemado, es el 3% alcanzando una resistencia mayor con un valor de 40.08 kg/cm<sup>2</sup>, con respecto a la muestra patrón del 0% con una resistencia a la compresión de 23.45 kg/cm<sup>2</sup>.

## VII. RECOMENDACIÓN

- Haciendo una comparación de la adición de (PCCR) con respecto a la resistencia a la compresión, recomendamos utilizar el 3% de (PCCR) con el cual logró incrementar su resistencia a la compresión, en cuanto a la absorción recomendamos en todos los porcentajes planteados ya que se obtuvo porcentajes menores a la muestra patrón, ya que está por debajo del porcentaje mínimo que exige la Norma.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en este proyecto de investigación, con adiciones de (PCCR) en porcentajes de 3%, 5% y 7%, el ensayo de absorción disminuye gradualmente por lo que si recomendamos utilizar adiciones (PCCR) en dichos porcentajes para este ensayo.
- En esta investigación recomendamos de acuerdo a los resultados obtenidos por el laboratorio, que adicionando el 3% de (PCCR) alcanzó una resistencia a la compresión de 40.08 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo que se sugiere solamente utilizar el 3% de (PCCR) para así poder incrementar su resistencia a la compresión.
- La adición de (PCCR) en porcentajes de 5% y 7%, no es recomendable según los resultados de ensayo a la compresión, porque mientras más adición de (PCCR) su resistencia va disminuyendo considerablemente.
- Recomendamos a los futuros investigadores continuar estudios sobre la adición de (PCCR), pero en porcentajes cercanos al 3% óptimo, como por ejemplo en 2%, 2.5%, 3.3% o 3.5%. De esta manera aportar con la disminución de la contaminación ambiental por estos desechos.

## REFERENCIAS

1. Aguilar, J. (2019). *Elaboración de ladrillos mediante la inclusión de ceniza de carbón proveniente de la ladrillera bella vista de Tunja-Boyacá*. Universidad Santo Tomas, Tunja-Boyacá. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/20011?show=full>
2. Alfaro, S., Rebaza, V., De Lucio, L., Vásquez, C., & Campos, M. (2017). *Caracterización de bancos naturales de invertebrados marinos comerciales y áreas de pesca artesanal. Región La Libertad, Perú. Junio 2014*. Lima: Callao. Obtenido de <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3160>
3. Almerco, M., & Ayaipoma, J. (2021). *Análisis de propiedades físicas mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  sustituyendo hueso de aceituna y ceniza de cangrejo, V.E.S. Lima - 2021*. Universidad César Vallejo, Lima. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84499?show=full>
4. Álvarez, F., Villalobos, J., Hendrickx, M., Escobar, E., Rodríguez, G., & Campos, E. (2014). Biodiversidad de crustáceos decápodos (Crustacea: Decapoda) en México. *Scielo*. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v85sene/v85senea25.pdf>
5. Arias, J. (2021). *Diseño y metodología de investigación*. ENFOQUES CONSULTING EIRL. Obtenido de <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>
6. Arkiplus. (14 de noviembre de 2022). *Características de un buen ladrillo*. Obtenido de Arkiplus: <https://www.arkiplus.com/caracteristicas-de-un-buen-ladrillo/>
7. Arkiplus. (14 de noviembre de 2022). *Componentes del ladrillo*. Obtenido de Arkiplus: <https://www.arkiplus.com/componentes-del-ladrillo/>
8. Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación*. Grupo editorial patria. Obtenido de [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)
9. Barranzuela, J. (2014). *Proceso productivo de los ladrillos de arcillo producidos en la región Piura*. Piura. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1755/ICI\\_199.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1755/ICI_199.pdf)

10. Bochi, E. (2022). *Los cangrejos Brachyura: morfología y anatomía funcional*. General de la obra. Obtenido de <https://aquadocs.org/handle/1834/14394>
11. Briceño, L., & Peña, H. (2020). *Adición de vástago de plátano en la resistencia a compresión del ladrillo de arcilla artesanal, Sánchez Carrión, Huamachuco, 2020*. Universidad César Vallejo, Trujillo. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/64407/Brice%c3%b1o\\_GLR-Pe%c3%b1a\\_RHA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/64407/Brice%c3%b1o_GLR-Pe%c3%b1a_RHA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
12. COLORADO, L. F. (2015). *ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS LADRILLO DE ARCILLA FABRICADOS ARTESANALMENTE EN LA CIUDAD DE CAJABAMBA*. CAJABAMBA.
13. Construproductos. (14 de noviembre de 2022). *Bloque Pared 14 Cementos Pacasmayo*. Obtenido de Construproductos: <https://construproductos.com/producto/bloque-pared-14-aNqcD>
14. Cordova, D., & Vela, D. (2021). *Resistencia a la compresión del ladrillo sustituyendo cemento en 5%, polvo concha de abanico y 10% vidrio molido, Chimbote - 2021*. Universidad César Vallejos, Chimbote. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/63049/Cordova\\_MDA-Vela\\_CDP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/63049/Cordova_MDA-Vela_CDP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
15. Cortés, O., Rojas, R., Aceves, R., Caldera, J., & García, C. (2013). *Caracterización del perfil de temperaturas al interior de un horno*. Valle de Santiago. Obtenido de [https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias%20de%20la%20Ingenieria%20y%20Tecnologia%20T-I/Ciencias\\_Ingenier%C3%ADa\\_Tecnolog%C3%ADa\\_Handbook\\_T-I\\_10.pdf](https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias%20de%20la%20Ingenieria%20y%20Tecnologia%20T-I/Ciencias_Ingenier%C3%ADa_Tecnolog%C3%ADa_Handbook_T-I_10.pdf)
16. Curt, J. (2018). *Hoy presentamos en sociedad a los cangrejos marinos*. Obtenido de <https://armada.defensa.gob.es/archivo/rgm/2018/10/rgm102018cap06.pdf>
17. Deulofeuth, C., & Sereviche, J. (2019). *Incidencia de la adición del aserrín fino en las propiedades físicas de los ladrillos de arcilla*. Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias. Obtenido de <https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/10179/CRISTI>

AN%20DAVID%20DEULOFEUTH%20CARRERA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

18. Domínguez, M. (2015). La contaminación ambiental, un tema con compromiso social. *Scielo*. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-04552015000100001](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552015000100001)
19. Escudero, C., & Cortez, L. (2017). *Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica*. Editorial Utmach. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14207/1/Cap.1-Introducci%C3%B3n%20a%20la%20investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica.pdf>
20. Esteban, N. (2018). *Tipos de Investigación*. Universidad Santo Domingo. Obtenido de [https://core.ac.uk/display/250080756?utm\\_source=pdf&utm\\_medium=banner&utm\\_campaign=pdf-decoration-v1](https://core.ac.uk/display/250080756?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1)
21. García, T., & Roca, J. (2008). Industrialización de los crustáceos para la obtención de Quitosano en unguento con efecto cicatrizante. *Redalyc*, 24-32. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/816/81619829004.pdf>
22. Genovés, J. (2020). *“Efecto de la cascarilla de arroz y polvo de conchas de abanico en la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto, Trujillo - 2020*. Universidad César Vallejo, Trujillo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79099>
23. Gutiérrez, J., & González, C. (2016). Colección carcinológica: naturalización y conservación de crustáceos decápodos. *Unitru*, 4(1). Obtenido de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/REVSAGAS/article/view/2515#:~:text=Se%20presenta%20el%20proceso%20de,en%20espec%C3%ADmenes%20de%20regular%20tama%C3%B1o>.
24. Hernández , R. (2014). *Metodología de Investigación*. México: Mc Graw Hill. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Methodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

25. Hernández, R; Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación (Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta)*. México: Mc Graw Hill. Obtenido de [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf)
26. Martínez, A., & Cote, M. (2014). Diseño y Fabricación de ladrillo reutilizando Materiales a Base de PET. *Revistas científicas*, 10(2). Obtenido de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/493/402>
27. Martínez, B., Hernando, N., Bermúdez, A., & Márquez, E. (2016). Morfogeometría del caparazón del cangrejo *Damithrax spinosissimus* (Decapoda: Mithracidae) en tres islas del Caribe suroccidental. *scielo*, 64(2). Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v64n2/0034-7744-rbt-64-02-00667.pdf>
28. Meza, J., & Wu, M. (2018). *Los efectos de la adición del carbonato de calcio en el mejoramiento de las características de los ladrillos artesanales del distrito de Chilca, año 2018*. Universidad Privada del Norte, Lima. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24351>
29. Ministerio Del Ambiente. (2021). *Portafolio de mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales para el SECTOR ALFARERO Y DE PRODUCCIÓN DE LADRILLO EN COLOMBIA*. Bogotá: Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/12/PORTAFOLIO-BUENAS-PRACTICAS-SECTOR-LADRILLO.pdf>
30. Mosqueira, J., & Pinillos, M. (2021). *Análisis de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando ceniza de caparazón de cangrejo, Trujillo* -. Universidad César Vallejo, Trujillo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/90152>
31. Nieto, E. (2019). *Ladrillo;Mamposteria ornamental;Patrimonio inmueble;Proceso constructivo*. Universidad Católica de Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/8476>
32. Norma E.070 albañilería. (2019). Reglamento Nacional de Edificaciones. *Norma E.070 albañilería*. Lima, Lima, Perú. Obtenido de

<https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-alba-ileria-sencico.pdf>

33. Norma E.070 albañilería. (2020). Norma E.070 albañilería. *Decreto Supremo 011-2006*. Lima, Lima, Perú: Sencico. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5bITu7uyv/view>
34. Pacori, J., Turbo, V., & Lipa, L. (2022). Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un adoquín adicionando cenizas de ladrilleras artesanales. *Scielo*, 37(2). Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732022000200272&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732022000200272&script=sci_arttext)
35. Rotllant, G. (2020). *Caracterización de la reproducción de crustáceos decápodos: aspectos relevantes para la gestión pesquera*. Universidad del Magdalena. Obtenido de <https://digital.csic.es/handle/10261/203811>
36. Ruiz, Y. (2021). *“Resistencia mecánica de muros de mampostería con ladrillos artesanales con adición de cenizas de tallo de quinua, Huancané, Puno 2021*. Universidad César Vallejo, Lima. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/83072/Yucra\\_BR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/83072/Yucra_BR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
37. Salas, R., Gálvez, D., & Rosas, R. (2017). *La Quitina: Lo mejor de los desechos marinos*. México: UANL. Obtenido de <http://micongreso.org/micongreso.org/revistaftp/revistaCiencia84.pdf>
38. Santiago, A. L., Moraes, M., & Nunes, Z. M. (2020). *Adición de residuos de cangrejo Uçá, Ucides cordatus (Linnaeus, 1763) en hormigón para prefabricados: sustentabilidad para los actores de la cadena productiva en la costa norte de la Amazonía brasileña*. Universidade Federal do Pará, Brasil. Obtenido de <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/8259>
39. Seminario, R. (2013). *Variabilidad de las propiedades de los ladrillos industriales de 18 huecos en la ciudad de Piura*. Universidad de Piura, Piura. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1749/ICI\\_193.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1749/ICI_193.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



40. Sociedad nacional de pesquería. (22 de diciembre de 2020). *Sabías que el Cangrejo Violáceo*. Obtenido de Grupo pesquero: <https://www.grupopesquero.com/sabias-que-el-cangrejo-violaceo/>
41. Suquilanda, F. (2019). *Clasificación estructural de los ladrillos de arcilla cocida artesanal y semindustrial según Reglamento E- 070 de Albañilería- Lima 2018*. Universidad César Vallejo, Lima. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41558/Suquilanda\\_GFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41558/Suquilanda_GFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
42. Torres, M., Paz, K., & Salazar, F. (2019). *étodos de recolección de datos para una investigación*. Obtenido de <https://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/2817/1/M%c3%a9todos%20de%20recolecci%c3%b3n%20de%20datos%20para%20una%20investigaci%c3%b3n.pdf>
43. Valdivieso, R. (2018). *determinar a través de un proceso de reciclado de los restantes del caparazón del cangrejo Ucides*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/33489/1/VALDIVIESO%20PIGUAVE%20ROLANDO%20ADONIS.pdf>
44. Vargas, I. (03 de abril de 2017). *Se acerca el verano: La temporada de cangrejos comienza*. Obtenido de Washington Hispanic: <https://washingtonhispanic.com/metro/se-acerca-el-verano-la-temporada-de-cangrejos-comienza/>

## ANEXOS

### Anexo 01: Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo General:</b>	<b>Hipótesis General:</b>					
¿Cómo influye la adición de polvo de caparazón de cangrejo reciclado en las propiedades físico - mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco - 2022?	analizar de qué manera influye el polvo del caparazón de cangrejo en las propiedades físico mecánicas en el ladrillo artesanal de arcilla, Huamachuco – 2022.	La adición del polvo de caparazón de cangrejo mejora las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla, Huamachuco – 2022.	Independiente (X)	Polvo de caparazón de cangrejo reciclado	Dosificación	3%, 5% y 7% de polvo de caparazón de cangrejo.	Balanza
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos Específicos:</b>	<b>Hipótesis Específicos:</b>					
¿De qué manera influye la dosificación con adición de polvo de caparazón de cangrejo reciclado en las propiedades físico mecánicas el ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco - 2022?	Determinar cómo influye la dosificación con adición de polvo de caparazón de cangrejo reciclado en las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco – 2022.	La dosificación con la adición de polvo de caparazón de cangrejo reciclado influye en las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco – 2022.			Propiedades físicas	Absorción de agua (%) Alabeo (mm) Variación dimensional (mm)	Ficha de recopilación de datos del ensayo en laboratorio
De qué manera influye la adición de polvo de cangrejo reciclado en las propiedades físicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco - 2022?	Determinar de qué manera influye la adición del polvo de caparazón de cangrejo reciclado en las propiedades físicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco – 2022.	La adición del polvo de caparazón de cangrejo reciclado influye en las propiedades físicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco – 2022.	Dependiente (Y)	Propiedades físico - mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado			
¿ De qué manera influye la adición de polvo caparazón de cangrejo reciclado en las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco - 2022?.	Determinar de qué manera influye la adición del polvo de caparazón de cangrejo reciclado en las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco – 2022.	La adición del polvo de caparazón de cangrejo reciclado influye en las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, Huamachuco – 2022..			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	

**Anexo 02: Matriz de Operacionalización de variables.**

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independiente (X) Polvo de caparazón de cangrejo reciclado	El proceso para la obtención del polvo de caparazón de cangrejo se hace a partir de la recolección de algunas cevicherías, luego se procede al lavado y limpieza con agua y así poder quitar los excesos de carne que contienen, para luego proceder con la molienda. (Hurtado y Ovalle 2018)	Se procederá a adicionar polvo de caparazón de cangrejo en un 3%, 5% y 7%, para analizar y mejorar las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal.	Dosificación	3%, 5% y 7% de polvo de caparazón de cangrejo.	De razón
Dependiente (Y) Propiedades físico - mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado	Es una pieza cerámica, generalmente ortoédrica, obtenida por moldeo, secado y cocción a altas temperaturas de una pasta arcillosa, resisten la humedad y el calor. Se emplea en albañilería para la ejecución de paredes, ya sean muros, tabiques, tabicones, etc. Algunos ladrillos están hechos de arcillas resistentes al fuego para construir chimeneas y hornos. Otros están hechos con vidrio o se someten a procesos de vitrificación. Los ladrillos se pueden fabricar de diferentes formas, dependiendo de la manera en que se vayan a colocar sus costados largos (al hilo) y sus extremos cortos (cabezales). (Deleg 2010)  Se denomina al ladrillo como la unidad de albañilería fabricada con arcilla, esquistos arcillosos, o sustancias terrosas similares de ocurrencia natural, conformada mediante moldeo, prensado o extrusión y sometida a un tratamiento con calor a temperaturas elevadas. (NTP, 2003)	Se analizará las propiedades físicas (absorción de agua, alabeo y variación dimensional) y mecánicas (resistencia a la compresión) del ladrillo artesanal de arcilla, aplicando la NTP, mediante los ensayos en laboratorio.	Propiedades físicas	- Absorción de agua (%)	De razón
				- Alabeo (mm)	De razón
				- Variación dimensional (mm)	De razón
			Propiedades mecánicas	- Resistencia a la compresión	De razón


**Anexo 3: Instrumentos de recolección de datos. Ensayos de Laboratorio.**



## LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

<b>ENSAYO DE ALABEO</b>	
<b>NTP 339.163</b>	
PROYECTO	: "Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco – 2022"
SOLICITANTES	: Figueroa Calderon Víctor Pablo y Graos Lavado Jeremías Iván
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: TRUJILLO, 10 DE OCTUBRE DEL 2022
MUESTRA	: Elaborada por el solicitante

MUESTRA (N°)	Cara Superior		Cara Inferior		Promedio Caras		Promedio		Alabeo (mm)
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	
1	1.00	0.00	3.00	0.00	2.00	0.00	1.10	0.80	1.10
2	2.00	0.00	2.00	0.00	2.00	0.00			
3	1.00	0.00	0.00	2.00	0.50	1.00			
4	1.00	0.00	0.00	2.00	0.50	1.00			
5	1.00	0.00	0.00	4.00	0.50	2.00			

  
 MS. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

LABORATORIOS



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote  
Urb 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026  
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



# LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

## ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

NTP 339.163

PROYECTO	:	"Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco – 2022"
SOLICITANTE	:	Figuroa Calderon Victor Pablo y Graos Lavado Jeremías Iván
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	TRUJILLO, 10 DE OCTUBRE DEL 2022
MUESTRA	:	Elaborada por el solicitante

MUESTRA (N°)	Largo				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)			
1	22.20	22.00	22.10	22.30	22.15	23.50	5.74
2	21.80	21.60	22.10	21.80	21.83	23.50	7.13
3	21.90	22.00	21.90	22.00	21.95	23.50	6.60
4	21.90	22.00	22.00	22.10	22.00	23.50	6.38
5	22.30	21.80	22.60	22.20	22.23	23.50	5.43

MUESTRA (N°)	Ancho				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)			
1	13.00	12.90	12.60	13.00	12.88	13.50	4.63
2	12.60	13.00	12.70	12.30	12.65	13.50	6.30
3	12.50	12.70	12.80	13.00	12.75	13.50	5.56
4	12.70	12.80	12.80	13.20	12.88	13.50	4.63
5	12.50	12.90	12.80	12.90	12.78	13.50	5.37

MUESTRA (N°)	Altura				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)			
1	7.90	8.00	8.00	7.90	7.95	9.00	11.67
2	7.90	8.00	7.80	8.00	7.93	9.00	11.94
3	8.10	8.00	8.30	8.40	8.20	9.00	8.89
4	8.00	8.10	8.30	8.20	8.15	9.00	9.44
5	8.20	8.10	8.20	8.50	8.25	9.00	8.33



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote  
Urb 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026  
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



# LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

## ENSAYO DE ABSORCIÓN NTP 339.163

PROYECTO	: "Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco – 2022"
SOLICITANTE	: Figueroa Calderon Víctor Pablo y Graos Lavado Jeremías Iván
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: TRUJILLO, 10 DE OCTUBRE DEL 2022
MUESTRA	: Elaborada por el solicitante

MUESTRA (N°)	Wi (gr)	Wd (gr)	Ws (gr)	Absorción (%)
1	3650.00	3640.00	4150.00	14.0
2	3780.00	3760.00	4250.00	13.0
3	3570.00	3570.00	4090.00	14.6
4	3530.00	3520.00	4020.00	14.2
5	3480.00	3470.00	3960.00	14.1

Wi: Peso del ladrillo  
Wd: Peso del ladrillo seco  
Ws: Peso del ladrillo saturado

*Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña*  
ING. CIVIL  
CIP. N° 211074

# CRISAL

# LABORATORIOS



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote  
Urb 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026  
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



# LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

## ENSAYO DE COMPRESIÓN (f'b)

**NTP 339.163**

PROYECTO	:	"Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco – 2022"
SOLICITANTE	:	Figueroa Calderon Victor Pablo y Graos Lavado Jeremías Iván
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	TRUJILLO, 10 DE OCTUBRE DEL 2022
MUESTRA	:	Elaborada por el solicitante

### 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL LADRILLO:

Metodo de Fabricación: Artesanal      Materia Prima: Arcilla

*Bryan Emanuel Cardenas Saldaña*  
ING. CIVIL  
R.CIP. N° 211074

### 2. FORMAS DEL MURO:

MUESTRA (N°)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Peso (gr)
1	22.15	12.88	7.95	3590.00
2	21.83	12.65	7.93	3520.00
3	21.95	12.75	8.20	3620.00
4	22.00	12.88	8.15	3640.00
5	22.23	12.78	8.25	3550.00

### 3. RESULTADOS DE LA PRUEBA:

MUESTRA (N°)	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
1	285.18	285.18	8764.49	30.73
2	276.09	276.09	10804.95	39.14
3	279.86	279.86	8782.85	31.38
4	283.25	283.25	10829.43	38.23
5	283.92	283.92	5307.64	18.69

CARACTERÍSTICAS		RESULTADOS
VARIABILIDAD DIMENSIONAL	Largo	6.26%
	Ancho	5.30%
	Alto	10.06%
f'b prom. (kg/cm <sup>2</sup> )		31.64

DS: 8.19 (Desviación Estandar)  
CV: 26.09% (Coeficiente de Variabilidad)

f'b (característico):	23.45	kg/cm <sup>2</sup>
-----------------------	-------	--------------------

#### NOTA:

El laboratorio, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por tanto, solo responde por los resultados obtenidos en dicha muestra.



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote  
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026  
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com




# LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

## ENSAYO DE ALABEO

NTP 339.163

PROYECTO : "Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco - 2022"  
SOLICITANTES : Figueroa Calderon Victor Pablo y Graos Lavado Jeremías Iván  
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA  
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA : lunes, 28 de Noviembre de 2022  
MUESTRA : Ladrillo + 3% PCC

  
MS. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña  
ING. CIVIL  
R.C.P. N° 211074

MUESTRA (N°)	Cara Superior		Cara Inferior		Promedio Caras		Promedio		Alabeo (mm)
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	
1	3.50	0.00	0.50	0.00	2.00	0.00	1.00	0.75	1.00
2	0.50	0.00	0.00	3.00	0.25	1.50			
3	2.50	0.00	0.00	3.00	1.25	1.50			
4	1.00	0.00	0.00	1.50	0.50	0.75			
5	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00			

# CRISAL

# LABORATORIOS



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote  
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026  
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com





# LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

## ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

NTP 339.163

PROYECTO	:	"Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco – 2022"
SOLICITANTE	:	Figuroa Calderon Victor Pablo y Graos Lavado Jeremias Iván
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	lunes, 28 de Noviembre de 2022
MUESTRA	:	Ladrillo + 3% PCC

MUESTRA (N°)	Largo				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)			
1	22.30	21.80	22.10	22.40	22.15	23.50	5.74
2	22.20	22.10	22.00	22.20	22.13	23.50	5.85
3	22.80	22.30	22.20	22.20	22.38	23.50	4.79
4	22.60	22.10	21.80	22.20	22.18	23.50	5.64
5	22.50	22.00	21.90	22.30	22.18	23.50	5.64

MUESTRA (N°)	Ancho				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)			
1	12.90	12.70	12.80	12.60	12.75	13.50	5.56
2	12.80	12.70	12.70	12.80	12.75	13.50	5.56
3	12.90	12.70	12.80	12.70	12.78	13.50	5.37
4	12.90	12.60	12.70	12.60	12.70	13.50	5.93
5	13.10	12.70	12.90	12.30	12.75	13.50	5.56

MUESTRA (N°)	Altura				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)			
1	8.50	8.40	8.00	8.10	8.25	9.00	8.33
2	8.00	8.10	7.90	8.20	8.05	9.00	10.56
3	8.10	8.20	8.10	8.10	8.13	9.00	9.72
4	8.20	8.40	8.00	7.90	8.13	9.00	9.72
5	8.00	8.10	8.50	8.50	8.28	9.00	8.06

  
ING. CIVIL  
R.C.I.P. N° 211074



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote  
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026  
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



# LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

## ENSAYO DE COMPRESIÓN (f'b)

NTP 339.163

PROYECTO	:	"Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco – 2022"
SOLICITANTE	:	Figueroa Calderon Victor Pablo y Graos Lavado Jeremías Iván
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	lunes, 28 de Noviembre de 2022
MUESTRA	:	Ladrillo + 3% PCC

### 1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

Metodo de Fabricación: Artesanal      Materia Prima: Arcilla

*Bryan Emanuel Cardenas Saldaña*  
ING. CIVIL  
R.C.I.P. N° 211974

### 2. DIMENSIONES Y PESO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ENSAYADAS

MUESTRA (N°)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Peso (gr)
1	22.15	12.75	8.25	3454.60
2	22.13	12.75	8.05	3438.40
3	22.38	12.78	8.13	3426.90
4	22.18	12.70	8.13	3458.80
5	22.07	12.80	8.12	3350.00

### 3. RESULTADOS DE LA PRUEBA - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA (N°)	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
1	282.41	282.41	14197.56	50.27
2	282.09	282.09	11977.63	42.46
3	285.84	285.84	11197.55	39.17
4	281.62	281.62	12452.82	44.22
5	282.50	282.50	12554.79	44.44

CARACTERISTICAS		RESULTADOS
VARIACIÓN DIMENSIONAL	Largo	5.62%
	Ancho	5.52%
	Alto	9.63%
f'b prom. (kg/cm <sup>2</sup> )		44.11

DS: 4.04 (Desviación Estandar)  
CV: 9.13% (Coeficiente de Variabilidad)

f'b (característico): 40.08 kg/cm<sup>2</sup>

#### NOTA:

El laboratorio, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por tanto, solo responde por los resultados obtenidos en dicha muestra.



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote  
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026  
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



# LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

## ENSAYO DE ABSORCIÓN NTP 339.163

PROYECTO : "Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco – 2022"  
SOLICITANTE : Figueroa Calderon Víctor Pablo y Graos Lavado Jeremías Iván  
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA  
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA : Lunes, 28 de Noviembre de 2022  
MUESTRA : Ladrillo + 3% PCC

MUESTRA (N°)	Wi (gr)	Wd (gr)	Ws (gr)	Absorción (%)
1	3472.80	3470.00	3907.50	12.6
2	3381.30	3380.00	3768.20	11.5
3	3432.80	3430.00	3783.80	10.3
4	3422.20	3420.00	3807.10	11.3
5	3436.70	3433.30	3876.30	12.9

Wi: Peso del ladrillo  
Wd: Peso del ladrillo seco  
Ws: Peso del ladrillo saturado

*[Handwritten Signature]*  
ING. CIVIL  
R.O.P. N° 211074

# CRISAL

# LABORATORIOS



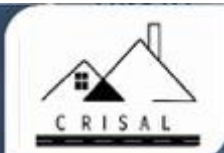
W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote  
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026  
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



# LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

## ENSAYO DE ALABEO

NTP 339.163

PROYECTO : "Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco - 2022"  
SOLICITANTES : Figueroa Calderon Victor Pablo y Graos Lavado Jeremias Iván  
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA  
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA : lunes, 28 de Noviembre de 2022  
MUESTRA : Ladrillo + 5% PCC

  
MS. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña  
ING. CIVIL

MUESTRA (N°)	Cara Superior		Cara Inferior		Promedio Caras		Promedio		Alabeo (mm)
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	
1	1.00	0.00	0.00	2.50	0.50	1.25	0.70	1.25	1.25
2	0.00	1.50	2.50	0.00	1.25	0.75			
3	1.00	0.00	0.00	3.00	0.50	1.50			
4	0.50	0.00	0.00	3.00	0.25	1.50			
5	2.00	0.00	0.00	2.50	1.00	1.25			

# CRISAL

# LABORATORIOS



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote  
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026  
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



# LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

## ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

NTP 339.163

PROYECTO	:	"Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco – 2022"
SOLICITANTE	:	Figueroa Calderon Victor Pablo y Graos Lavado Jeremías Iván
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	lunes, 28 de Noviembre de 2022
MUESTRA	:	Ladrillo + 5% PCC

MUESTRA (N°)	Largo				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)			
1	22.30	22.10	21.70	22.00	22.03	23.50	6.28
2	22.20	22.40	22.30	22.00	22.23	23.50	5.43
3	22.30	22.00	21.90	22.80	22.25	23.50	5.32
4	22.00	22.20	22.30	22.10	22.15	23.50	5.74
5	22.20	22.90	21.90	21.80	22.20	23.50	5.53

MUESTRA (N°)	Ancho				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)			
1	12.40	12.90	12.60	13.10	12.75	13.50	5.56
2	13.00	12.70	12.80	12.50	12.75	13.50	5.56
3	12.80	12.90	12.80	12.70	12.80	13.50	5.19
4	12.90	13.00	12.90	13.10	12.98	13.50	3.89
5	12.60	13.10	12.50	12.90	12.78	13.50	5.37

MUESTRA (N°)	Altura				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)			
1	8.30	8.20	8.90	8.30	8.43	9.00	6.39
2	8.30	8.50	8.10	8.20	8.28	9.00	8.06
3	8.00	8.10	8.20	8.10	8.10	9.00	10.00
4	8.10	8.20	8.00	8.00	8.08	9.00	10.28
5	8.20	8.30	8.40	8.10	8.25	9.00	8.33

  
ING. CIVIL  
P.CIP. N° 211074



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote  
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026  
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



# LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

## ENSAYO DE COMPRESIÓN (fb) NTP 339.163

PROYECTO	:	"Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco – 2022"
SOLICITANTE	:	Figuroa Calderon Víctor Pablo y Graos Lavado Jeremías Iván
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	lunes, 28 de Noviembre de 2022
MUESTRA	:	Ladrillo + 5% PCC

### 1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

Metodo de Fabricación: Artesanal      Materia Prima: Arcilla

*Bryan Emanuel Cardenas Saldaña*  
ING. CIVIL  
R.C.I.P. N° 211974

### 2. DIMENSIONES Y PESO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ENSAYADAS

MUESTRA (N°)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Peso (gr)
1	22.03	12.75	8.43	3416.30
2	22.23	12.75	8.28	3450.80
3	22.25	12.80	8.10	3303.30
4	22.15	12.98	8.08	3558.70
5	22.20	12.78	8.25	3440.00

### 3. RESULTADOS DE LA PRUEBA - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA (N°)	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
1	280.82	280.82	3348.76	11.92
2	283.37	283.37	3936.12	13.89
3	284.80	284.80	4708.05	16.53
4	287.40	287.40	4828.37	16.80
5	283.61	283.61	3910.63	13.79

CARACTERISTICAS	RESULTADOS	
VARIACIÓN DIMENSIONAL	Largo	5.66%
	Ancho	5.11%
	Alto	8.61%
f'b prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	14.59	

DS: 2.05 (Desviación Estandar)  
CV: 14.79% (Coeficiente de Variabilidad)

f'b (característico): 12.53 kg/cm<sup>2</sup>

#### NOTA:

El laboratorio, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por tanto, solo responde por los resultados obtenidos en dicha muestra.



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote  
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026  
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



# LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

## ENSAYO DE ABSORCIÓN NTP 339.163

PROYECTO	: "Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco – 2022"
SOLICITANTE	: Figueroa Calderon Victor Pablo y Graos Lavado Jeremías Iván
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: Lunes, 28 de Noviembre de 2022
MUESTRA	: Ladrillo + 5% PCC

MUESTRA (N°)	Wi (gr)	Wd (gr)	Ws (gr)	Absorción (%)
1	3401.12	3387.50	3785.30	11.74
2	3492.80	3439.20	3835.10	11.54
3	3414.60	3409.50	3795.90	11.33
4	3525.14	3501.40	3891.10	11.13
5	3414.60	3350.10	3715.10	10.90

Wi: Peso del ladrillo  
Wd: Peso del ladrillo seco  
Ws: Peso del ladrillo saturado



*Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña*  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote  
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026  
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



# LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

## ENSAYO DE ALABEO

NTP 339.163

PROYECTO : "Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco – 2022"  
SOLICITANTES : Figueroa Calderon Victor Pablo y Graos Lavado Jeremías Iván  
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA  
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA : lunes, 28 de Noviembre de 2022  
MUESTRA : Ladrillo + 7% PCC

  
MS. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
ING. CIVIL

R.C.P. N° 211074

MUESTRA (N°)	Cara Superior		Cara Inferior		Promedio Caras		Promedio		Alabeo (mm)
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	
1	1.50	0.00	2.00	0.00	1.75	0.00	1.00	1.10	1.10
2	1.50	0.00	0.00	2.50	0.75	1.25			
3	0.00	1.50	0.00	4.50	0.00	3.00			
4	3.00	0.00	0.00	2.50	1.50	1.25			
5	0.50	0.00	1.50	0.00	1.00	0.00			

CRISAL

LABORATORIOS



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote  
Urb 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026  
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com





# LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

## ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL


NTP 339.163

PROYECTO	:	"Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco – 2022"
SOLICITANTE	:	Figueroa Calderon Víctor Pablo y Graos Lavado Jeremías Iván
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	lunes, 28 de Noviembre de 2022
MUESTRA	:	Ladrillo + 7% PCC

MUESTRA (N°)	Largo				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)			
1	22.50	22.10	21.80	22.10	22.13	23.50	5.85
2	21.80	22.20	22.00	22.40	22.10	23.50	5.96
3	21.60	21.40	21.30	21.20	21.38	23.50	9.04
4	22.10	22.30	21.80	22.60	22.20	23.60	5.53
5	21.40	21.60	22.50	22.10	21.90	23.50	6.81

MUESTRA (N°)	Ancho				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)			
1	12.90	13.00	12.80	12.60	12.83	13.50	5.00
2	12.70	12.60	13.00	13.10	12.85	13.50	4.81
3	13.30	13.50	13.00	13.40	13.30	13.50	1.48
4	12.70	13.20	12.90	12.50	12.83	13.50	5.00
5	13.90	13.50	12.30	13.30	13.25	13.50	1.85

MUESTRA (N°)	Altura				Promedio (cm)	Dimensión Nominal (cm)	Variación Dimensional (%)
	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)			
1	8.10	8.00	8.30	8.50	8.23	9.00	8.61
2	8.40	8.10	8.50	8.10	8.28	9.00	8.06
3	8.10	8.70	8.00	8.80	8.40	9.00	6.67
4	8.10	8.20	8.60	8.40	8.33	9.00	7.50
5	8.20	8.00	8.50	8.20	8.23	9.00	8.61

  
ING. CIVIL  
R. O. P. N° 211074



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote  
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026  
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



# LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

## ENSAYO DE COMPRESIÓN (f<sub>b</sub>)

**NTP 339.163**

PROYECTO	:	"Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco – 2022"
SOLICITANTE	:	Figueroa Calderon Victor Pablo y Graos Lavado Jeremías Iván
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	lunes, 28 de Noviembre de 2022
MUESTRA	:	Ladrillo + 7% PCC

### 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

Metodo de Fabricación: Artesanal      Materia Prima: Arcilla

*Bryan Emanuel Cardenas Saldana*  
ING. CIVIL  
R.C.I.P. N° 211074

### 2. DIMENSIONES Y PESO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ENSAYADAS

MUESTRA (N°)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Peso (gr)
1	22.13	12.83	8.23	3590.00
2	22.10	12.85	8.28	3470.00
3	21.38	13.30	8.40	3600.00
4	22.20	12.83	8.33	3490.00
5	21.90	13.25	8.23	3510.00

### 3. RESULTADOS DE LA PRUEBA - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA (N°)	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	f <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
1	283.75	283.75	1229.78	4.33
2	283.99	283.99	1105.38	3.89
3	284.29	284.29	1191.03	4.19
4	284.72	284.72	1207.35	4.24
5	290.18	290.18	1309.32	4.51

CARACTERÍSTICAS	RESULTADOS
VARIACIÓN DIMENSIONAL	Largo 6.64%
	Ancho 3.63%
	Alto 7.89%
f <sub>b</sub> prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	4.23

DS: 0.23 (Desviación Estandar)  
CV: 5.35% (Coeficiente de Variabilidad)

f<sub>b</sub> (característico): 4.01 kg/cm<sup>2</sup>

#### NOTA:

El laboratorio, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por tanto, solo responde por los resultados obtenidos en dicha muestra.



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote  
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026  
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



# LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

## ENSAYO DE ABSORCIÓN NTP 339.163

PROYECTO : "Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco – 2022"  
SOLICITANTE : Figueroa Calderon Victor Pablo y Graos Lavado Jeremías Iván  
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA  
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA : lunes, 28 de Noviembre de 2022  
MUESTRA : Ladrillo + 7% PCC

MUESTRA (N°)	Wi (gr)	Wd (gr)	Ws (gr)	Absorción (%)
1	3363.00	3358.30	3802.50	13.2
2	3412.60	3407.30	3897.12	14.4
3	3586.90	3393.20	3851.90	13.5
4	3503.40	3499.10	3997.10	14.2
5	3452.70	3450.60	3954.10	14.6

Wi: Peso del ladrillo  
Wd: Peso del ladrillo seco  
Ws: Peso del ladrillo saturado

CRISAL

LABORATORIOS



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote  
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026  
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



# LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

## PESO UNITARIO VOLUMETRICO ASTM D 1587

<b>PROYECTO</b>	: "Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caperazón de concreto reciclado, Huamachuco - 2022"
<b>SOLICITANTE</b>	: Figueroa Calderon Victor Pablo y Grass Lavado Jeremías Iván
<b>RESPONSABLE</b>	: ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA
<b>UBICACIÓN</b>	: HUAMACHUCO
<b>FECHA</b>	: OCTUBRE 2022
<b>MUESTRA</b>	: (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO DEL SUELO		
Frasco Graduado		
Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	294.70	294.70
Volumen del frasco (cm <sup>3</sup> )	1180.60	1180.60
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	1845.70	1870.45
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1551.00	1575.75
Peso Unitario Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1.314	1.335
Contenido de Humedad (%)	8.04%	
Peso Unitario Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.313	1.334
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1.323	

ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
ING. CIVIL  
R.C.I.P. N° 211974



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote  
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026  
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



# LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D - 422

**PROYECTO** : "Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco - 2022"

**SOLICITANTE** : Figueroa Calderon Victor Pablo y Graos Lavado Jeremias Iván

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO

**FECHA** : OCTUBRE 2022

**MUESTRA** : (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

### DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 962.50

Peso perdido por lavado : 37.50

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.300	0.00	0.00	0.00	100.00
No4	4.750	7.70	0.77	0.77	99.23
No8	2.360	65.60	6.56	7.33	92.67
No10	2.000	5.00	0.50	7.83	92.17
No16	1.180	179.90	17.99	25.82	74.18
No20	0.850	102.80	10.28	36.10	63.90
No30	0.600	123.20	12.32	48.42	51.58
No40	0.425	103.50	10.35	58.77	41.23
No50	0.300	151.60	15.16	73.93	26.07
No60	0.250	87.40	8.74	82.67	17.33
No80	0.180	36.50	3.65	86.32	13.68
No100	0.150	17.20	1.72	88.04	11.96
No200	0.075	82.10	8.21	96.25	3.75
PLATO		37.50	3.75	100.00	0.00
Total		1000.00	100.00		



Emanuel Cardenas Saldaña  
ING. CIVIL  
R.C.I.P. N° 211074

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote  
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026  
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



# LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216

**PROYECTO** : "Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco - 2022"

**SOLICITANTE** : Figueroa Calderon Victor Pablo y Graos Lavado Jeremias Iván

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO


**FECHA** : OCTUBRE 2022

**MUESTRA** : (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

## CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de la tara (g)	21.72	21.68	21.71
Peso de la tara + suelo húmedo (g)	77.70	74.20	75.10
Peso de la tara + suelo seco (g)	74.57	68.76	71.78
Peso del suelo seco (g)	52.85	47.08	50.07
Peso del agua (g)	3.13	5.44	3.32
% de humedad (%)	5.92	11.55	6.63
% de humedad promedio (%)	8.04		


  
MS. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
ING. CIVIL  
R.C.I.P. N° 211074

W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote  
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026  
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

## Anexo 04: Certificados de calibración de los Equipos.



**LABORATORIO DE METROLOGIA**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-1990-2022**

DESTINATARIO : CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.  
 DIRECCIÓN : MZA. W1 LOTE. 8A URB. COVICORTI LA LIBERTAD - TRUJILLO  
 FECHA : 2022/09/07  
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA- PYS EQUIPOS

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: BALANZA

MARCA : OHAUS	CAPACIDAD MÁXIMA	30 Kg
Nº DE SERIE : 8356390693	DIV. DE ESCALA ( d )	0.001 g
MODELO : R21PE30ZH	DIV. DE VERIFICACIÓN ( e )	0.010 g
TIPO : ELECTRÓNICA	CÓDIGO DE LA BALANZA	NO INDICA
CLASE : III	CAPACIDAD MÍNIMA	0.02 kg

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: M-1541,M-1543,M-1544,M-1545 / 2021

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-2009 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001/Indecopi

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	17.7	17.7		79	80


Medición Nº	Carga L1 = 15.000 kg			Carga L2 = 30.000 kg		
	I ( kg )	ΔL ( kg )	E ( kg )	I ( kg )	ΔL ( kg )	E ( kg )
1	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0005	0.0000
2	15.000	0.0004	0.0001	30.001	0.0008	0.0007
3	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0004	0.0001
4	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0004	0.0001
5	15.000	0.0005	0.0000	30.001	0.0009	0.0006
6	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0005	0.0000
7	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0006	-0.0001
8	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0004	0.0001
9	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0004	0.0001
10	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0005	0.0000

$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$

Carga ( kg )	Diferencia Máxima ( kg )	E.M.P. ( kg )
15.00	0.0002	0.002
30.00	0.0008	0.003

**OBSERVACIONES:**

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PyS EQUIPOS EIRL
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
 Web Page: www.pys.pe

\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.\*

### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	17.7	17.7

	Inicial	Final
	80	80

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (kg)	
	Carga Mínima* (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)		Ec (kg)
1	0.010	0.010	0.0006	-0.0001	10.000	10.000	0.0008	-0.0003	-0.0002	0.002
2		0.010	0.0007	-0.0002		9.999	0.0005	-0.0010	-0.0008	0.002
3		0.010	0.0007	-0.0002		9.999	0.0004	-0.0009	-0.0007	0.002
4		0.010	0.0008	-0.0003		10.000	0.0008	-0.0003	0.0000	0.002
5		0.010	0.0007	-0.0002		10.000	0.0008	-0.0003	-0.0001	0.002

\* Valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	17.7	17.8

	Inicial	Final	Final
H.R. (%)	80	80	80

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (kg)
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0.01	0.010	0.0008	-0.0003						
0.20	0.20	0.0007	-0.0002	0.0001	0.20	0.0007	-0.0002	0.0001	0.001
0.10	0.10	0.0006	-0.0001	0.0002	0.10	0.0007	-0.0002	0.0001	0.001
0.50	0.50	0.0006	-0.0001	0.0002	0.50	0.0007	-0.0002	0.0001	0.001
1.00	1.00	0.0006	-0.0001	0.0002	1.00	0.0007	-0.0002	0.0001	0.001
5.00	5.00	0.0006	-0.0001	0.0002	5.00	0.0007	-0.0002	0.0001	0.001
10.00	10.00	0.0007	-0.0002	0.0001	10.00	0.0007	-0.0002	0.0001	0.002
15.00	15.00	0.0007	-0.0002	0.0001	15.00	0.0007	-0.0002	0.0001	0.002
20.00	20.00	0.0005	0.0000	0.0003	20.00	0.0008	-0.0003	0.0000	0.002
25.00	25.00	0.0006	-0.0001	0.0002	25.00	0.0006	0.0009	0.0012	0.003
30.00	30.00	0.0008	-0.0003	0.0000	30.00	0.0008	0.0007	0.0010	0.003

$$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:

$$U = 2 \sqrt{0,000418 \text{ kg}^2 + 5,9 \times 10^{-9} R^2}$$

Revisado por:  
Eler Pozo S  
Dpto. Metrologia

Calibrado por:  
Javier Negrón C.  
Dpto. Metrologia



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.





LABORATORIO DE METROLOGIA

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LT-1420-2022

Página: 1 de 3

**SOLICITANTE:**

**CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C**

**DIRECCIÓN:**

MZA. W1 LOTE. 8A URB. COVICORTI LA LIBERTAD – TRUJILLO.

**EQUIPO:**

HORNO ELECTRICO

**MARCA:**

PYS EQUIPOS

**MODELO:**

101-2B

**N° SERIE:**

21030634

**PROCEDENCIA:**

CHINA

**IDENTIFICACIÓN:**

NO INDICA

**UBICACIÓN:**

Laboratorio Temperatura – PYS EQUIPOS.

**TEMPERATURA DE TRABAJO:** 110°C

DESCRIPCIÓN	CONTROL	INSTRUMENTO DEL EQUIPO
Alcance De Indicación	300 °c	(*)
Div. Escala / Resolución	0.1	(*)
Tipo	Digital	(*)

### FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN

La calibración se efectuó el 2022/09/08 en las instalaciones del Laboratorio Temperatura – PYS EQUIPOS.

### MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN:

La calibración se efectuó por comparación con patrones que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, tomando como referencia el Procedimiento de Calibración de Incubadoras y Estufas PC-007 del SNM/INDECOPI.

Se utilizó un termómetro patrón con Certificado de Calibración 020-CT-T-2022 trazable a CORPORACION 2M & N/INACAL

### RESULTADOS:

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Ambiental: 20.7 °C Humedad Relativa: 76 % Presión Ambiental: 1 bar


Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

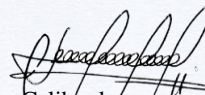
### OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO". (\*)

La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o reglamentos vigentes.

Los resultados se refieren únicamente al instrumento ensayado en el momento de la calibración y en las condiciones especificadas en este documento. No se realizó ningún tipo de ajuste al equipo antes de la calibración."

  
Revisado por:  
Eler Pozo Solis  
Dpto. de Metrología

  
Calibrado por:  
Javier Negrón C.  
Técnico.

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: [ventas@pys.pe](mailto:ventas@pys.pe) / [metrologia@pys.pe](mailto:metrologia@pys.pe)

Web Page: [www.pys.pe](http://www.pys.pe)



\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.\*



LABORATORIO DE METROLOGIA

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LT-1420-2022

Página: 2 de 3

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110 °C													
Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación de termómetros patrones										Temperatura promedio (°C)	Tmax - Tmin
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	109.9	109.6	108.9	106.3	109.0	106.8	110.1	110.1	115.6	113.6	110.0	9.3
02	110	109.7	109.6	108.9	106.2	109.2	106.7	110.2	110.1	115.7	113.2	110.0	9.5
04	110	109.6	109.8	109.0	106.1	109.2	106.7	110.3	110.2	115.9	113.7	110.1	9.8
06	110	109.8	109.8	109.1	106.3	109.3	107.0	110.4	110.3	115.7	113.7	110.1	9.4
08	110	109.8	109.9	109.2	106.4	109.4	106.9	110.4	110.5	115.8	113.8	110.2	9.4
10	110	110.2	110.1	109.4	106.8	110.0	107.2	110.7	110.7	116.1	113.9	110.5	9.3
12	110	109.6	110.0	109.2	106.6	109.7	106.9	110.5	110.5	115.3	113.7	110.2	8.7
14	110	109.8	109.8	109.0	106.6	109.4	106.7	110.4	110.2	115.7	113.7	110.1	9.1
16	110	110.3	110.2	109.4	106.8	109.7	107.1	110.7	110.8	116.6	114.3	110.6	9.8
18	110	110.0	110.1	109.3	106.6	109.3	107.1	110.7	110.5	115.6	114.3	110.4	9.0
20	110	110.5	110.1	109.3	106.6	109.6	107.0	110.6	110.7	115.8	113.9	110.4	9.2
22	110	110.4	110.1	109.3	106.8	109.7	106.8	110.5	110.6	115.9	113.7	110.4	9.1
24	110	110.1	110.0	109.3	106.3	109.4	107.0	110.5	110.5	115.5	114.2	110.3	9.2
26	110	109.7	109.8	109.0	106.3	109.3	106.8	110.3	110.3	114.9	113.5	110.0	8.6
28	110	109.1	109.4	108.6	106.1	108.7	106.5	110.0	110.0	114.8	114.0	109.7	8.7
30	110	109.2	109.6	108.7	106.3	109.1	106.5	110.1	110.1	115.3	113.7	109.9	9.0
32	110	109.5	109.5	108.8	106.1	109.1	106.8	110.1	110.1	115.3	113.7	109.9	9.2
34	110	109.8	109.7	108.9	106.3	109.1	106.8	110.2	110.2	115.6	113.6	110.0	9.3
36	110	109.2	109.5	108.7	106.1	109.1	106.3	109.9	110.0	114.8	113.0	109.7	8.7
38	110	109.6	109.4	108.7	106.0	109.2	106.5	109.9	110.0	115.1	112.9	109.7	9.1
40	110	109.1	109.4	108.7	106.1	109.1	106.5	110.0	109.9	115.1	113.7	109.8	9.0
<b>T. PROM.</b>	110	<b>109.8</b>	<b>109.8</b>	<b>109.0</b>	<b>106.4</b>	<b>109.3</b>	<b>106.8</b>	<b>110.3</b>	<b>110.3</b>	<b>115.5</b>	<b>113.7</b>	110.1	
<b>T. MAX.</b>	110	110.5	110.2	109.4	106.8	110.0	107.2	110.7	110.8	116.6	114.3		
<b>T. MIN.</b>	110	109.1	109.4	108.6	106.0	108.7	106.3	109.9	109.9	114.8	112.9		
<b>DTT</b>	<b>0.0</b>	<b>1.4</b>	<b>0.8</b>	<b>0.8</b>	<b>0.8</b>	<b>1.3</b>	<b>0.9</b>	<b>0.8</b>	<b>0.9</b>	<b>1.8</b>	<b>1.4</b>		

DTT: Diferencia de temperatura (T. Max - T. Min.)

Temperatura Ambiental Promedio: 15 °C  
 Tiempo de calibración del equipo: 40 minutos  
 Tiempo de estabilización del equipo: 1 h 20 min

DESVIACIÓN MÁXIMA DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO		INCERTIDUMBRE (± °C)
EN EL TIEMPO (°C)	EN EL ESPACIO (°C)	
10.2	3.9	2.0

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

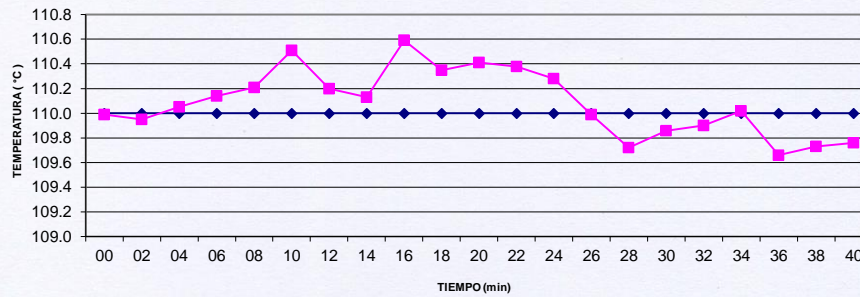
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe

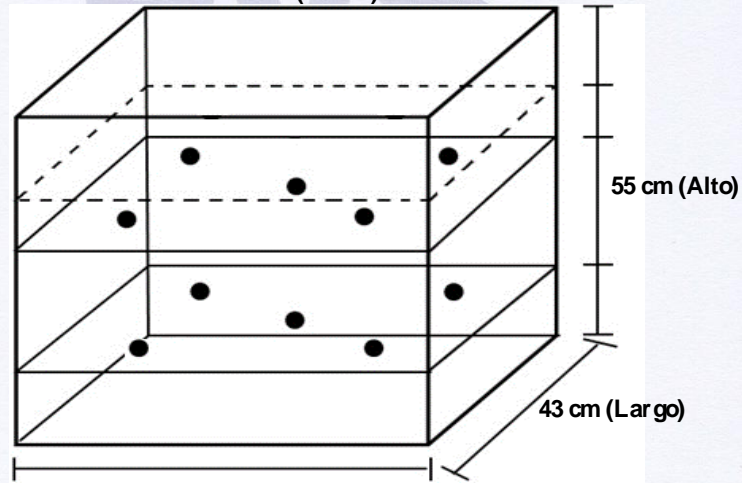
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



### "DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C"



### UBICACIÓN DE LOS SENSORES 54.5 cm (Ancho)



Los termopares 5 y 10 están ubicados sobre el centro de sus respectivos niveles a 1,5 cm por encima de ellos.

Los demás termopares están ubicados a un cuarto de la longitud de los lados del equipo (en el centro de cada cuadrante) y a 1,5 cm por encima de sus niveles.

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: [ventas@pys.pe](mailto:ventas@pys.pe) / [metrologia@pys.pe](mailto:metrologia@pys.pe)

Web Page: [www.pys.pe](http://www.pys.pe)





LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-1511-2022

Pág. 1 de 3

INSTRUMENTO : PRENSA CONCRETO  
MARCA : PYS EQUIPOS  
MODELO : STYE-2000  
N° SERIE : 2205181 MARCA/MODELO INDICADOR: NI - CL-03E  
RANGO DE MEDICION : 0 – 100.000 kgf  
SOLICITANTE : CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.  
DIRECCION : MZA. W1 LOTE 8A URB. COMCORTI LA LIBERTAD – TRUJILLO  
CLASE DE PRECISION : 1  
FECHA DE CALIBRACION : 2022-09-08  
METODO DE CALIBRACIÓN : Comparación Directa  
LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE FUERZA – PYS EQUIPOS

- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de la organización que lo emite.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. La organización que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
- *El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados*

EPP

Revisado por:  
Eler Pozo S.  
Dpto. Metrología

Calibrado por:  
Javier Negrón C.  
Dpto. Metrología



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: [ventas@pys.pe](mailto:ventas@pys.pe) / [metrologia@pys.pe](mailto:metrologia@pys.pe)  
Web Page: [www.pys.pe](http://www.pys.pe)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-1511-2022

Pág. 2 de 3

TRAZABILIDAD : CELDA DE CARGA

Marca : KELI  
Serie N° : 91  
Capacidad : 2000KN (nominal)

INDICADOR DIGITAL

Marca : HIGH-WEIGH  
Modelo : 315-X5  
Serie N° : 0332565

La celda patrón empleada en la calibración mantiene la trazabilidad durante las mediciones realizadas a la máquina de ensayo ya que se encuentra trazada por el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Expediente: INF-LE 238-21 A

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Error de Exactitud : -0.22%

Error de repetibilidad : 0.20%

Resolución : 0.100 %

De acuerdo con los datos anteriores y según la clasificación de la Norma internacional ISO 7500-1 la máquina de ensayos se encuentra clasificada

La MAQUINA descrita CUMPLE con los errores máximos tolerados en uso, según lo estipulado en la Norma ASTM E74-06 y se procedió a aplicar valores de carga indicadas en la página 4. El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga de celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: [ventas@pys.pe](mailto:ventas@pys.pe) / [metrologia@pys.pe](mailto:metrologia@pys.pe)

Web Page: [www.pys.pe](http://www.pys.pe)



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-1511-2022

Pág. 3 de 3

#### CONDICIONES AMBIENTALES

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	22.8	22.6		85	84

#### RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

Lectura Máquina (Fi)			Lectura del patrón			
			1(ASC)	2(ASC)	3(ASC)	PROMEDIO LECTURAS
%	kgf	kN	kN	kN	kN	kN
10	10197	100.00	100.13	100.32	100.22	100.22
20	20395	200.00	200.35	200.45	200.25	200.35
30	30592	300.00	300.38	300.28	300.48	300.38
40	40789	400.00	400.31	400.50	400.70	400.50
50	50987	500.00	500.43	500.63	500.43	500.43
60	61184	600.00	600.36	600.56	600.66	600.56
70	71381	700.00	700.29	700.49	700.39	700.39
80	81579	800.00	800.03	800.12	800.12	800.12
90	91776	900.00	899.96	900.15	900.35	900.15
100	101973	1000.00	1000.08	1000.57	1000.38	1000.38
Lectura máquina después de la fuerza			0	0	0	—

Lectura Máquina (Fi)			Cálculo de errores relativos		Resolución	Incertidumbre
			Exactitud	Repetibilidad		
%	kgf	kN	a(%)	b(%)	a(%)	U(%)
10	10197	100.00	-0.22	0.20	0.100	0.271
20	20395	200.00	-0.17	0.10	0.050	0.248
30	30592	300.00	-0.13	0.07	0.033	0.244
40	40789	400.00	-0.13	0.10	0.025	0.247
50	50987	500.00	-0.09	0.04	0.020	0.242
60	61184	600.00	-0.09	0.05	0.017	0.242
70	71381	700.00	-0.06	0.03	0.014	0.241
80	81579	800.00	-0.02	0.01	0.012	0.240
90	91776	900.00	-0.02	0.04	0.011	0.241
100	101973	1000.00	-0.04	0.05	0.010	0.242
Error de cero fo (%)			0	0	No aplica	Error máx. de cero(0)=0.00

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe



"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."

**Anexo 05: Análisis Químico del caparazón del cangrejo.**

**LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.**

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC: 20605355189



**REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE  
MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X**

<b>SOLICITANTE</b>	GRAOS LAVADO JEREMIAS IVAN FIGUEROA CALDERON VICTOR PABLO
<b>TESIS</b>	"Propiedades fisico mecanicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, adicionando polvo de caparazon de cangrejo reciclado, Huamachuco - 2022"
<b>MUESTRA</b>	POLVO DE CAPARAZON DE CANGREJO RECICLADO
<b>FECHA</b>	01 DE DICIEMBRE DEL 2022

**MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO**

**1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES**

**CONDICIONES DE LA MEDICION:**

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca

BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.

Fuente de rayos x: tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA

CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)

Concentración: g/l.

**2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA**

Se analizó 25 mg de la muestra de POLVO DE CAPARAZON DE CANGREJO RECICLADO, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

**3. METODO**

- BASADO EN LA NORMA : ASTM C25
- VOLUMETRIA : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO  
ANALISTA RESPONSABLE

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA  
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



**AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL**

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



4. RESULTADOS

Parametros	unidades	muestra
SiO <sub>2</sub>	%	14.88
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	3.23
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	1.25
CaO	%	42.26
MgO	%	19.05
K <sub>2</sub> O	%	5.23
Na <sub>2</sub> O	%	3.25
TiO <sub>2</sub>	%	<0.01

5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada (véase la figura 1) con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontró principalmente óxido de Calcio (CaO) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; aluminio (Al), hierro (Fe), potasio (K) y sodio (Na).

  
CARLOS ROBERTO  
INGENIERO QUÍMICO  
CIP 1225



Trujillo, 06 de Noviembre del 2022

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



## Anexo 06: Validación de instrumentos por expertos

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO: Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado.

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: JULCAMPARO ISPILCO JHERIMMY FRANK  
 DNI: 72197251 Telf. Celular: 975427591  
 Profesión: Ingeniero Civil  
 Institución donde labora: Municipalidad Provincial de Cajabamba  
 Instrumentos de evaluación: Resultados de ensayos realizados según la NTP 339.163.  
 Objetivo del instrumento: Determinar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado.  
 Autores de los instrumentos: Figueroa Calderon Victor Pablo / Graos Lavado Jeremías Ivan

### I. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Criterios	Indicadores	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		1	2	3	4	5
Claridad	Esta formulado en lenguaje apropiado					X
Objetividad	Expresa una conducta observable					X
Consistencia	Tiene base científica					X
Coherencia	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.				X	
Suficiencia	Comprende aspectos de cantidad y calidad				X	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X
Organización	Existe estructura lógica					X
Actualización	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.					X
Intencionalidad	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.					X
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento					X
Promedio de la valoración		(4.8)				

**Nota:** Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41, sin embargo, por debajo de esta se considera un instrumento no válido ni aplicable.

**Opinión de Aplicabilidad:** ..... (4.8) .....

  
**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ**  
  
 Sr. Julcamparo Ispilco Jeremmy Frank  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 214436

**FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO:** Análisis granulométrico y contenido de humedad.

**I. DATOS GENERALES**

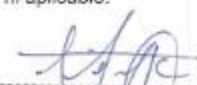
Apellidos y nombres del experto: ACUÑA OLIVARES JHON KENNY DE  
 DNI: 47161539 Telf. Celular: 927532484  
 Profesión: Ingeniero Civil  
 Institución donde labora: Municipalidad Provincial de Cajabamba  
 Instrumentos de evaluación: Resultados de ensayos realizados según la ASTM D - 422 y ASTM D - :216.  
 Objetivo del instrumento: Determinar la granulometría y contenido de humedad de la arcilla ca cantera.  
 Autores de los instrumentos: Figueroa Calderon Victor Pablo / Graos Lavado Jeremias Ivan

**I. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**

Criterios	Indicadores	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		1	2	3	4	5
Claridad	Esta formulado en lenguaje apropiado				X	
Objetividad	Expresa una conducta observable					X
Consistencia	Tiene base científica					X
Coherencia	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.					X
Suficiencia	Comprende aspectos de cantidad y calidad					X
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
Organización	Existe estructura lógica					X
Actualización	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.					X
Intencionalidad	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.					X
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento				X	
Promedio de la valoración		(47)				

**Nota:** Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41, sin embargo, por debajo de esta se considera un instrumento no valido ni aplicable.

Opinión de Aplicabilidad: ..... (47) .....

  
 .....  
 Ing. Jhon K. Acuña Olivares  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP/Nº 246255

Sello y firma

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO: Propiedades químicas del caparazón de cangrejo.

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Luis Ruiz Tafur  
 DNI: 26955217 Telf. Celular: 904 909 756  
 Profesión: Ingeniero Civil  
 Institución donde labora: Municipalidad Provincial de Cajabamba  
 Instrumentos de evaluación: Resultados del análisis realizado por el espectrómetro de Fluorescencia total de Rayos X.  
 Objetivo del instrumento: Analizar las propiedades químicas del polvo de caparazón de cangrejo reciclado.  
 Autores de los instrumentos: Figueroa Calderon Victor Pablo / Graos Lavado Jeremias Ivan

**I. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**

Criterios	Indicadores	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		1	2	3	4	5
Claridad	Esta formulado en lenguaje apropiado			X		
Objetividad	Expresa una conducta observable					X
Consistencia	Tiene base científica					X
Coherencia	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.					X
Suficiencia	Comprende aspectos de cantidad y calidad				X	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X
Organización	Existe estructura lógica				X	
Actualización	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.					X
Intencionalidad	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.					X
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento				X	
Promedio de la valoración		(4.5)				

**Nota:** Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41, sin embargo, por debajo de esta se considera un instrumento no válido ni aplicable.

Opinión de Aplicabilidad: .....(4.5).....

  
 Sello y firma  
 ING. LUIS RUIZ TAFUR  
 CIP 289426

**Anexo 07: Panel Fotográfico.**



**Foto 01:** Cantera denominada “Rancho Alegre” – Huamachuco.



**Foto 02:** Recolectando el material para hacer la dosificación a emplear.



**Foto 03:** Proceso de la molienda del caparazón del cangrejo mediante un molino manual.



**Foto 04:** Pesando el polvo de cangrejo en los diferentes porcentajes de adición, 3%, 5% y 7%.



**Foto 05:** Adicionando el 3% del polvo de caparazón de cangrejo.



**Foto 06:** Adicionando el 5% del polvo de caparazón de cangrejo.



**Foto 07:** Mezclando el polvo de caparazón de cangrejo con la arcilla.



**Foto 08:** Se traslado el material mezclado para proceder al moldeado.



**Foto 09:** Los moldes a usar para fabricar el ladrillo.



**Foto 10:** Los moldes son hechos de madera.



**Foto 11:** Procedemos a ubicar el ladrillo en el suelo para su secado.



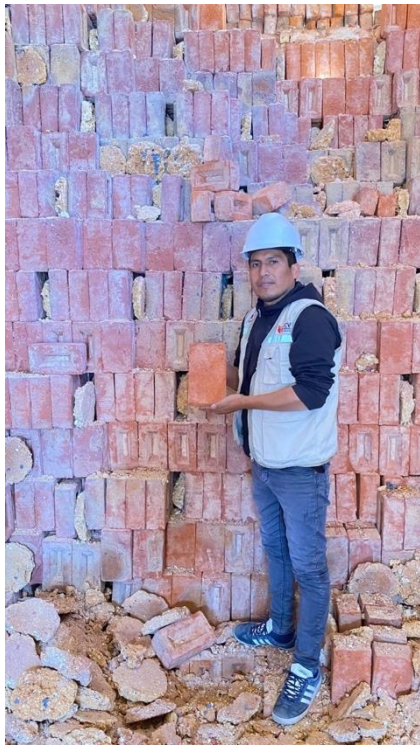
**Foto 12:** Volteando los ladrillos para continuar con el secado.



**Foto 13:** Preparando los ladrillos secos para ser llevado al horno.



**Foto 14:** Apilando (Trenzado) del ladrillo al horno con carbón de piedra para la cocción.



**Fotos 14 - 15:** Descargando los ladrillos ya enfriados del horno.



**Fotos 16 - 17:** Descargando los ladrillos a la cubeta para ser llevados al laboratorio.



**Fotos 18 - 19:** Realizando ensayo de pesado y variación dimensional.





**Foto 20:** Secado del ladrillo en horno para luego hacer ensayo de absorción.



**Foto 21:** Realizando la prueba de resistencia a la compresión.



**Foto 22:** Realizando la prueba de Absorción.



**Foto 23:** Realizando la prueba de Variación dimensional.



**Foto 24:** Realizando la prueba de Absorción.



**Foto 25:** Comprobando el peso del ladrillo.



**Foto 26:** Colocando el ladrillo a la prensa para ensayos de compresión.



**Foto 27:** Verificando la rotura del ladrillo.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SANCHEZ NIZAMA YEFRAIN YOEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis Completa titulada: "Propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla quemado, adicionando polvo de caparazón de cangrejo reciclado, Huamachuco - 2022", cuyos autores son GRAOS LAVADO JEREMIAS IVAN, FIGUEROA CALDERON VICTOR PABLO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 02 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SANCHEZ NIZAMA YEFRAIN YOEL <b>DNI:</b> 42784461 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8175-184X	Firmado electrónicamente por: YSANCHEZNI el 23- 12-2022 23:19:44

Código documento Trilce: TRI - 0469337