



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**Elaboración de bloques ecológicos hecho a base de  
concreto y caucho pulverizado**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO CIVIL**

**Autor**

Bach. Bayona Reyes Marco Junior  
<http://orcid.org/0000-0001-8586-0912>

**Asesor**

Dr. Ing. Muñoz Pérez, Sócrates Pedro  
<http://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

**Línea de Investigación**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**

**2023**

**“ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO  
Y CAUCHO PULVERIZADO”**

**Aprobación del jurado**

---

MG. ING. CACERES SANTIN ENRIQUE DANIEL  
**Presidente del Jurado de Tesis.**

---

MG. ING. TEPE ATOCHE VICTOR MANUEL  
**Secretario del Jurado de Tesis.**

---

MG. ING. SEGURA SAAVEDRA WISTON ENRIQUE  
**Vocal del Jurado de Tesis**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la **DECLARACIÓN JURADA**, soy egresado. del Programa de Estudios de **Ingeniería Civil**. de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

### ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Bayona Reyes Marco Junior	DNI: 72640417	
---------------------------	---------------	--

Pimentel, 08 de junio de 2023.

\* Porcentaje de similitud turnitin:23%

**Reporte de similitud**

---

**NOMBRE DEL TRABAJO**  
TESIS BAYONA REYES

---

<b>RECuento DE PALABRAS</b> 12166 Words	<b>RECuento DE CARACTERES</b> 61564 Characters
<b>RECuento DE PÁGINAS</b> 82 Pages	<b>TAMAÑO DEL ARCHIVO</b> 38.0MB
<b>FECHA DE ENTREGA</b> Aug 21, 2023 10:52 AM GMT-5	<b>FECHA DEL INFORME</b> Aug 21, 2023 10:53 AM GMT-5

---

● **23% de similitud general**  
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 20% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 17% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Cross

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado

## **Dedicatorias**

Esta investigación va dedicada a mis queridos padres, Marcos Bayona Nevado y Eledubina Reyes León; quienes con su paciencia, esfuerzo y amor me permitieron cumplir una gran meta y sobre todo hacer posible mi formación profesional.

***Marco Junior Bayona Reyes***

## **Agradecimientos**

Ante todo, quiero expresar mi total gratitud a mis padres por ser un ejemplo de esfuerzo y superación, que en cada momento estuvieron pendientes de mi progreso, dándome aliento y el apoyo económico necesario para lograr este proyecto.

Al señor Wilson Olaya Aguilar, técnico del laboratorio LEMS W&C EIRL por brindarme toda su atención y absoluta ayuda, por facilitarme las herramientas y recursos necesarios para desarrollar cada fase de esta investigación y lograr obtener los resultados.

Finalmente agradecer a mis compañeros y a mi hermano por ser mi apoyo diario, y que contribuyeron durante la etapa experimental de este proyecto.

***Marco Junior Bayona Reyes***

## Índice

Dedicatorias.....	iv
Agradecimientos.....	v
Índice.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	x
Abstrac.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del problema.....	16
1.3. Hipótesis.....	16
1.4. Objetivos.....	16
1.5. Teorías relacionadas del tema.....	17
II. MATERIALES Y MÉTODO.....	31
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	31
2.2. Variables y operacionalización.....	31
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	35
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	36
2.5. Procedimiento para la recolección de datos.....	37
2.6. Criterios éticos.....	61
III. RESULTADOS y DISCUSIÓN.....	63
3.1. Resultados.....	63
3.2. Discusión.....	85
3.3. Aporte de la investigación.....	90
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
4.1. Conclusiones.....	91
4.2. Recomendaciones.....	93
REFERENCIAS.....	94
ANEXOS.....	99

## Índice de tablas

<b>Tabla I</b> Efecto de la temperatura sobre el caucho natural .....	18
Tabla II Clase de unidad de albañilería para fines estructurales .....	22
Tabla III Normativas Técnicas empleadas para la investigación .....	28
<b>Tabla IV</b> Operacionalización de variable independiente.....	33
Tabla V Operacionalización de variable dependiente.....	34
Tabla VI Número de muestras de unidades de albañilería patrón .....	35
Tabla VII Número de muestras a ensayar de unidades con porcentajes de caucho.....	35
Tabla VIII Normativas Técnicas empleadas para la investigación .....	37
Tabla IX Análisis granulométrico del agregado fino de las canteras La Victoria, Tres tomas, Castro 1 y Pacherez .....	63
Tabla X Análisis granulométrico del confitillo de las canteras La Victoria, Tres tomas, Castro 1 y Pacherez.....	66
<b>Tabla XI</b> Peso unitario suelto del agregado fino.....	68
Tabla XII Peso unitario compactado del agregado fino .....	69
Tabla XIII Peso unitario suelto del agregado grueso .....	69
<b>Tabla XIV</b> Peso unitario compactado del agregado grueso .....	69
Tabla XV Contenido de humedad del agregado fino .....	70
Tabla XVI Contenido de humedad del agregado grueso .....	70
Tabla XVII Peso específico y absorción del agregado fino.....	70
Tabla XVIII Peso específico y absorción del agregado grueso.....	71
<b>Tabla XIX</b> Peso unitario suelto del caucho pulverizado.....	72
Tabla XX Peso unitario compactado del caucho pulverizado .....	72
<b>Tabla XXI</b> Contenido de humedad del caucho pulverizado.....	72
Tabla XXII Resumen de la caracterización de agregados .....	72
Tabla XXIII Diseño de mezcla de concreto patrón $f'c = 50\text{kg/cm}^2$ (D – 1) .....	74
Tabla XXIV Diseño de mezcla de bloque con 5% de caucho pulverizado (D – 2) .....	74
Tabla XXV Diseño de mezcla de bloque con 10% de caucho pulverizado (D – 3) .....	75
Tabla XXVI Diseño de mezcla de bloque con 15% de caucho pulverizado (D – 4) .....	75
<b>Tabla XXVII</b> Diseño de mezcla de bloque con 20% de caucho pulverizado (D – 5).....	76
<b>Tabla XXVIII</b> Resumen de la variación dimensional de las unidades de concreto.....	76
Tabla XXIX Alabeo en cara superior e inferior de los bloques de albañilería.....	77
Tabla XXX Porcentaje de área de vacíos de las unidades de albañilería .....	77
Tabla XXXI Resumen de la caracterización física y mecánica de los bloques ecológicos... 85	

<b>Tabla XXXII</b> Discusiones de los resultados de las características físicas y mecánicas del caucho pulverizado .....	87
<b>Tabla XXXIII</b> Discusiones de los resultados de la dosis óptima de partículas de caucho pulverizado .....	89

## Índice de figuras

<b>Fig. 1.</b> Bloque de concreto tipo P elaborada in situ. ....	22
<b>Fig. 2.</b> Construcción de primas de albañilería. ....	24
<b>Fig. 3.</b> Responsabilidad de logística. ....	26
<b>Fig. 4.</b> Técnicas y herramientas para la estimación de costos. ....	27
<b>Fig. 5.</b> Bloques portantes de concreto. ....	29
<b>Fig. 6.</b> Diagrama de flujo de procesos. ....	38
<b>Fig. 7.</b> Obtención de arena gruesa y confitillo de las canteras en estudio.....	<b>39</b>
<b>Fig. 8.</b> Granulometría del agregado fino y caucho pulverizado. ....	41
<b>Fig. 9.</b> Granulometría del confitillo. ....	41
<b>Fig. 10.</b> Granulometría mixta del agregado fino (Arena – caucho). ....	42
<b>Fig. 11.</b> Peso unitario suelto y compactado de la arena gruesa, confitillo y caucho pulverizado. ....	43
<b>Fig. 12.</b> Apisonado de la muestra de agregado fino en el interior del molde cónico y desmolde. ....	44
<b>Fig. 13.</b> Procedimiento gravimétrico del agregado fino. ....	45
<b>Fig. 14.</b> Secado superficial y sumergido del confitillo. ....	45
<b>Fig. 15.</b> Ensayo de contenido de humedad de la arena, confitillo y caucho pulverizado. ....	46
<b>Fig. 16.</b> Material y equipos utilizado para la producción de bloques.....	47
<b>Fig. 17.</b> Preparación de la mezcla de concreto. ....	48
<b>Fig. 18.</b> Elaboración y fraguado de bloques de concreto. ....	48
<b>Fig. 19.</b> Apilado y curado de bloques.....	49
<b>Fig. 20.</b> Método de muestreo de las unidades en estudio. ....	49
<b>Fig. 21.</b> Medición de dimensiones de bloques. ....	50
<b>Fig. 22.</b> Prueba de alabeo a la unidad de albañilería. ....	51
<b>Fig. 23.</b> Secado de bloques de concreto en horno para ensayo de absorción. ....	52
<b>Fig. 24.</b> Ensayo de succión en la cara de asiento de la unidad de concreto. ....	53
<b>Fig. 25.</b> Ensayo de compresión de bloques de concreto - caucho. ....	54
<b>Fig. 26.</b> Material y equipo para la preparación de mortero. ....	55
<b>Fig. 27.</b> Preparación de la mezcla del mortero.....	56
<b>Fig. 28.</b> Elaboración de cubos de mortero de 50 mm de lado. ....	56

<b>Fig. 29.</b> Cubos de mortero sometidos al ensayo de compresión.....	57
<b>Fig. 30.</b> Construcción de pilas de albañilería con bloques de concreto. ....	58
<b>Fig. 31.</b> Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería.....	58
<b>Fig. 32.</b> Falla vertical presentada en primas de albañilería. ....	59
<b>Fig. 33.</b> Construcción de muretes con bloques. ....	60
<b>Fig. 34.</b> Ensayo de compresión diagonal en muretes.....	60
<b>Fig. 35.</b> Falla por tracción diagonal del murete de albañilería. ....	61
<b>Fig. 36.</b> Curva granulométrica del agregado fino de la cantera La Victoria. ....	64
<b>Fig. 37.</b> Curva granulométrica del agregado fino de la cantera Tres Tomas. ....	64
<b>Fig. 38.</b> Curva granulométrica del agregado fino de la cantera Castro.....	65
<b>Fig. 39.</b> Curva granulométrica del agregado fino de la cantera Pacherez. ....	65
<b>Fig. 40.</b> Curva granulométrica del agregado grueso (confitillo) de la cantera La Victoria. ...	66
<b>Fig. 41.</b> Curva granulométrica del agregado grueso (confitillo) de la cantera Tres Tomas. .	67
<b>Fig. 42.</b> Curva granulométrica del agregado grueso (confitillo) de la cantera Castro I.....	67
<b>Fig. 43.</b> Curva granulométrica del agregado grueso (confitillo) de la cantera Pacherez.....	68
<b>Fig. 44.</b> Curva granulométrica del caucho pulverizado.....	71
<b>Fig. 45.</b> Porcentaje de absorción de bloques en función al contenido de caucho.....	78
<b>Fig. 46.</b> Succión de las unidades de concreto en función a la cantidad de caucho. ....	79
<b>Fig. 47.</b> Curva de resistencia a la compresión de bloque patrón.....	80
<b>Fig. 48.</b> Curva de resistencia a la compresión de bloques con 5% de reemplazo de caucho. .....	80
<b>Fig. 49.</b> Curva de resistencia a la compresión de bloques con 10% de reemplazo de caucho. .....	81
<b>Fig. 50.</b> Curva de resistencia a la compresión de bloques con 15% de reemplazo de caucho. .....	81
<b>Fig. 51.</b> Curva de resistencia a la compresión de bloques con 20% de reemplazo de caucho. .....	82
<b>Fig. 52.</b> Comparación de resistencias a la compresión de bloques de los diseños D – 1, D – 2, D – 3, D – 4 y D – 5.....	82
<b>Fig. 53.</b> Resistencia a la compresión de pilas con porcentaje de caucho a los 28 días de edad. .....	83
<b>Fig. 54.</b> Resistencia a la compresión diagonal de muretes (V'm) con porcentaje de caucho. .....	84

## Resumen

La presente investigación, se basó en la elaboración de bloques de concreto incorporando caucho pulverizado de neumáticos como reemplazo parcial del agregado fino, con la finalidad de evaluar su comportamiento físico y mecánico. Para este estudio se fabricaron 225 unidades de albañilería en 5 grupos de 45 bloques, siendo el primer grupo la muestra control y 4 experimentales con la incorporación de 5%, 10%, 15% y 20% de caucho, los cuales fueron sometidos a ensayos de laboratorio para determinar sus propiedades físicas y mecánicas. En base a los resultados obtenidos al 5%, 10%, 15% y 20% de caucho se evidenció una reducción en la absorción de 11.76%, 16.65%, 21.81% 27.13% y en succión de 44.8%, 50%, 52.9%, 61.2%. Así mismo, en la resistencia mecánica de los bloques a los 28 días disminuyó en 25.60%, 33.84%, 45.18%, 54.26%, la resistencia a la compresión axial de pilas se redujo en 26.85%, 17.25%, 15.28%, 20.21% y en muretes en 16.43%, 9.74%, 17.21%, 20.22%, respecto a la muestra patrón. El porcentaje óptimo de sustitución de caucho por arena fue del 10%, manifestando valores en cuanto a compresión en ( $f'_b$ ,  $f'_m$ ,  $v'_m$ ) de 50.49 kg/cm<sup>2</sup>, 5.27Mpa ,0.70Mpa respectivamente. Logrando clasificar al bloque de este diseño como un tipo P, según la Norma E.070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones.

**Palabras clave:** Bloques de concreto, Unidad de albañilería, Caucho pulverizado, Resistencia a la compresión.

## **Abstrac**

The present investigation was based on the elaboration of concrete blocks incorporating pulverized rubber from tires as a partial replacement of the fine aggregate, with the purpose of evaluating its physical and mechanical exchange. For this study, 225 masonry units were manufactured in 5 groups of 45 blocks, the first group being the control sample and 4 experimental ones with the incorporation of 5%, 10%, 15% and 20% of rubber, which were tested. laboratory to determine its physical and mechanical properties. Based on the results obtained at 5%, 10%, 15% and 20% if there is evidence of a reduction in absorption of 11.76%, 16.65%, 21.81% 27.13% and suction of 44.8%, 50%, 52.9%, 61.2%. Likewise, in the mechanical resistance of the blocks at 28 days it was reduced by 25.60%, 33.84%, 45.18%, 54.26%, the resistance to the axial purchase of piles was reduced by 26.85%, 17.25%, 15.28%, 20.21 % and in low walls in 16.43%, 9.74%, 17.21%, 20.22%, with respect to the standard sample. The optimal percentage of substitution of rubber by sand was 10%, showing compression values in ( $f'_b$ ,  $f'_m$ ,  $v'_m$ ) of 50.49 kg/cm<sup>2</sup>, 5.27Mpa, 0.70Mpa respectively. Managing to classify the block of this design as a type P, according to the E.070 Masonry Standard of the National Building Regulations.

**Keywords:** Concrete blocks, Masonry unit, Pulverized rubber, Compressive strength.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La contaminación producida por los residuos sólidos ha generado una gran preocupación ambiental en el mundo [1]. A nivel mundial el uso de vehículos automotores ha ido en aumento, llegándose a convertir en algo fundamental en la población, puesto que inicialmente en el año 2013 se registró una cifra superando los 2 millones de autos, aumentando así en un millón el crecimiento desde el 2003 [2]. Así mismo, [3] menciona que se proyectó una producción de 3 mil millones de neumáticos para el 2019. Y al año 2030 alcance los 1200 millones, lo que significaría un desecho periódico de casi 5000 millones, ante esto se plantea un serio problema que trae consigo almacenar todas las llantas en desuso [4]

La construcción es el sector con más actividad en el mundo y el ladrillo es un material que para su elaboración necesita de numerosos recursos, esto genera la obligación de desarrollar e implementar nuevos materiales de construcción sostenibles, y así reducir el impacto ambiental en la sociedad produciendo ladrillos a partir de desechos industriales [5]. Los ladrillos son un material de construcción con una gran demanda en todo el mundo, los que en su elaboración emanan una gran parte de dióxido de carbono a la atmósfera [6].

En consecuencia, de los terremotos, las edificaciones han sido severamente dañados, afectando vidas humanas y generando pérdidas socioeconómicas. En algunos países como Indonesia la gran parte de las viviendas residenciales son construidas con muros de mampostería por su fácil construcción [7].

En Perú, el incremento de las construcciones de viviendas se ha ido presentando debido a la extensión demográfica de la ciudad de Nuevo Chimbote, empleando para sus construcciones ladrillos industriales y ladrillos artesanales en zonas de bajos recursos [8]. [9] Manifiesta que la presencia de un gran terremoto en el año 2007 de 8 grados de intensidad, trajo una destrucción mayor al 70% de las ciudades de la costa peruana, sobre todo al sur de la ciudad de Lima, esto dejó en evidencia la fragilidad y carencia a la hora de gestionar un

riesgo, por lo que un terremoto que supere los 8.5 grados destruiría alrededor de 200 mil viviendas y afectaría seriamente a otras 150 mil. Todo esto en consecuencia de la autoconstrucción de viviendas con materiales no apropiados, debido al sustento económico.

Ante esto, [10] en su investigación titulada "*Investigation of concrete blocks mixed with recycled crumb rubber: A case study in Thailand*", tuvo como finalidad examinar las propiedades de los bloques de concreto reemplazando la arena por 0%, 10%, 20%, 30% y 40% de caucho triturado. Teniendo que, al ir incrementando la cantidad de caucho, la resistencia por unidad de albañilería alcanza valores de 8.64, 7.41, 6.54, 5.05 y 2.96 MPa respectivamente. La densidad es otra característica que disminuye de 1992 kg/m<sup>3</sup> (muestra control) a 1727 kg/m<sup>3</sup>. Por otro lado, aumentan ligeramente los valores de absorción de 3.80% a 8.21%, y la porosidad de 11.52% a 16.01%. Se concluye que estos bloques son viables para reducir el calor y el ruido, y no deberían exceder el 40% de reemplazo.

[11] en su título "*Feasibility study of compressed bricks utilizing rubber glove manufacturing residue*" con su objetivo principal, análisis del caucho triturado de manufactura residual en la elaboración en los ladrillos de concreto con una dimensión de 250 mm x 125 mm x 100 mm respectivamente, se tuvo como resultados que la absorción fue 11.14% para el patrón y 16.81% con caucho triturado al 10%, además presentó una variación dimensional mínima no muy variable respecto al patrón, y una resistencia a la compresión de 24.83 MPa para muestra control y con caucho triturado fue 11.64 MPa, se concluye que es viable el empleo de los ladrillos con caucho granulado., para tabiquería interna.

[12] mediante su trabajo experimental llamado "The Bond Response of Concrete Brick with Recycled Tire Chip as Partial Replacement of Aggregate Applied in the Non-Structural Masonry Wall", tienen el objetivo de reducir el peso de un ladrillo de hormigón de 345 x 9 x 100 mm, incorporando astillas en forma de chips de 4x4x20mm procedentes de neumáticos reciclados, en porcentajes de 0, 15, 30, 45, 60% y 0, 50, 55, 60, 65, 70 y 75% como parte del agregado, para la elaboración de bloques con y sin superplastificante. A partir de los ensayos, concluyen que al usar 75% de viruta de caucho, reduce su peso unitario en un 63% comparado con un ladrillo de hormigón convencional.

[13] en su artículo científico titulado *“Experimental study on behaviour of paver block using crushed rubber powder”*, tuvo como objetivo principal fue analizar las propiedades de los bloques de concreto con la llanta de desecho (0%, 5%, 10%, 15%) elaborados en el país de India, tuvo como resultados que su peso unitario tiende a reducir a medida que aumenta la dosis su asentamiento también reduce, la resistencia a la compresión de 51 MPa con 20%, 49.2 MPa con 15%, 46 MPa con 10%, 39.6 MPa con 5% de polvo de caucho respecto al patrón de 31 MPa, se concluyó que el porcentaje óptimo de la llanta de neumático al reemplazar por cemento el polvo de caucho del 20%.

[14] trabajaron en la investigación llamada *“Evaluation of crumb rubber as aggregate for automated manufacturing of rubberized long hollow blocks and bricks”*, utilizando máquinas automáticas para crear bloques y ladrillos, empleando una mezcla constituida por cantidades de 10 a 40% de caucho desmenuzado como parte del agregado y una proporción de agua/cemento que rige desde 0.7 a 0.9. Para la evaluación de sus propiedades las muestras fueron sometidos a ensayos, obteniendo deformaciones considerables y bajo valor de soporte de resistencia cuando son sometidos a la compresión, producto de usar más del 20% de caucho, esto y su elevado costo complican su aceptación

[15] en su investigación titulada como *“Influencia del caucho de neumático en las características físicas y mecánicas del bloque de concreto.”* En la ciudad de Trujillo, tuvo como propósito principal evaluar la influencia del caucho neumático (10, 15 y 20%) en las propiedades del bloque de concreto portante, tuvo como resultados característicos de los agregados grueso de TMN de 3/8”, y material fino de 2.5 de módulo de fineza, cumple las variaciones dimensionales, la resistencia disminuyó en 10.16% con 10% de caucho, se concluye que se puede emplear el caucho solamente hasta el 10% como agregado reduciendo el peso de la edificación.

[16] en su tesis titulada *“Diseño de bloques de concreto utilizando el Caucho Sintético en muros de albañilería no portantes en el Distrito de Chulucanas – 2019”*, tuvo como propósito general proponer diseños de bloques de concreto para muros no portante con el empleo de caucho sintético en dosis de 10%, 15% y 20% sustituyendo al material pétreo fino,

tuvo como resultados el material grueso pétreo  $\frac{1}{2}$ " y arena gruesa y un módulo de fineza de 2.7 y humedad de 0.6% respectivamente, se tuvo resistencia unidad a 28 días de testigo patrón y dosis de 51, 65, 82, 96 kg/cm<sup>2</sup>, se concluyó en que si es viable utilizar dichos bloques no portantes en dosis hasta el 20%.

[17] tuvo una tesis nombrada como "Diseño de bloques de concreto con neumáticos reciclados para albañilería confinada en viviendas, AA.HH. Arriba Perú San Juan de Lurigancho 2019", tuvo como propósito general diseñar bloque de concreto con neumáticos residuales de 4.5 mm de tamaño que será reemplazada en volumen de material pétreo grueso, en dosis de 5, 9, 16% con dimensión de 23.7 cm x 12.7 cm x 9.1 cm, tuvo como resultados que la compresión supera 55 kg/cm<sup>2</sup>, se concluye que es recomendable entre dosis del 5 al 9% de neumáticos reciclados excediendo entre 68.81 y 77.72 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el 16% de neumático no superó los 55 kg/cm<sup>2</sup>., superando valores del King Kong artesanal

[18] a través de tesis denominada "*Propiedades físico mecánico de ladrillos fabricado con residuos plásticos y material agregado, Chiclayo*", propone el uso de este ladrillo ecológico, puesto que genera reducir el impacto producido por los residuos de plásticos mediante su fabricación. Donde elaboró 12 ladrillos de dimensiones de 24cm x 13cm x 9cm, utilizando 3 ladrillos para cada porcentaje de plástico reciclado (0%, 3%, 5% y 7%). Concluyendo en su clasificación como un bloque NP, para usarse como muros de tabiquería, además de presentar menor peso y porcentaje de absorción cuando son comparados con los bloques ordinarios.

[19] mediante su investigación conocida como "Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico prensado manualmente de arcilla y arcilla/plástico en albañilería confinada, Chiclayo, Lambayeque 2018", examinó dos tipos de unidades, cuya muestra constó de la elaboración de 240 ladrillos, ensayando pruebas de alabeo, absorción, succión, porcentajes de vacíos y pruebas mecánicas, los cuales resultaron ser favorables en cuanto a las características físicas. Sin embargo, no son aptos para emplearse en muros

estructurales, pero si en tabiquería. Se clasificaron como unidad de tipo I, finalmente, los ladrillos de arcilla tienen un costo de 0.63 soles y 0.76 para mixtos.

Esta investigación está enfocada en el incentivo del reciclaje de materiales o residuos como el caucho, y su reutilización en el desarrollo de nuevos materiales, en este caso en la elaboración de bloques ecológicos a base de concreto y caucho pulverizado, consiguiendo así minimizar el efecto ambiental que generan los residuos cuando son desechados. Diversas investigaciones destacan que el caucho es un material útil y totalmente renovable para el tema de la construcción, pudiendo utilizarse en la conformación de mezclas asfálticas, elaboración de morteros porosos y de concreto, proporcionando una buena trabajabilidad y ductilidad, etc. Destacando además que es un buen reductor de ruido. Asimismo, para este proyecto, se pretende demostrar que, mediante el uso de partículas de caucho pulverizado como parte del agregado fino en la producción de bloques ecológicos, logre cumplir con las características de la NTP E.070. Finalmente, el beneficio económico del uso de caucho pulverizado se evidenciará a través del bajo costo de producción de bloques ecológicos, y también en el costo de los mismos.

## **1.2. Formulación del problema**

¿De qué manera influye el caucho pulverizado en las propiedades de los bloques ecológicos hecho a base de concreto?

## **1.3. Hipótesis**

Hi: El caucho pulverizado influye positivamente mejorando las propiedades de los bloques ecológicos hecho a base de concreto.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Evaluar las propiedades de los bloques ecológicos hecho a base de concreto y caucho pulverizado.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- a) Analizar las características físicas de los agregados pétreos a usar para el diseño de mezcla del bloque patrón.
- b) Establecer la proporción en peso y volumen del diseño de mezclas patrón y de las incorporaciones con caucho pulverizado en 5%, 10%, 15% y 20% como reemplazo parcial de la arena gruesa.
- c) Analizar las propiedades físicas y mecánicas del bloque patrón y con incorporación de caucho pulverizado al 5%, 10%, 15% y 20%, con pilas y muretes.
- d) Estimar la proporción óptima de partículas de caucho pulverizado, para la obtención de un bloque ecológico de calidad.

## **1.5. Teorías relacionadas del tema**

### **1.5.1. Variable independiente**

#### **1.5.1.1. Caucho**

[20] afirma que el caucho es el producto de la trituración del neumático, en un primer proceso pueden tener longitudes de 300-400 mm de largo y 100-230 mm de ancho, en un segundo proceso sus dimensiones llegan 100-150 mm por corte. A medida que sigue la trituración se obtienen partículas de 13-76 mm. Al continuar con esta reducción en el tamaño, resulta un caucho molido y desmenuzado, que son aptos para ser reutilizados en la industria del asfalto.

Por otro lado, [21] indica que el caucho natural, tiende a ser pegajosa y tiene la facilidad de deformarse cuando se expone a temperaturas calientes y frágil a temperaturas frías, por lo que en este estado no se recomienda usarlo como insumo para desarrollar productos con buen nivel de elasticidad.

**Tabla I**  
Efecto de la temperatura sobre el caucho natural

Temperatura	Efecto sobre el material
-10°C	Frágil y opaco
20°C	Suave, resistente y translúcido
50°C	Plástico y pegajoso
120°C – 160°C	Vulcanizado cuando se agregan agentes, por ejemplo, azufre
180°C	Romper como en el masticador
200°C	Se descompone

Nota: En la tabla se muestra los efectos de la temperar en el caucho según. [21]

#### **1.5.1.2. El caucho como agregado**

[20] detallan que el caucho de llantas que se usa como sustituto de la arena, resulta de la fabricación en molinos especiales, puesto que desgarran las partículas haciéndolas aún más pequeñas, teniendo un grado de irregularidad en su tamaño desde un 0.425 mm a 4.75 mm, esta varianza en sus partículas se da por el tipo de molino y temperatura que este genera.

Del mismo modo, [22] manifiestan que las partículas de caucho que se usan para sustituir al cemento son extraídas de una máquina encargada de minimizar su medida, el proceso de esta consta en la etapa detección y de separación magnética, adicionalmente existe el proceso de micro-molienda en la que arroja partículas del tamaño de 0.075 – 0.475 mm.

#### **1.5.1.3. Influencia de la aplicación del caucho**

[23] Destacan la aplicación del caucho sobre los materiales de construcción, como al emplear el caucho como parte del material de base y sub base para una carretera, el valor de CBR se ve seriamente afectado, resultado un material no calificado para estas capas. Así mismo al hacer uso de la goma de caucho en mezclas de suelos de cimientos sometidos a

modelos simuladores de eventos sísmicos, reducen las aceleraciones de terrenos horizontales y verticales en un rango de 60 y 70%.

También al usarse como sustituto de la arena para un concreto, refleja una mejora en la proporción de resistencia y peso, en el caso de una mezcla de 40MPa con un porcentaje de 0.6% de caucho, mostró facultades de arrastre de aire, manifestando pequeños daños luego de ser sometidos a 56 ciclos de congelación y descongelación. De todo ello concluyen que el caucho tiene un alto grado de toxicidad debido a los componentes químicos y metales que se usan en la composición de los neumáticos.

[23] manifiestan que el efecto del caucho en el concreto al emplearse como agregado depende básicamente por su tamaño y el porcentaje de reemplazo, éste incrementa la presencia de los poros en el concreto, debido a su baja gravedad específica y superficie lisa en su estructura, por lo tanto, existe una reducción de la resistencia mecánica. Sin embargo, afirman que es posible compensar esa pérdida de resistencia del concreto, realizando un tratamiento químico al caucho como agregado. Otro dato que comentan es que el caucho aparte de proporcionar una mejora en la ductilidad del hormigón, tiene como característica la baja temperatura.

De forma similar, [24] afirman que el concreto presenta mejores características dinámicas, alto rango de ductilidad y sobre todo cualidades de resistencia a la fatiga alargando así su vida útil, esto resulta de incluir a la mezcla un agregado de caucho. Un punto negativo de este concreto es que presenta una baja resistencia mecánica, lo cual se compensa con el uso de aditivos y tener mejores propiedades de este. Además, tiene un buen comportamiento a los diferentes climas y a exposiciones críticas.

También los investigadores [25], acotaron que el aporte del caucho desmenuzado en el concreto afecta el valor del  $F'c$ , sin embargo, este concreto puede ser apto como concreto liviano, otro punto que mencionan es que no existe problemas en cuanto a la trabajabilidad de la mezcla con caucho, puesto que sus partículas se adhieren positivamente con el resto de los materiales.

De igual importancia, [26] acentúan que, a través de las investigaciones realizadas al concreto con residuos de neumáticos, resulta factible hacer uso de este concreto a estructuras que están en zonas sísmicas, siempre y cuando la mezcla esté reforzada con agentes externos, así como también usar en los durmientes de ferrocarriles, además este concreto también es buen un reductor de ruido, algo muy importante ante la contaminación acústica. El beneficio de este concreto dependerá de la calidad seleccionada y trabajada de sus constituyentes.

No obstante, [27] comprobaron que el concreto trabajado con caucho de llantas en desuso con un tamaño menor a los 4mm como reemplazo parcial de la arena, presentaba una mayor resistencia, y al emplear un 20% de arena de goma, se obtiene una relación de amortiguación de un 63.2%, la cuál es mucho mayor que la de un concreto ordinario.

### **1.5.2. Variable dependiente**

#### **1.5.2.1. Concreto**

Producto de la mezcla de cemento u otro material cementicio con agregados pétreos y agua, al que se le puede incorporar aditivo para optimizar sus características si es que se requiere.

#### **1.5.2.2. Cemento**

Es un clinker luego de un tratamiento de molienda, que resulta de la cocción a temperaturas elevadas de una mezcla de cal, fierro, alúmina y sílice en determinadas proporciones. Este es enfriado y se incorpora ciertas proporciones de yeso durante el tratamiento de molienda con el único fin de controlar la fragua [28].

#### **1.5.2.3. Agregados**

Son materiales que se mezclan con los aglomerantes, siendo de vital relevancia para la composición de concreto, asimismo, estos deben estar libre de males e impurezas, caso contrario ocasionaría uniones débiles con la pasta cementante [28].

### ***Agregado fino***

Es el material obtenido de la desintegración artificial o natural de las rocas[29]. Este agregado debe contener un módulo de fineza comprendido en  $2.3 < MF < 3.1$ . Sin embargo, al estar en el rango de  $2.2 < MF < 2.8$ , este es ideal para tener un concreto trabajable y con poca segregación [30].

### ***Agregado grueso***

Material duro y rugoso, que puede ser grava natural o triturada, cuyas partículas presentan un perfil angular o semi-angular [29].

#### **1.5.2.4. Unidad de albañilería**

Según el [31] un ladrillo es una unidad la cual puede ser manipulada solamente con una mano, a cambio del bloque que para su manipulación requiere de mucho cuidado. Estas pueden ser huecas, alveolares, tubulares o sólidas, entre las cuales mayormente son elaboradas con arcilla, concreto y sílice-cal de manera industrial como también artesanal. Los ladrillos o bloques que son elaborados de concreto deberán esperar a alcanzar su máxima resistencia esperada a los 28 días de curado para su uso.

### ***Bloque de concreto***

Se estima como unidad prefabricada que se compone por diferentes áridos pétreos además de aglomerante y agua, asimismo, se determina como un material de forma prismática que cuentan una dimensión que no supera los 60 cm [32]

### ***Bloque Tipo P***

[33] sostienen en su estudio que dicho material es utilizado exclusivamente en proyectos que requieran muros portantes, por otra parte, [32] afirman que dichos bloques deben tener dimensiones establecidas como es 29 y 39 cm de longitud, 19 cm de alto y un ancho de 12 y 14 cm.



**Fig. 1.** Bloque de concreto tipo P elaborada in situ.

*Nota:* En la figura se muestra al investigador en la curación de bloques de concreto

### **Clasificación para usos estructurales**

Para este punto se considera los criterios especificados en la tabla 2.

**Tabla II**

Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'b mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	±8	±6	±4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	±7	±6	±4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	±5	±4	±3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	±4	±3	±2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	±3	±2	±1	2	17.6 (180)
Bloque P <sup>(1)</sup>	±4	±3	±2	4	4.9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	±7	±6	±4	8	2.0 (20)

*Nota:* Diferentes tipos de unidades de albañilería [34].

[33] determina que, para una adecuada clasificación de unidad de albañilería, se deberá tomar como base los resultados más desfavorables presentados en las pruebas de la tabla II, es decir si mediante los parámetros de la tabla el ladrillo se clasificó como clase IV y

la prueba a compresión arrojó una clase V, entonces se considerará como de clase IV, siendo esto a causa que la compresión adopta una medida cualitativa.

#### **1.5.2.5. Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería**

##### **1.5.2.5.1. Medición de dimensiones**

Prueba de medición y registro de dimensiones, tanto en altura, longitud y ancho, que serán tomadas con una regla de acero debidamente milimétrica en partes de 1 mm, los tabiques y el espesor de sus paredes laterales se tomarán a través de un calibre Vernier, la cual tendrá particiones de 0.4 milímetros, además de unas quijadas paralelas de entre 12.7 y 25.4 mm [35].

##### **1.5.2.5.2. Alabeo**

[36] indica que es un ensayo en el que se determina la concavidad y convexidad de la superficie de asiento. A mayor medida de alabeo, mayor será el espesor de junta y menor adherencia del mortero presentarán los muros de albañilería, en consecuencia, afecta directamente su resistencia a compresión y corte.

##### **1.5.2.5.3. Absorción**

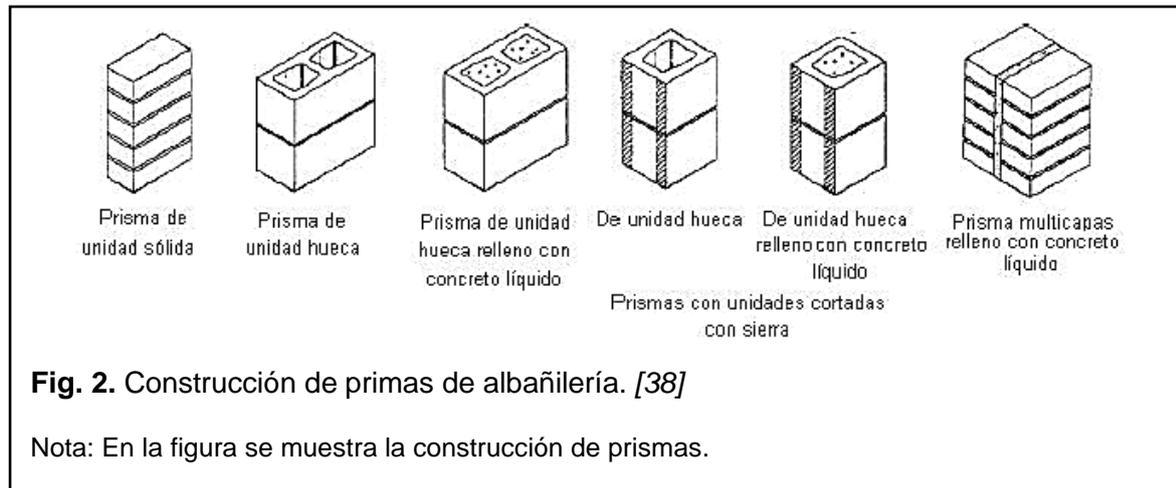
Ensayo que destaca cuan poroso llega a ser un ladrillo. A mayor porosidad, menor durabilidad presentará al intemperismo. La absorción máxima para unidades de concreto clase P es del 12%, y 15% para bloque NP [33].

##### **1.5.2.5.4. Resistencia a la Compresión ( $f'b$ )**

[37] determina como máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Las unidades de arcilla o concreto serán refrentadas con cemento-yeso o con azufre en la superficie de contacto con los soportes, con fin de suavizar ligeramente alguna irregularidad presente en la unidad [38]

#### 1.5.2.5.5. Resistencia a la compresión en pilas ( $f'm$ )

Para llevar a cabo este ensayo, se construyen prismas con unidades de bloques apilados y unidas por un mortero, teniendo en consideración el tipo de mortero, espesor de las juntas y contenido de humedad [38].



#### 1.5.2.5.6. Resistencia a la compresión diagonal en muretes ( $V'm$ )

[39] señala que dicho ensayo permite determinar la fortaleza al corte de muretes, teniendo una forma cuadrada con medidas mínimas de 60 cm x 60 cm, además, mismo procedimiento se realiza a 3 muretes iguales, construido de la misma forma, y con las mismas unidades de albañilería.

### 1.5.3. Impacto ambiental

Debido a la continua mejora y a la fuerte demanda de vehículos que existe a nivel mundial, una gran cantidad de llantas terminan como residuos diariamente, siendo comúnmente arrojados en vertederos sin tratamiento alguno llegando a contaminar el suelo, agua y aire, generando riesgos para el medio ambiente y la salud [40].

La actividad considerada como la más grande consumidora de recursos naturales es la construcción, esta genera consecuencias directas y de suma importancia sobre el entorno y desencadena una crisis ambiental. Es por ello que, a través de un juicio de sostenibilidad se desarrollen nuevos materiales a partir de la reutilización de residuos de construcción o

residuos sólidos y posicionar el concepto de Construcción Sostenible para reducir el impacto generado al medio ambiente [41].

Un caso particular de este impacto ocurrió en Río de Janeiro, en Brasil, ciudad que realizó una gran inversión en cuanto a lo económico, debido a que tuvo lugar como sede al Mundial de Fútbol en el año 2014 y seguidamente a los Juegos Olímpicos en el 2016, eventos de gran magnitud que para su ejecución se tuvo que construir obras complementarias de mucho impacto, como carreteras, hoteles y aeropuertos, desencadenando de todo esto grandes cantidades de residuos de construcción y demolición [43]

#### **1.5.4. Seguridad y salud ocupacional**

Según la Norma G.050, establece que toda obra de construcción requiere de un plan de contingencia, de salud y seguridad en el trabajo (PSST), el cual abarque condiciones que contribuyan a la seguridad física, para contemplar un adecuado ambiente laboral en base a la seguridad al momento de ejecutar las actividades. Así mismo, la magnitud de estos mecanismos dependerá del sistema de empleo, la organización del proyecto y sobre todo del tipo de obra que se realizará [43].

#### **1.5.5. Gestión de riesgos y prevención de desastres**

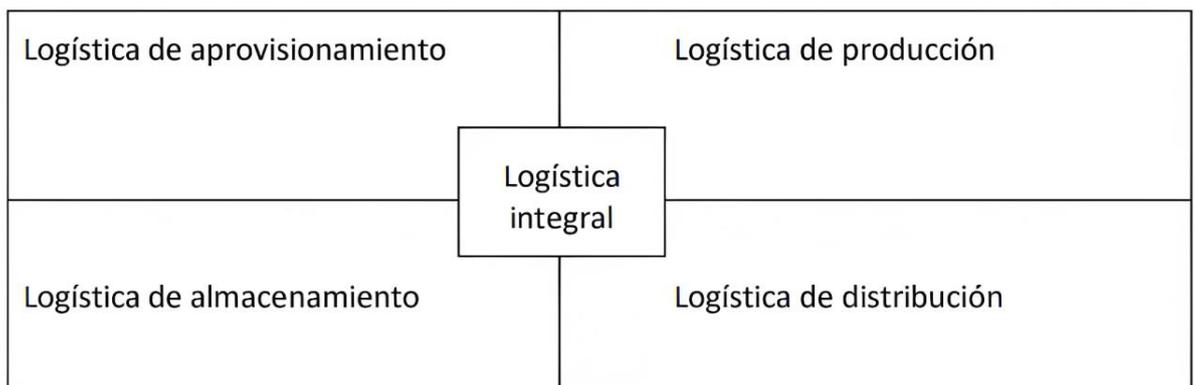
El [44] indica que la Gestión de Riesgo se basa en acciones, medidas y procedimientos que mediante una alianza con el uso racional de recursos procede a pasar a la planificación de programas con el objetivo de prevenir desgracias, tomando en cuenta tres fases: La prevención (Antes), la respuesta (Durante) y la reconstrucción (Después).

[45] destaca que, al laborar en la industria del caucho, es importante contar con un espacio amplio e iluminado de tal manera que la luz debe enfocar prioritariamente hacia objetos y materiales de trabajos. En base a lo mencionado, se sostiene como suma relevancia el uso de los EPP, como son los protectores auditivos (orejeras), los cuales deben encerrar completamente las orejas y llevar almohadillas, con el fin de evitar sufrir el ruido ocupacional. Así mismo, realizar un proceso de aclimatación antes de realizar sus actividades y contar con sistema de ventilación para que evitar sufrir un estrés térmico.

Además, como una medida de control de riesgos recomienda que, para realizar actividades en altura, de pie o sentados, se debe tener una postura o posición neutral, evitando así involucrar una flexión y torsión del cuerpo en forma combinada, ya que esto puede causar lesiones músculo esqueléticas especialmente en cabeza, cuello, hombros y brazos.

### **1.5.6. Gestión de mantenimientos**

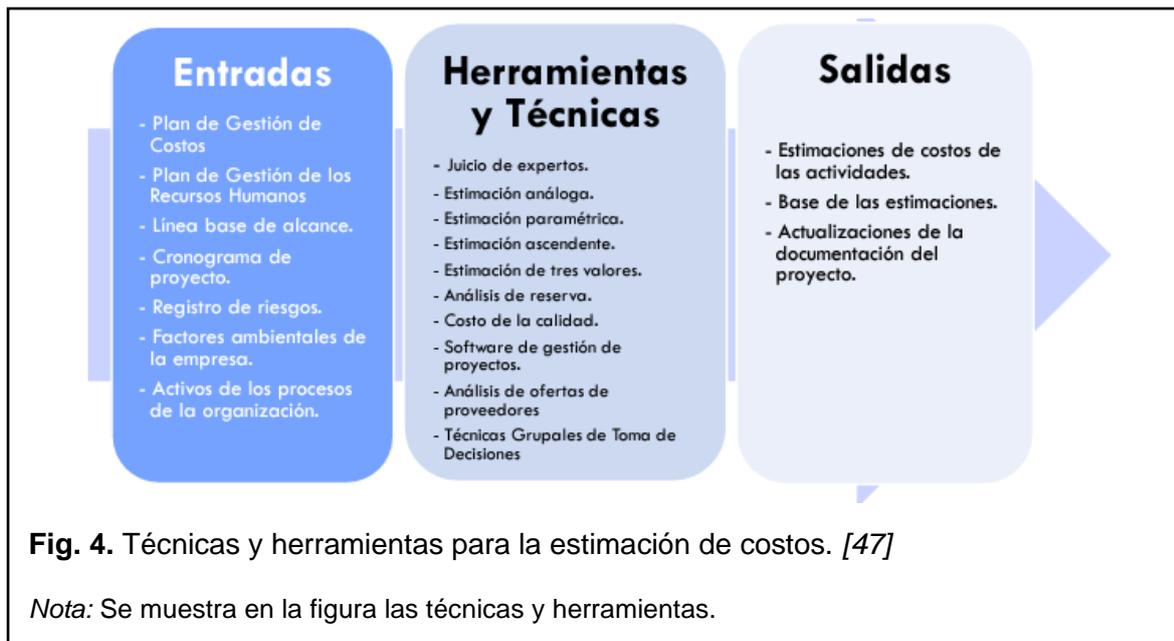
Las actividades de marketing se han implementado de diferentes maneras llegando al punto de entenderse como como actividades separadas que han coexistido de una organización, esto se encuentra ligado directamente con la logística, la cual se estima como un proceso de buen gestión mediante una organización adecuada con el fin de generar rentabilidad a futuro [46].



**Fig. 3.** Responsabilidad de logística. [46]

### **1.5.7. Estimación de costos**

Es un proceso de análisis cuantitativo de todos los recursos destinados para realizar las actividades de un proyecto, ya sean materiales, de trabajo, monetario, etc. Este proceso necesita de información, como el cronograma o un registro de posibles riesgos del proyecto para estimarse los costes de actividades. Además, es proceso iterativo el cuál va ganando exactitud en la estimación del coste conforme se avance el proyecto [47].



### 1.5.8. Normativa

Las normas contempladas para el desarrollo de esta investigación se indicarán en la tabla III con su respectivo nombre y código.

**Tabla III**  
Normativas Técnicas empleadas para la investigación

N°	DESCRIPCIÓN DE ENSAYO	NORMA TÉCNICA
1	Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global	NTP 400.012
2	Determinación de "Peso Unitario" y los vacíos en los agregados	NTP 400.017
3	Contenido de humedad total evaporable de agregados por secado	NTP 339.185
4	Peso específico y absorción del agregado fino	NTP 400.022
5	Peso específico y absorción del agregado grueso	NTP 400.019
6	Diseño de mezclas de concreto	ACI 211
7	Unidad de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto	NTP 399.604
8	Unidad de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería	NTP 399.613
9	Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería fm	NTP 399.605
10	Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería	NTP 399.621
11	Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland	NTP 334.057
12	Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cementos Pórtland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.	NTP 334.051

*Nota:* En la tabla se muestra la diversidad de normativas empeladas.

### **1.5.9. Estado de arte**

Bloque de concreto, las edificaciones en especial las humedades la absorción capilar provocan daños internos del elemento de tabiquería, que posterior requerirán costosas reparaciones e inversiones económicas en su reparación o daño que es ocasionado. El concreto, los bloques, los ladrillos y otros materiales empleados en la construcción de muros absorben fluidos a través del cuerpo del componente a través de sus canales capilares, considerando una importancia en la ingeniería civil detectar y corregir [48].



**Fig. 5.** Bloques portantes de concreto.

#### **1.5.10. Definición de términos**

**Absorción:** Característica física de los agregados, basado en la capacidad de absorber agua.

**Agregado:** Material granular, como arena o piedra chancada de origen natural o artificial.

**Bloque:** objeto que es manipulado únicamente con las dos manos.

**Caucho:** Material sintético e impermeable que resulta de un proceso de trituración de neumáticos.

**Cemento portland:** Material finamente molido, producto de un proceso mineralógico que tiene la facultad de endurecer al entrar en contacto con el agua.

**Concreto:** Conglomerado de materiales como cemento, agregados y agua, que al fraguar se forma una masa dura rígida y resistente.

**Curado:** Proceso de mantener humedecido al concreto para que endurezca y logre alcanzar su máxima resistencia posible.

**Diseño:** Estudio o configuración a partir de métodos para la producción de algo específico.

**Ensayo:** Prueba realizada a un objeto para determinar sus características.

**Espécimen:** Modelo representativo con características únicas de su especie, para ser sometidas a estudios o experimentos.

**Granulometría:** Medición de los granos de agregado acorde a tamaños de tamices.

**Mezcla:** Combinación de sustancias, materiales o elementos para obtener un producto.

**Murete:** Muro pequeño con dimensión mínima de 60 cm x 60 cm, que es sometido a ensayos de resistencia diagonal.

**Muro portante:** Aquel muro de una edificación que ejerce función estructural para soportar otros elementos y fuerzas sísmicas.

**Pilas:** Son primas formados por dos o más unidades enteras como ladrillos o bloques.

**Resistencia:** Capacidad de un sólido para resistir esfuerzos externos sin deformarse.

**Sustitución:** Acción de reemplazar un objeto por otro, ya sea de manera parcial o total.

## II. MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

Este proyecto presenta un tipo de investigación aplicada y enfoque cuantitativo, porque busca resolver un problema, en este caso la influencia del caucho pulverizado en los bloques de concreto, basado en un análisis de datos o medición numérica, para establecer patrones de comportamiento de una población y comprobar las hipótesis [49]. La presente investigación es de tipo aplicada para el estudio siguiente.

La investigación presenta un diseño experimental de tipo experimentos “cuasi experimental”, basado en la realización de ensayos de laboratorio y en la manipulación intencional de la variable independiente, con la separación de dos grupos de muestra, una muestra control y la muestra de tratamiento experimental, a la que se le aplicarán los estímulos, siendo causa y efecto [50].

La investigación es un diseño experimental de tipo cuasi experimental.

$X \rightarrow Y$

$M_{CX} \rightarrow N_{y1}$

$M_{CX} \rightarrow N_{y2}$

$M_{CX} \rightarrow N_{y3}$

$M_{CX} \rightarrow N_{y4}$

Dónde:

$M_{CX}$  = Muestra control

$N_{y1}, N_{y2}, N_{y3}, N_{y4}$  = Muestra experimental con 5%, 10%, 15% y 20% de caucho pulverizado.

### 2.2. Variables y operacionalización

#### 2.2.1. Variable independiente

Caucho pulverizado

#### 2.2.2. Variable dependiente

Bloques ecológicos de concreto

### **2.2.3. Operacionalización de variables**

A continuación, se presenta la operacionalización de variable independiente y la variable dependiente en la Tabla IV y la Tabla V.

**Tabla IV**

Operacionalización de variable independiente

Variable de estudio	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Caucho pulverizado	La influencia del caucho pulverizado se mide a través de diferentes ensayos físicos mediante dosificaciones porcentuales en mezclas.	Características físicas	Granulometría	Observación directa, ficha de laboratorio, revisión documentaria y equipos de laboratorio, documentación normativa.	%	Numérica	De razón
			Peso unitario suelto y compactado		Kg/cm <sup>3</sup>		
			Contenido de humedad		gr/cm <sup>3</sup>		
		Incorporación de caucho pulverizado como sustituto parcial del agregado fino	5%		kg		De razón
			10%		kg		De razón
			15%		kg		
			20%		kg		

*Nota:* Operacionalización de variables independiente realizada por el autor.

**Tabla V**

Operacionalización de variable dependiente

Variable de estudio	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Bloques ecológicos	El desempeño del caucho pulverizado se mide mediante las propiedades físicas y mecánicas de bloques ecológicos	Características granulares	Análisis granulométrico	Observación directa, ficha de laboratorio, revisión documentaria y equipos de laboratorio, documentación normativa.	%	Numérica	De razón
			Peso unitario suelto y compactado		g/cm <sup>3</sup>		
			Contenido de humedad		g/cm <sup>3</sup>		
			Peso específico		g/cm <sup>3</sup>		
			Absorción		%		
		Dosificación	Peso		Kg		De razón
			Volumen		m <sup>3</sup>		
			Propiedades físico - mecánicas		Variación dimensional		
		Alabeo			mm		
		Absorción			%		
		Succión			%		
		Resistencia la compresión (f <sub>b</sub> )			Kg/cm <sup>2</sup>		
		Resistencia la compresión de prismas (f <sub>m</sub> )			Kg/cm <sup>2</sup>		
		Resistencia la compresión diagonal de muretes (v'm)	Kg/cm <sup>2</sup>				

Nota: Operacionalización de variables dependiente realizada por el autor.

### 2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

*Población*, está constituido por conjunto de bloques ecológicos hecho a base de concreto y caucho pulverizado, sometidos a ensayos de laboratorio, basadas en las Normas Técnicas Peruanas.

*Muestra*, estará comprendida por un total de 225 unidades de concreto.

*Muestreo*, se elaborarán muestras de concreto con medidas de 12 x 19 x 39 cm.

*Criterios de selección*, de las 225 muestras a elaborar, 45 son bloques patrón y 180 contienen caucho pulverizado en cantidades de 5%, 10%, 15% y 20% como un sustituto parcial del agregado fino.

**Tabla VI**

Número de muestras de unidades de albañilería patrón

Tipo de ensayo	Cantidad	Edad de ensayo (días)				Total
		7	14	28	Total	
Variación dimensional, alabeo	3	-	-	-	-	3
Absorción y succión	3	-	-	-	-	3
Unidades a compresión axial (b'm)	1	3	3	3	9	9
Pilas a compresión axial (f'm)	2	-	-	3	3	6
Muretes a compresión diagonal (v'm)	8	-	-	3	3	24
<b>Total de muestra patrón:</b>						<b>45</b>

**Tabla VII**

Número de muestras a ensayar de unidades con porcentajes de caucho

Indicador	Variación dimensional	Absorción y alabeo	Compresión axial (b'm)	Compresión axial de pilas (f'm)	Compresión diagonal de muretes (v'm)	Total
5%	3	3	9	6	24	45
10%	3	3	9	6	24	45
15%	3	3	9	6	24	45
20%	3	3	9	6	24	45
<b>Total de muestra experimental:</b>						<b>180</b>

La tabla VI y VII presentan la totalidad de la muestra usada para esta investigación, con respecto a los ensayos a realizar en laboratorio, siendo 45 para cada porcentaje (0%, 5%, 10%, 15% y 20%), cuantificándose un total de 225 bloques.

#### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

La observación directa es una técnica que permite captar el fenómeno a investigar a través de formatos, y así recolectar información para finalmente evaluar los acontecimientos [50]. En este caso se evaluará el comportamiento del concreto durante su elaboración, vaciado, curado y en los ensayos de resistencia a la compresión de bloques, pilas y muretes, asimismo, el análisis de documentos es la revisión y recopilación de información bibliográfica que se tomó con respecto al tema a estudiar, como son los artículos científicos, tesis de grado, guías, manuales y las Normas Técnicas Peruanas. A fin de recopilar información y tener un mejor panorama para el desarrollo de este proyecto.

Los instrumentos que consideramos tenemos a las fichas de observación que son utilizadas para tomar anotaciones de datos o características relevantes referido a un objeto específico [51]. Por otra parte, las guías de observación son formatos para ensayos emitidos por el laboratorio LEMS W&C, en los que se registra los acontecimientos o resultados adquiridos a través de ensayos de albañilería a la unidad en estudio, con el fin de analizar comparaciones y llegar a las conclusiones destinadas para esta investigación, además, de guías de análisis documental que son el conjunto de normas técnicas que logran facilitar el proceso de la investigación

**Tabla VIII**

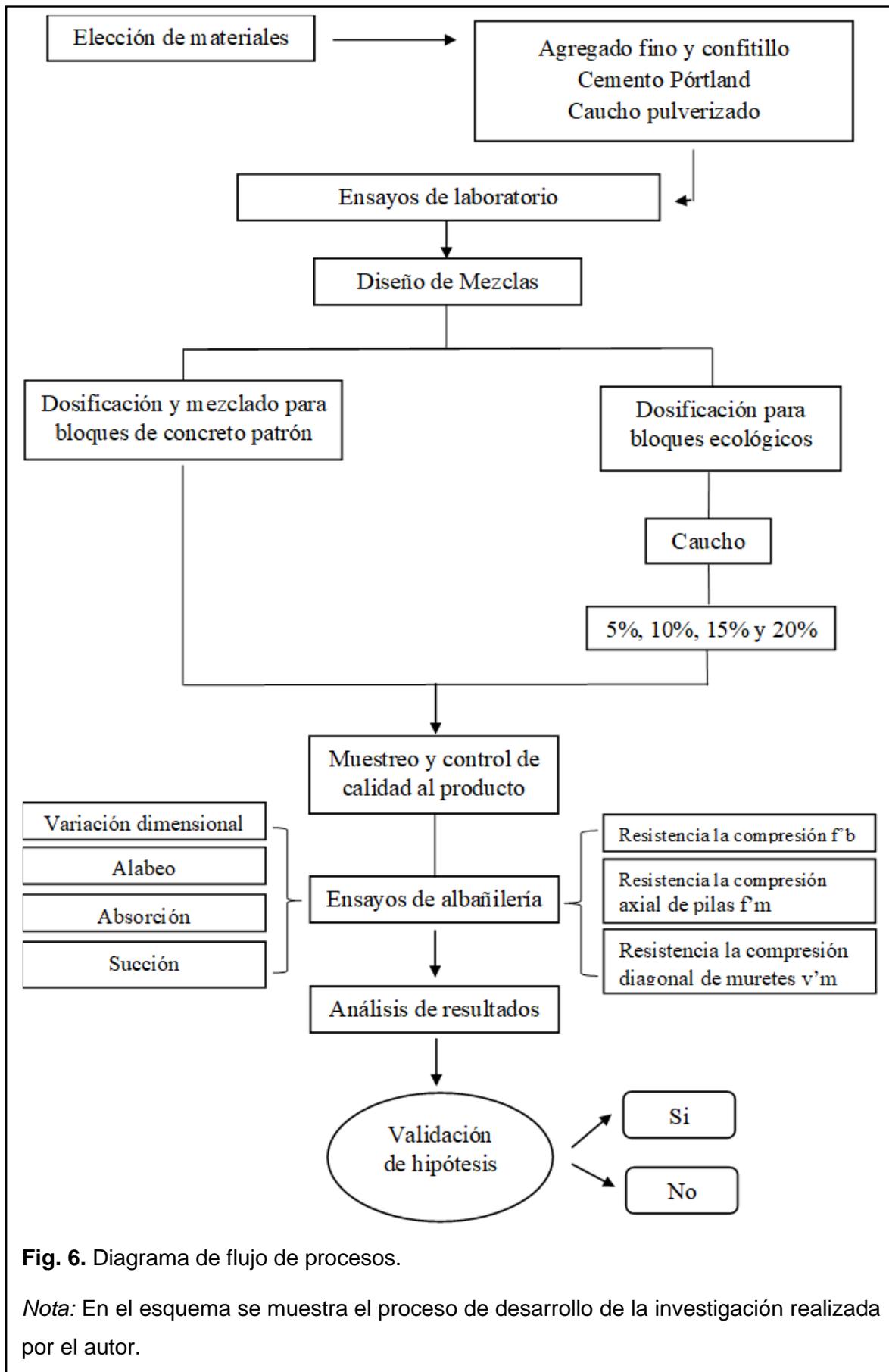
Normativas Técnicas empleadas para la investigación

DESCRIPCIÓN DE NORMATIVA EMPLEADA	NORMA
<b>1. AGREGADOS</b>	
Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global	NTP 400.012
Determinación de "Peso Unitario" y los vacíos en los agregados	NTP 400.017
Contenido de humedad total evaporable de agregados por secado	NTP 339.185
Peso específico y absorción del agregado fino	NTP 400.022
Peso específico y absorción del agregado grueso	NTP 400.019
<b>2. CONCRETO</b>	
Diseño de mezclas de concreto	ACI 211
<b>3. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA</b>	
Unidad de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto	NTP 399.604
Unidad de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería	NTP 399.613
Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería f.m.	NTP 399.605
Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería	NTP 399.621
<b>4. MORTERO</b>	
Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland	NTP 334.057
Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cementos Pórtland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.	NTP 334.051

*Nota:* En la tabla se muestra las normativas contempladas para la investigación realizada por el autor.

## **2.5. Procedimiento para la recolección de datos**

### **2.5.1. Diagrama de flujo de procesos**



## 2.5.2. Descripción de procesos

### 2.5.2.1. Selección y obtención de los materiales

Para llevar a cabo esta investigación se recolectó muestras representativas de material (arena gruesa y confitillo) de 4 distintas canteras pertenecientes a la región Lambayeque, cantera La Victoria – Pátapo, Tres Tomas – Ferreñafe, Castro I – Zaña y Pacherrez – Pucalá.

El caucho pulverizado de llantas fue obtenido de la empresa C & A Grass - Ventas y Servicios Múltiples, Lima.

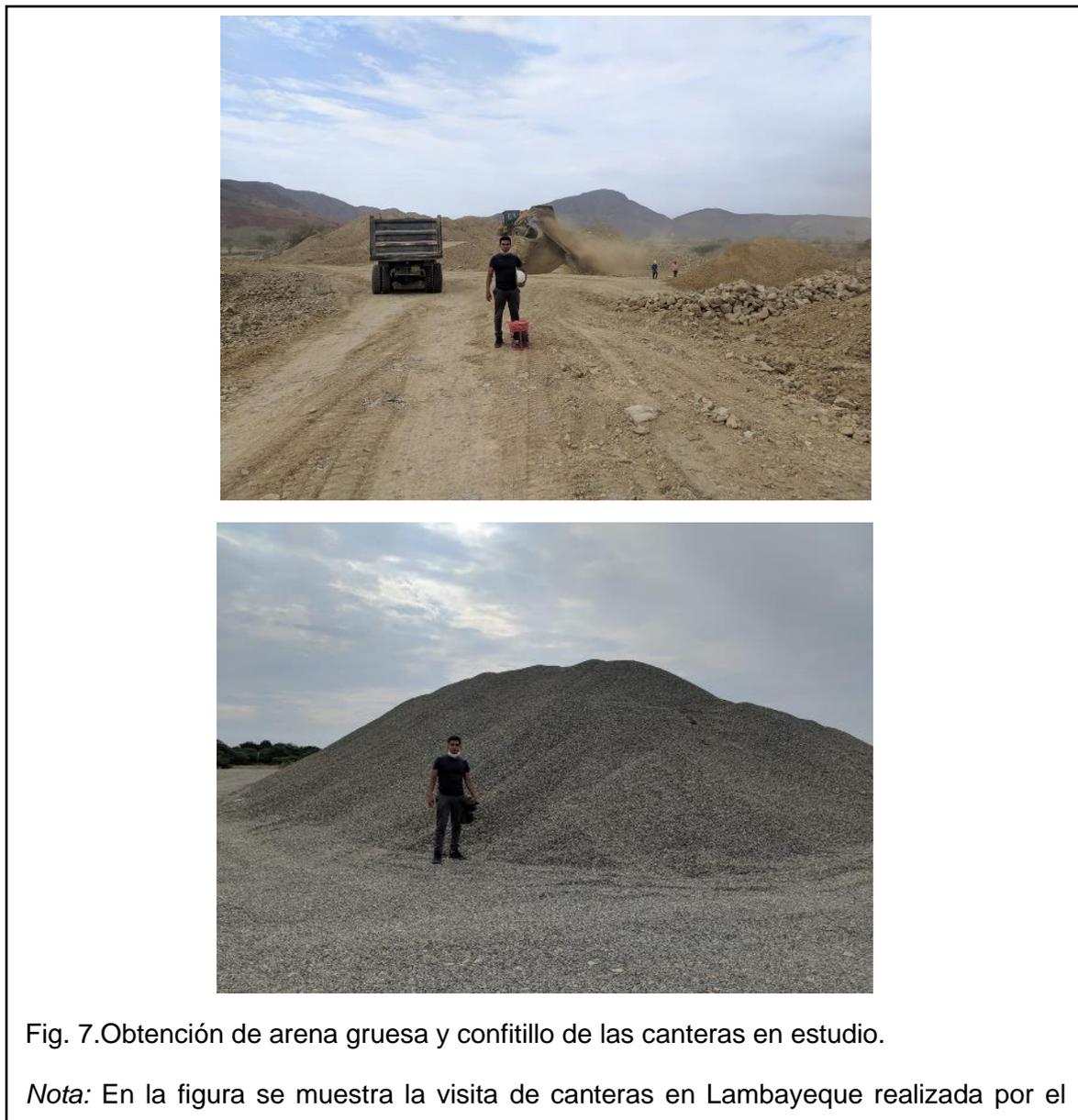


Fig. 7. Obtención de arena gruesa y confitillo de las canteras en estudio.

*Nota:* En la figura se muestra la visita de canteras en Lambayeque realizada por el

## **2.5.2.2. Ensayos de laboratorio de materiales**

### **2.5.2.2.1. Granulometría de agregados por tamizado**

Ensayo que consiste en la separación de tamaños de partículas de los agregados por medio de tamices (NTP 400.012 DE AGREGADOS), Se realizó este ensayo al agregado de las canteras La Victoria – Pátapo, Tres Tomas – Ferreñafe, Castro I – Zaña y Pacherez – Pucalá. Así mismo, al material de caucho.

Material y equipo utilizado:

- Tamices normalizados de 1/2" al N° 100
- Balanza
- Taras
- Arena gruesa
- Confitillo
- Caucho pulverizado
- Escobilla o cepillo de cerdas

#### **A. Agregado fino**

Mediante un cuarteo de partes iguales del agregado fino, se tomó 2 porciones opuestas una cantidad de 677.02 gramos, esta muestra es ensayada mediante unos tamices ordenados de mayor a menor abertura (3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, incluyendo el fondo), con el fin de separar las partículas e identificar la cantidad que pasa y queda retenido en cada tamiz. Para la realización del ensayo, se tomó como referencia el la Norma ASTM C33 y la NTP 400.012. De igual forma para el caucho pulverizado.



**Fig. 8.** Granulometría del agregado fino y caucho pulverizado.

*Nota:* En la figura se muestra el ensayo granulométrico material granular fino y caucho realizado por el autor.

### **B. Agregado grueso**

La cantidad de material a ensayar fue de 3476 gramos de confitillo, que son separados por medio del tamiz con abertura de 1/2" hasta la N°16, para separar por tamaños a los granos del agregado grueso.



**Fig. 9.** Granulometría del confitillo.

*Nota:* En la figura se muestra el ensayo granulométrico confitillo realizada por el autor.

### **C. Agregado fino con sustitución de caucho**

Para notar el comportamiento del caucho como parte del agregado fino, se realizó una granulometría mixta, considerando los porcentajes de caucho de 5%, 10%, 15% y 20%.



**Fig. 10.** Granulometría mixta del agregado fino (Arena – caucho).

*Nota:* En la figura se muestra el ensayo granulométrico material fino granular realizada por el autor.

#### **2.5.2.2.2. Peso unitario de agregados**

Ensayo para la determinación del peso unitario suelto y compactado de los agregados, se realizó en base a la NTP 400.017 AGREGADOS.

Material y equipo utilizado:

- Balanza
- Agregados
- Molde cilíndrico de metal
- Varilla de acero para compactar de 60 cm de longitud y  $\varnothing$  5/8"
- Cucharón metálico
- Martillo de goma

Para el peso unitario suelto se llenó el recipiente con un cucharón de manera suave hasta el punto de derramar, se niveló al ras con la varilla, y se limpió todo exceso de material usando brocha. Mientras que, para el peso unitario compactado se vierte el material de manera proporcionada en 3 partes, siendo cada parte compactada con 25 golpes por una varilla de acero, haciendo uso del martillo de goma se realiza el acomodamiento de las partículas desde el exterior del molde, y por último llegando a enrasar eliminando todo el material sobrante. Se usó un molde de metal con un volumen de  $0.002123 \text{ m}^3$



**Fig. 11.** Peso unitario suelto y compactado de la arena gruesa, confitillo y caucho pulverizado.

*Nota:* En la figura se muestra el ensayo peso unitario suelto y compacto realizada por el autor.

#### **2.5.2.2.3. *Peso específico y absorción***

Las normas técnicas peruanas 400.022 y 400.021 AGREGADOS, referencian el ensayo para determinar la densidad relativa y absorción para los agregados.

Material y equipo utilizado:

- Balanza
- Recipiente o tara
- Fiola de 500 cm<sup>3</sup>
- Molde cónico
- Agregados
- Horno de secado a 110°C ± 5°C
- Pipeta
- Canastilla de alambre
- Balde
- Franela

### A. Agregado fino

Se toma una muestra del agregado y se coloca al horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, la misma muestra se enfría a temperatura ambiente por unas horas y se sumerge completamente en agua por otras 24 horas, pasado el tiempo se esparce sobre una bandeja. El material es vaciado dentro del molde cónico y apisonado con 25 golpes hasta encontrar el primer desmoronamiento superficial a la hora de desmoldar, lo que se considera como superficialmente seca.



**Fig. 12.** Apisonado de la muestra de agregado fino en el interior del molde cónico y desmolde.

*Nota:* La figura muestra el ensayo peso específico realizada por el autor.

Una vez encontrado la consistencia adecuada de la muestra, se vierten a la fiola y se llena con agua hasta la marca registrada de  $500\text{ cm}^3$ , se agita y finalmente se lleva la muestra al horno por 24 horas.



**Fig. 13.** Procedimiento gravimétrico del agregado fino.

*Nota:* En la figura se muestra el ensayo proceso gravimétrico realizada por el autor.

### ***B. Agregado grueso***

La muestra es sumergida en agua por un lapso de 24 horas, una vez saturada se extrae y se seca con un paño hasta dejarla superficialmente seca, posteriormente se vierte en una canastilla, la cual estará sumergida dentro de un balde y luego la muestra es secada al horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por 24 horas.



**Fig. 14.** Secado superficial y sumergido del confitillo.

*Nota:* En la figura se muestra el ensayo para confitillo realizada por el autor.

#### **2.5.2.2.4. Contenido de humedad**

La realización de este ensayo se efectuó con la NTP 339.185 AGREGADOS, con la finalidad de encontrar el porcentaje de humedad de los agregados.

Se toma una porción de muestra en una tara y es llevado al horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas, al finalizar se registran los pesos y la diferencia de pesos dividido entre el peso seco, representará cantidad de humedad del material.



**Fig. 15.** Ensayo de contenido de humedad de la arena, confitillo y caucho pulverizado.

*Nota:* En la figura se muestra el ensayo contenido de humedad realizada por el autor.

#### **2.5.2.3. Elaboración de bloques de concreto patrón y bloques ecológicos**

La fabricación de las unidades de concreto, se basó en el diseño de mezclas realizado con el método del Comité 211 del ACI (American Concrete Institute), tras la obtención de resultados de la caracterización de agregados. Los diseños corresponden a las denominaciones de D – 1 (patrón), D – 2 (5% caucho), D – 3 (10% caucho), D – 4 (15% caucho) y D – 5 (20% caucho)

Material y equipo utilizado:

- Agregados, cemento, caucho pulverizado y agua

- Balanza
- Cucharones
- Latas o baldes de pintura
- Carretilla
- Mezcladora de concreto
- Molde metálico para bloques de 12 cm x 19 cm x 40 cm
- Mesa vibradora de 2HP y 1730 r/min
- Lubricante
- Guantes



**Fig. 16.** Material y equipos utilizado para la producción de bloques.

*Nota:* En la figura se muestra la producción de bloques de concreto realizada por el autor.

En base a la dosificación obtenido por el diseño de mezclas, se procedió a realizar el mezclado de los constituyentes en seco hasta tener una mezcla de color uniforme, luego se agregó agua y se continuó con el mezclado durante 3 a 6 minutos. Para la mezcla con caucho, se mezcló los agregados de igual manera con la cantidad respectiva de caucho indicada en cada diseño. Realizada la mezcla se vierte en el interior del molde metálico ubicado sobre la mesa vibradora, el cual estará vibrando por 1 minuto y 30 segundos o hasta que se note la aparición de una película de agua, terminado la acción de vibro compactación se procede a

desmoldar el bloque para su respectivo fraguado. Se realizaron 45 bloques por cada diseño o porcentaje de caucho como sustitución del agregado fino.



**Fig. 17.** Preparación de la mezcla de concreto.

*Nota:* En la figura se muestra las dosificaciones para la mezcla realizada por el autor.



**Fig. 18.** Elaboración y fraguado de bloques de concreto.

*Nota:* En la figura se muestra la preparación de bloques tipo P realizada por el autor.

Pasado el tiempo de fraguado, se llevó y ubicó los bloques dejando un espaciamiento mínimo entre las unidades de dos centímetros en el ambiente donde fueron curados, la separación ayudó a humedecer todos los lados posibles. El curado se realizó regando agua de 2 a 3 veces por día durante los 7 primeros días (periodo en el que alcanzan el 70% de su máxima resistencia), al segundo día fueron apilados y se continuó con el regado hasta los 28

días. Finalmente, se protegieron del viento y el sol cubriendo con plástico para que permanezcan húmedos y sequen lentamente.



**Fig. 19.** Apilado y curado de bloques.

*Nota:* La figura muestra la curación y apilado de bloques en situ realizada por el autor.

#### **2.5.2.4. Muestreo**

##### **2.5.2.4.1. Selección de especímenes para ensayos de laboratorio**

Para la realización de los ensayos, se seleccionaron 6 especímenes de cada lote y se realizó la identificación correspondiente. Todo esto en concordancia a la NTP 399.604 “UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto”.



**Fig. 20.** Método de muestreo de las unidades en estudio.

*Nota:* En la figura se muestra el muestreo de unidades de estudio realizada por el autor.

### **2.5.2.5. Ensayos físicos y mecánicos de los bloques de concreto**

Para la determinación de resultados y el control de calidad de las unidades producidas, se tomó los parámetros y requisitos propuestos en la NTP 399.613.2005 “UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería”. y el RNE E.0.70.

#### **2.5.2.5.1. Dimensionamiento**

Los bloques preparados para esta investigación presentan una dimensión nominal de 39 cm de largo, 12 cm de ancho y 19 cm de alto. Para esto, se escogió al azar 10 muestras de cada diseño, a las cuales se registró las 4 medidas de cada lado (largo, ancho y altura) con la ayuda de una regla de acero milimétrica y un vernier, realizando posteriormente el promedio de sus longitudes para cada medida y de la totalidad de las muestras.



**Fig. 21.** Medición de dimensiones de bloques.

*Nota:* En la figura se muestra el ensayo de dimensionamiento realizada por el

#### **2.5.2.5.2. Alabeo**

Para este ensayo se utilizó el mismo número de bloques empleados para la medición de mediciones. Se tomó lectura con precisión de 1 mm del alabeo que presenta la unidad de concreto en sus caras, ya sea de manera cóncava o convexa, mediante la introducción de una cuña milimétrica en el punto correspondiente a la flecha máxima. Considerar los

siguientes casos de distorsión en su superficie: Superficies cóncavas y convexas, bordes cóncavos y convexas.

Material y equipo utilizado:

- Bloque de concreto
- Cuña milimétrica
- Regla de acero de 60 cm



**Fig. 22.** Prueba de alabeo a la unidad de albañilería.

*Nota:* En la figura se muestra el ensayo de alabeo realizada por el autor.

#### **2.5.2.5.3. Ensayo de absorción de agua**

Se escogieron 3 especímenes de cada diseño y fueron llevados al horno a 110°C por 24 horas, se registró el peso seco y son sumergidos en agua por otras 24 horas, retiradas del pozo de agua se secan superficialmente con una franela y se registró el peso saturado.

Material y equipo utilizado:

- Bloque de concreto
- Horno de secado a 110°C ± 5°C
- Pozo con agua
- Balanza



**Fig. 23.** Secado de bloques de concreto en horno para ensayo de absorción.

*Nota:* En la figura se muestra el ensayo de absorción realizada por el autor.

#### **2.5.2.5.4. Ensayo de Succión**

Para la realización de este ensayo se registró los pesos secos de cada espécimen (3 bloque patrón y 3 bloques por cada porcentaje de caucho), cada bloque reposó sobre unos soportes puestos en una bandeja respectivamente nivelada, y se vertió agua de manera constante por 1 minuto en la bandeja, de tal manera que la cara de asiento de la unidad entre en contacto con el agua sobre una película de 3 mm. Posteriormente se retira el bloque y es secado con un paño seco, para luego ser pesado y ya con esa lectura calcular el porcentaje de succión de cada espécimen.

Material y equipo utilizado:

- Bloque de concreto
- Horno de secado a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Bandeja de aluminio 50 x 20 cm
- Agua potable
- Soportes de acero
- Balanza



**Fig. 24.** Ensayo de succión en la cara de asiento de la unidad de concreto.

*Nota:* En la figura se muestra el ensayo de succión realizada por el autor.

#### **2.5.2.5.5. Resistencia a la compresión ( $f'_b$ )**

El ensayo se realizó usando 3 bloques enteros escogidos del muestreo de cada diseño para cada día de ensayo (7, 14 y 28 días). ensayando un total de 9 bloques por lote. Un día antes de ser sometidos a la compresión, éstos fueron refrentados con yeso – cemento cubriendo y suavizando ligeramente cualquier tipo de irregularidad que presenten en su superficie superior e inferior.

Material y equipo utilizado:

- Máquina de compresión hidráulica
- Capping (yeso y cemento)
- Bloque de concreto



**Fig. 25.** Ensayo de compresión de bloques de concreto - caucho.

*Nota:* En la figura se muestra el ensayo de absorción realizada por el autor.

#### 2.5.2.6. Elaboración de mortero para juntas de pilas y muretes

Se realizó un mortero para juntas de muro, basándose en la Norma Técnica de Albañilería E.070. Por lo que se tomó la proporción volumétrica en estado suelto de cemento-arena de 1:4 (mortero tipo P).

Material y equipo utilizado:

- Materiales: cemento, agua y agregado fino
- Mezcladora de mortero
- Mesa de flujo
- Tronco cónico
- Mango compactador de caucho
- Balanza
- Vernier
- Espátula
- Probeta graduada
- Taras



**Fig. 26.** Material y equipo para la preparación de mortero.

*Nota:* En la figura se muestra el ensayo de preparación de mortero realizada por el

#### **2.5.2.6.1. Ensayo de fluidez**

Ensayo que permite calcular la cantidad de agua necesaria para llegar al punto idóneo de fluidez de la mezcla del mortero. La NTP 399.610 indica que el mortero deberá tener una fluidez de  $110 \% \pm 5\%$ .

La mezcla se realizó con la ayuda de la mezcladora de mortero donde contenían los materiales depositados en su recipiente, ésta es depositada en dos capas y apisonada con 25 golpes por un mango de goma en un molde cónico. Luego se retiró el molde y se giró el timón de la base de la mesa dando 25 golpes hasta quedar esparcido formando una circunferencia en la superficie de la mesa, seguidamente se tomó las medidas del diámetro del mortero para el cálculo del porcentaje de fluidez. Una vez encontrado el porcentaje requerido, se realizó 6 cubos de 50 mm de lado con la mezcla elaborada.



**Fig. 27.** Preparación de la mezcla del mortero.

*Nota:* En la figura se muestra el ensayo de preparación de mortero realizada por el

#### **2.5.2.6.2. Ensayo de resistencia a la compresión de mortero**

Una vez encontrado el porcentaje requerido, se realizó 6 cubos de 50 mm de lado con la mezcla elaborada, para ser sometidos a la compresión a la edad de 28 días. El procedimiento de preparación se llevó a cabo de acuerdo a la NTP 334.051.



**Fig. 28.** Elaboración de cubos de mortero de 50 mm de lado.

*Nota:* En la figura se muestra la elaboración de cubos de mortero realizada por el autor.



**Fig. 29.** Cubos de mortero sometidos al ensayo de compresión.

*Nota:* La figura muestra los cubos de mortero para compresión axial realizada por el autor.

### 2.5.2.7. Primas de albañilería

#### 2.5.2.7.1. *Elaboración de pilas con bloques de concreto*

Se construyeron 3 pilas por diseño, D-1 (patrón), D-2 (5% caucho), D-3 (10% caucho), D-4 (15% caucho) y D-5 (20% caucho), cada pila estuvo conformada por 2 unidades enteras. Estas fueron construidas asentando un bloque sobre otro, ejerciendo una ligera presión de forma vertical, alineando con plomada y un nivel, utilizando una junta de 1.5 cm. de mortero, presentando una altura de 39.5 cm. Las pilas fueron curadas 2 veces al día y refrentadas un día antes de ser ensayadas, Todo esto de acuerdo a la NTP 399.605.

Material y equipo utilizado:

- Materiales: Bloques, cemento, agua y agregado fino
- Recipiente para la crear la mezcla del mortero
- Balanza
- Nivel, plomada, cordel
- Badilejos
- Guantes



**Fig. 30.** Construcción de pilas de albañilería con bloques de concreto.

*Nota:* En la figura se muestra la preparación de pilas albañilería realizada por el autor.

#### **2.5.2.7.2. Ensayo de compresión de prismas**

Los prismas de albañilería fueron curadas 2 veces al día durante 28 días, y refrentadas un día antes del ensayo para quitar todo tipo de irregularidad en su superficie.



**Fig. 31.** Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería.

*Nota:* En la figura se muestra el ensayo de resistencia a compresión realizada por el autor.

### 2.5.2.7.3. Tipo de falla

Los elementos ensayados presentaron un tipo de falla vertical, característica de este tipo de elementos por ser sometidas a un aplastamiento por parte de la prensa hidráulica. La grieta presentada atravesó las unidades de concreto y la junta del mortero.



**Fig. 32.** Falla vertical presentada en primas de albañilería.

*Nota:* En la figura se muestra fallas verticales presente en pilas realizada por el autor.

### 2.5.2.8. Resistencia la compresión diagonal en muretes de albañilería

Se construyeron muretes en base al procedimiento detallado en la NTP 399.621, de 79.5 cm de ancho, 80.5 cm de alto y 12 cm de espesor, fueron construidos de la misma forma que las pilas, siendo 3 muretes por diseño, empleando la misma técnica, materiales y la forma del curado. A las unidades que entraron en contacto con las escuadras de carga al momento del ensayo fueron rellenas con mortero de relación de cemento-arena 1:3. Los muretes fueron sometidos a la compresión a la edad de 28 días,



**Fig. 33.** Construcción de muretes con bloques.

*Nota:* En la figura se muestra la elaboración de muretes realizada por el autor.



**Fig. 34.** Ensayo de compresión diagonal en muretes.

*Nota:* En la figura se muestra el ensayo a compresión diagonal de muretes.



**Fig. 35.** Falla por tracción diagonal del murete de albañilería.

*Nota:* En la figura se muestra las fallas de rotura del murete realizada por el autor.

## **2.6. Criterios éticos**

La investigación es encomendada como base para generar nuevos conocimientos, garantizando el respeto y la protección de propiedad intelectual de los autores, además de la seguridad y confiabilidad de los datos personales a fin de no consentir ningún medio fraudulento. Así mismo se aplicará la honestidad y la veracidad adecuada para hacer posible este trabajo. Se han realizado diversas investigaciones de carácter científicos tomando en cuenta los criterios éticos publicados por la USS, en la que el investigador deberá fortalecer y promover las competencias del pensamiento crítico, así mismo comunicar de manera oportuna los hallazgos de su investigación.

Para sustentar la confiabilidad de este proyecto, se usó las Norma E.070 de albañilería y NTP 339.604, adicionalmente para la realización de los ensayos plasmados para este trabajo se empleó equipos de laboratorio debidamente calibrados con la finalidad de no tener margen de error. Todos los ensayos, métodos y prácticas realizadas se desarrollaron en base a los parámetros propuestos por Normas Técnicas Peruanas, y normas referentes al tema

estudiado (ASTM, NTP, RNE, ACI). Además, que es basada en fuentes de referencias de información de sentido estricto, cumpliendo con lo establecido por las normas internacionales, para este caso, se usó el formato de citación IEEE.

### III. RESULTADOS y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

##### 3.1.1. Resultado del objetivo específico N°1

Correspondiente al OE1: "Analizar las características físicas de los agregados pétreos a usar para el diseño de mezcla para la elaboración del bloque patrón."

Para esto se escogieron cuatro canteras para la extracción de los agregados, de los cuales mediante el análisis granulométrico fueron seleccionados y descartados como material adecuado para la elaboración de la mezcla de concreto. Las canteras fueron: Cantera La Victoria – Pátapo, Tres Tomas - Ferreñafe, Castro - Zaña y Pacherrez - Pucalá, todas ellas ubicadas en la región Lambayeque.

##### 3.1.1.1. Análisis granulométrico por tamizado (NTP 400.012)

#### A. Granulometría del agregado fino

**Tabla IX**

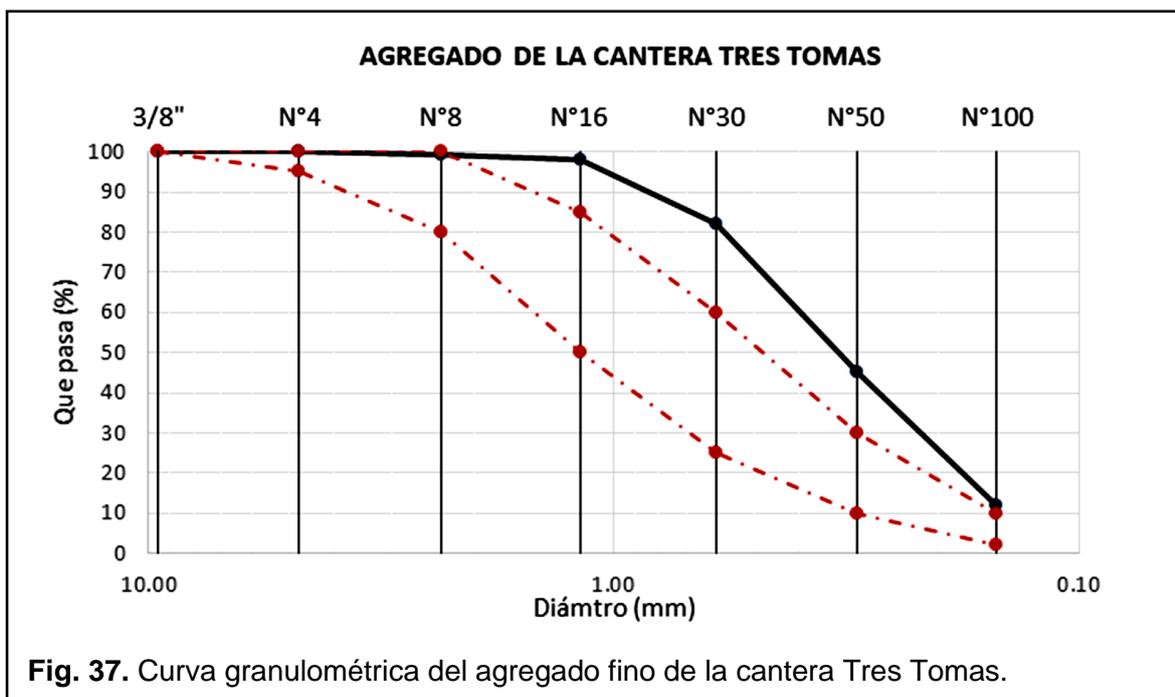
Análisis granulométrico del agregado fino de las canteras La Victoria, Tres tomas, Castro 1 y Pacherrez

Malla	La victoria	Tres tomas	Castro 1	Pacherrez	Gradación
Pulg.	Tamiz	% Que Pasa	% Que Pasa	% Que Pasa	"C"
3/8"	9.520	99.1	100.0	100.0	100 - 100
N° 4	4.750	92.2	100.0	95.5	95 - 100
N° 8	2.360	81.1	99.5	78.7	80 - 100
N° 16	1.180	64.1	98.0	61.1	50 - 85
N° 30	0.600	41.0	82.2	47.3	25 - 60
N° 50	0.300	23.8	45.2	39.4	10 - 30
N° 100	0.150	10.3	12.1	16.8	2 - 10

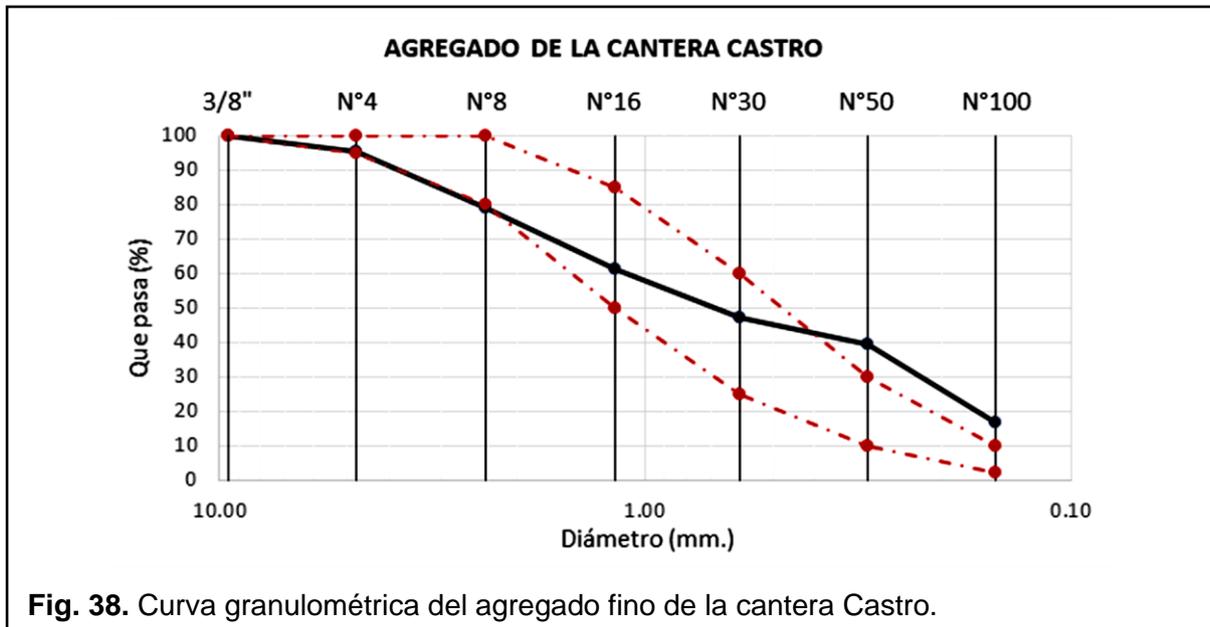
De acuerdo a los resultados mostrados en la Tabla IX, se realizó una gráfica de curva granulométrica para el agregado fino de cada cantera, realizando una comparación entre ellas de acuerdo a las especificaciones normalizadas establecidas por las Normas Técnicas.



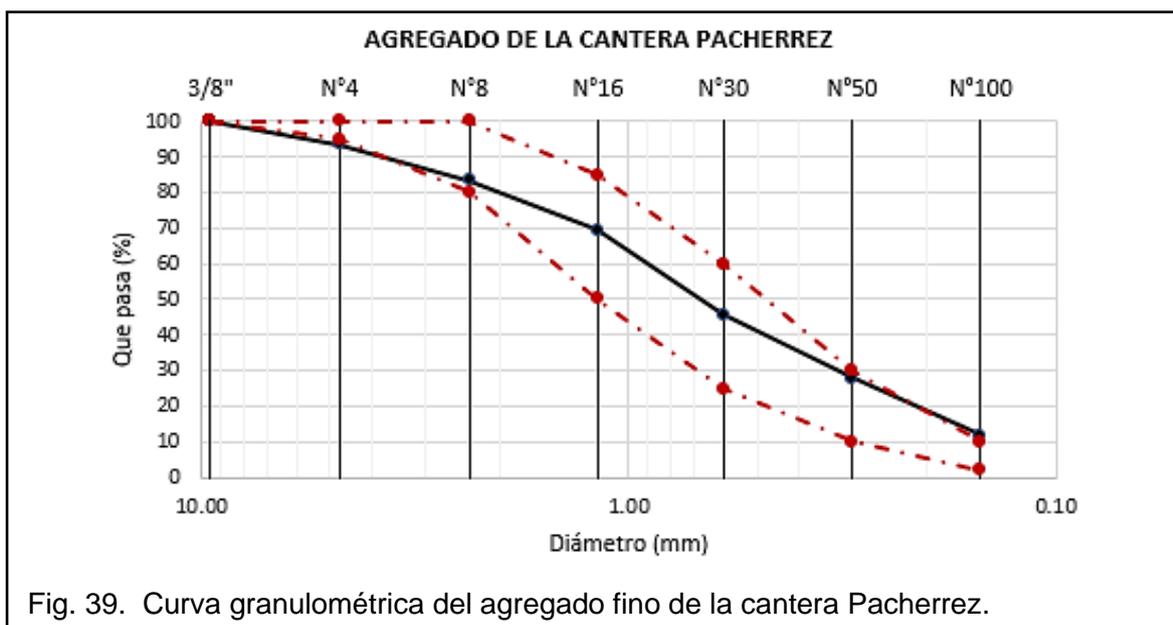
Como se muestra en la figura 36, analizando la granulometría de la arena gruesa extraída de la cantera La Victoria, se presenta un módulo de finura  $MF = 2.89$ , valor adecuado para que dicha arena sea usada en la preparación de concreto; puesto que el rango establecido por la Norma ASTM C33 es de  $2.3 < MF < 3.1$ . Además, la figura manifiesta una gráfica de curva granulométrica bien graduada cumpliendo con los límites establecidos por la NTP 400.037.



Como se muestra en la figura 37, de la granulometría de la arena extraída de la cantera Tres Tomas, se tiene un módulo de finura MF = 1.63, el cual no cumple con el rango de  $2.3 < MF < 3.1$ . Además, la figura presenta una curva granulométrica mal graduada, quedando fuera de los límites propuestos por la NTP 400.037, por lo que se descarta su uso.



Como se muestra la figura 38, del análisis del ensayo granulométrico, se obtuvo un MF = 2.61, el cual refleja una aceptable gradación de la arena gruesa. En la figura se puede notar que en la malla N°50 y N°100 pasa mayor cantidad de material que lo establecido por la NTP.



Analizando la granulometría de la arena extraída de la cantera Pacherez del distrito de Pucalá, como muestra la figura 39. Presenta una curva granulométrica bien graduada, con un mayor contenido de finos, un módulo de finura MF=2.68 y la figura De esto se concluye que es un material adecuado para la preparación de concreto.

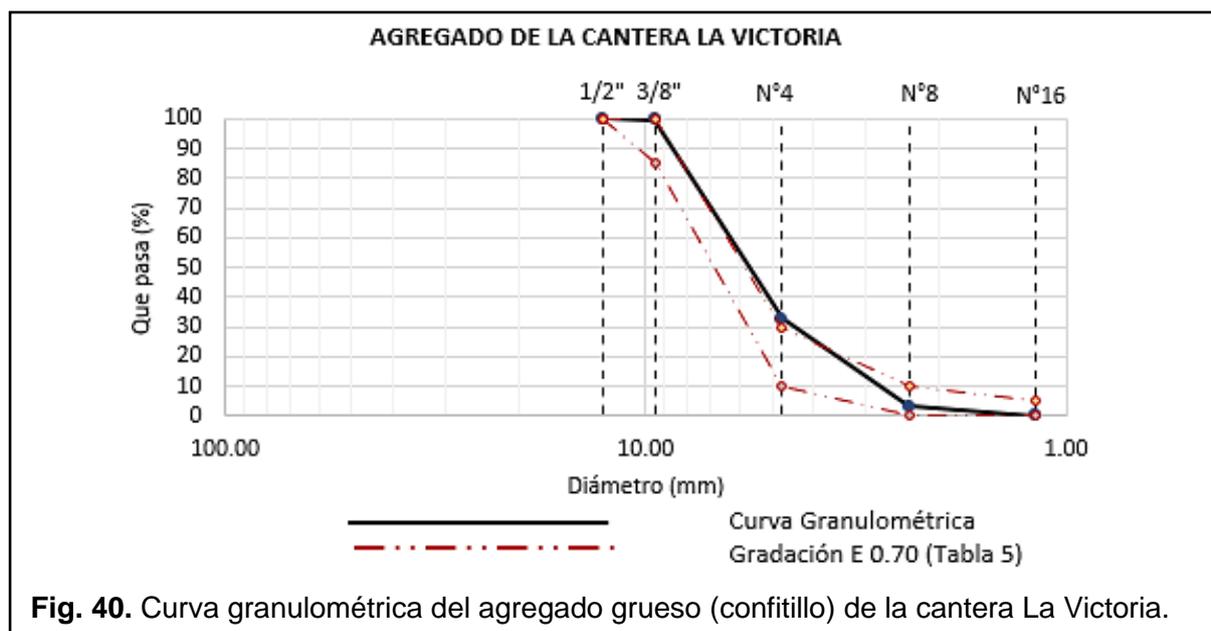
## B. Granulometría del agregado grueso

**Tabla X**

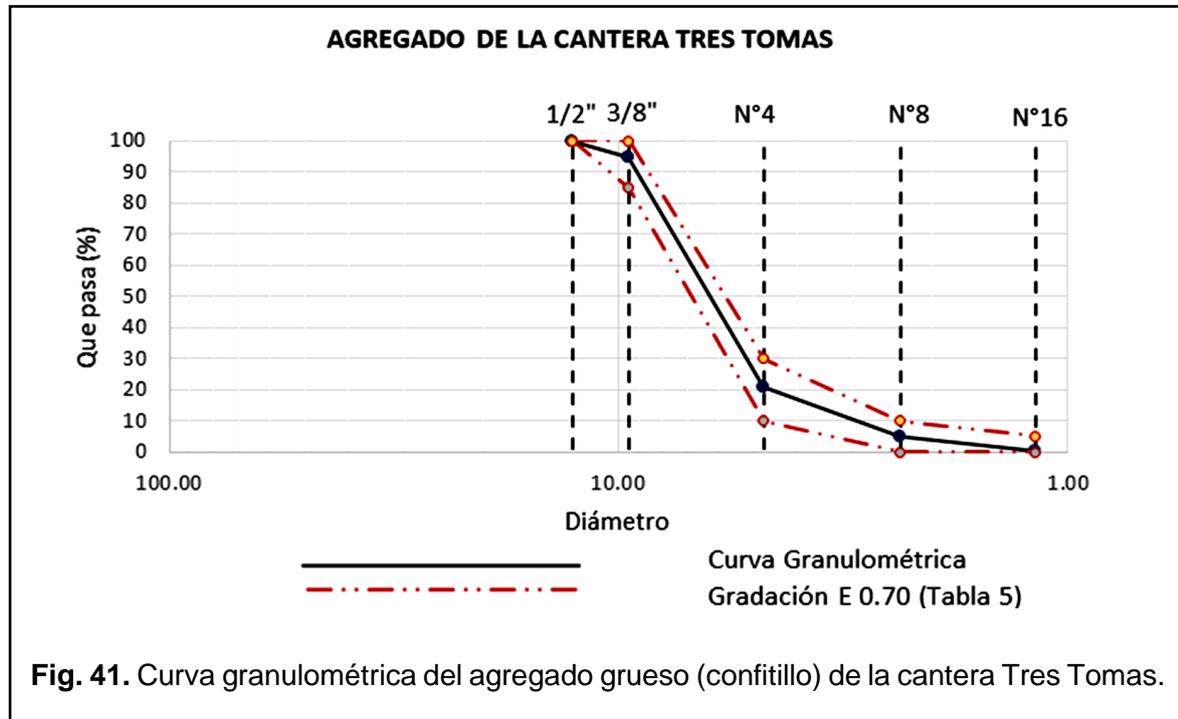
Análisis granulométrico del confitillo de las canteras La Victoria, Tres tomas, Castro 1 y Pacherez.

Malla	LA VICTORIA	TRES TOMAS	CASTRO I	PACHERREZ	GRADACIÓN
Pulg. (mm.)	% Que Pasa	% Que Pasa	% Que Pasa	% Que Pasa	E 0.70
1/2"	100.0	100.0	100.0	100.0	100
3/8"	99.7	94.8	99.7	100.0	85 - 100
Nº 4	32.8	20.8	68.9	58.5	10 - 30
Nº 8	3.2	4.7	16.9	15.2	0 - 10
Nº 16	0.2	0.5	4.8	2.2	0 - 5
<b>TMN:</b>	<b>3/8"</b>	<b>3/8"</b>	<b>3/8"</b>	<b>Nº 4</b>	

De acuerdo a los resultados mostrados en la Tabla X, se realizó una gráfica de curva granulométrica para el agregado de cada cantera, realizando una comparación entre ellas de acuerdo a los límites granulométricos establecidos por la Norma E 0.70 de albañilería.



La figura 40 muestra el resultado del análisis granulométrico, donde en la malla N°4 excede lo permitido por la Norma E 0.70. Por lo cual se debatirá su elección. Se determinó además que tiene un Tamaño Máximo Nominal (TMN) = 3/8".



Como se detalla en la figura 41, a través del análisis granulométrico realizado al confitillo extraído de la cantera Tres Tomas del distrito de Ferreñafe, se determina un TMN=3/8". Además, presenta una curva granulométrica con buena gradación, cumpliendo con los límites establecidos por la Norma E 0.70 de albañilería.

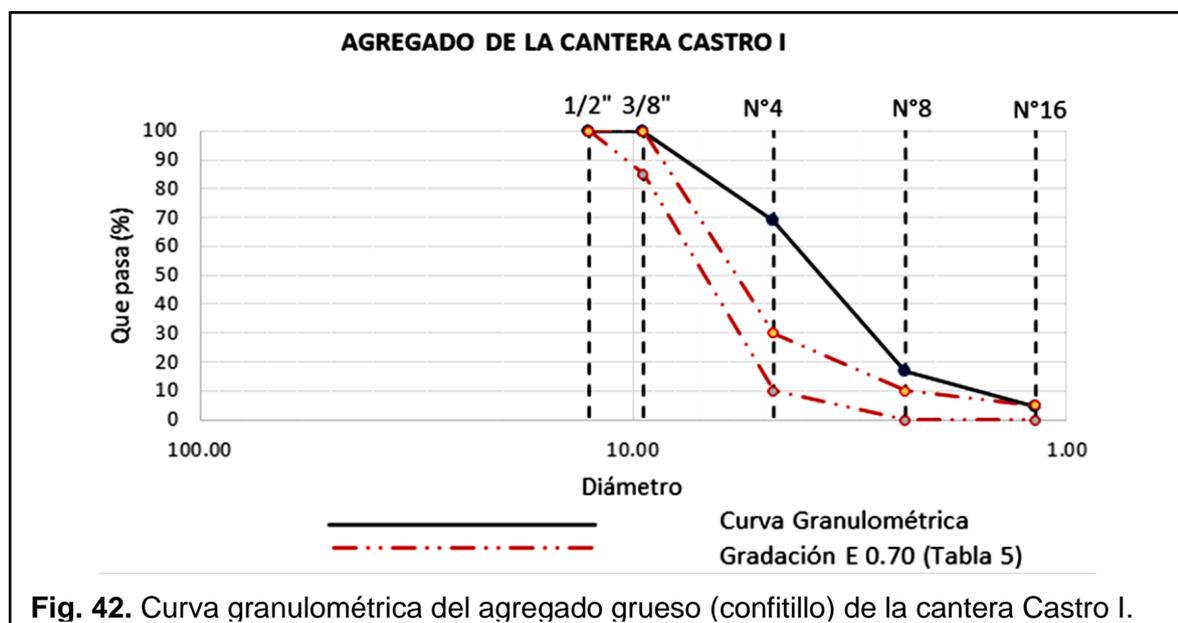
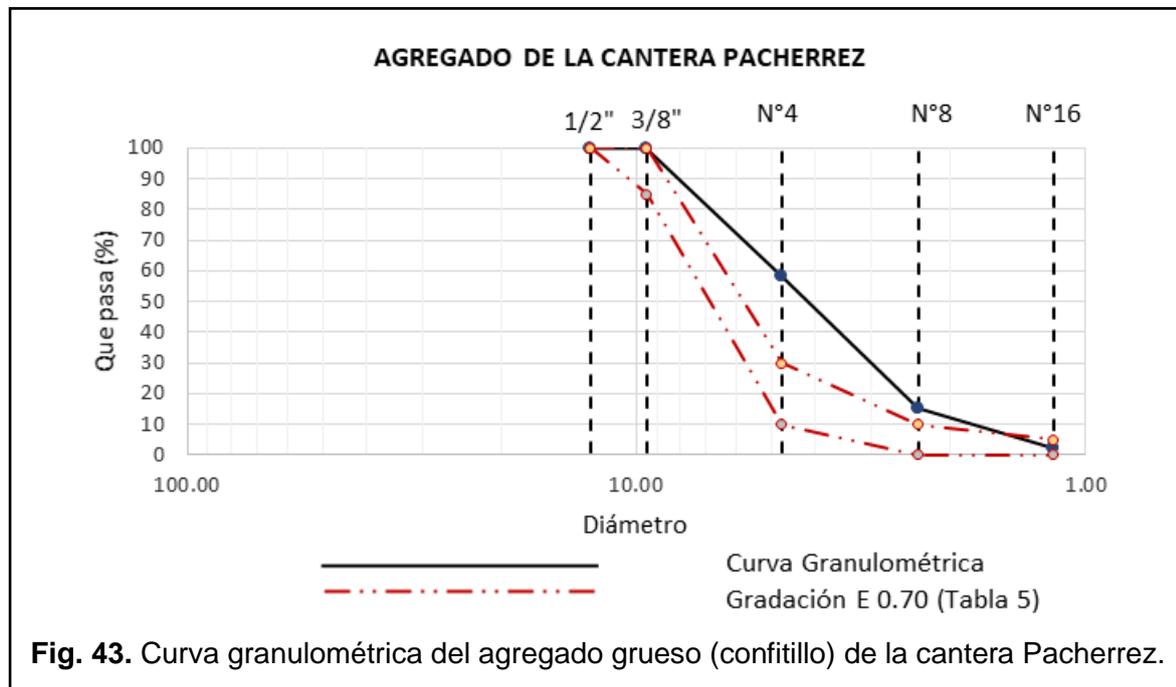


Fig. 42. Curva granulométrica del agregado grueso (confitillo) de la cantera Castro I.

De la figura 42, se deduce que el agregado de la cantera Castro I, no cumple la gradación establecida por la norma, por ende, no es un material adecuado para usarse en el diseño de mezcla de concreto TMN = 3/8".



**Fig. 43.** Curva granulométrica del agregado grueso (confitillo) de la cantera Pacherrez.

De igual forma la figura 43, refleja el análisis del ensayo al agregado de la cantera Pacherrez, la cual presenta un TMN = tamiz N° 4 y una curva granulométrica mal graduada, por lo que se descarta su uso. De los resultados obtenidos, se dio elección a la arena extraída de la cantera La Victoria y el confitillo de la cantera Tres Tomas, materiales que cumplieron con lo establecido por la NTP 400.012, NTP 400.037, ASTM C33 y la Norma E 0.70 de Albañilería.

### 3.1.1.2. Peso Unitario suelto y compactado de los agregados (NTP 400.017)

#### 3.1.1.2.1. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado fino

**Tabla XI11**  
Peso unitario suelto del agregado fino

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	RESULTADOS
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1458
Peso unitario suelto seco	(kg/m <sup>3</sup> )	1451
Contenido de humedad	(%)	0.52

**Tabla XII**

Peso unitario compactado del agregado fino

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1634
Peso unitario seco compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	1626
Contenido de humedad	(%)	0.52

De los resultados de la tabla XI y XII, indican que el peso unitario suelto seco del agregado fino, tiene un valor de 1451 kg/m<sup>3</sup>, mientras que el peso unitario compactado es 1626 kg/m<sup>3</sup>.

### **3.1.1.2.2. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado grueso**

**Tabla XIII**

Peso unitario suelto del agregado grueso

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1302
Peso unitario suelto seco	(kg/m <sup>3</sup> )	1299
Contenido de humedad	(%)	0.3

**Tabla XIV**

Peso unitario compactado del agregado grueso

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1450
Peso unitario seco compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	1447
Contenido de humedad	(%)	0.3

De la tabla XIII y tabla XIV, el peso unitario suelto seco del agregado grueso es 1299 kg/m<sup>3</sup> y el peso unitario compactado es 1447 kg/m<sup>3</sup>, valores obtenidos.

### 3.1.1.3. Contenido de humedad (N.T.P. 339.185)

**Tabla XV**

Contenido de humedad del agregado fino

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNID</b>	<b>CANTIDAD</b>
Peso de muestra húmeda	(gr.)	440
Peso de muestra seca	(gr.)	438
Peso de recipiente	(gr.)	51.0
Contenido de humedad	(%)	<b>0.52</b>

**Tabla XVI**

Contenido de humedad del agregado grueso

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANTIDAD</b>
Peso de muestra húmeda	(gr.)	846
Peso de muestra seca	(gr.)	844
Peso de recipiente	(gr.)	73.0
Contenido de humedad	(%)	<b>0.3</b>

Se pudo determinar a través de la tabla XV y XVI del ensayo, que el porcentaje de humedad encontrado en la arena es de 0.52 % y 0.30 % del confitillo.

### 3.1.1.4. Peso Específico y Absorción de los agregados (N.T.P 400.022)

**Tabla XVII**

Peso específico y absorción del agregado fino

<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado</b>
Peso específico de masa	(g/cm <sup>3</sup> )	2.575
Peso específico de masa saturado superficialmente seco	(g/cm <sup>3</sup> )	2.595
Peso específico aparente	(g/cm <sup>3</sup> )	2.629
Porcentaje de absorción	%	0.81

**Tabla XVIII**

Peso específico y absorción del agregado grueso

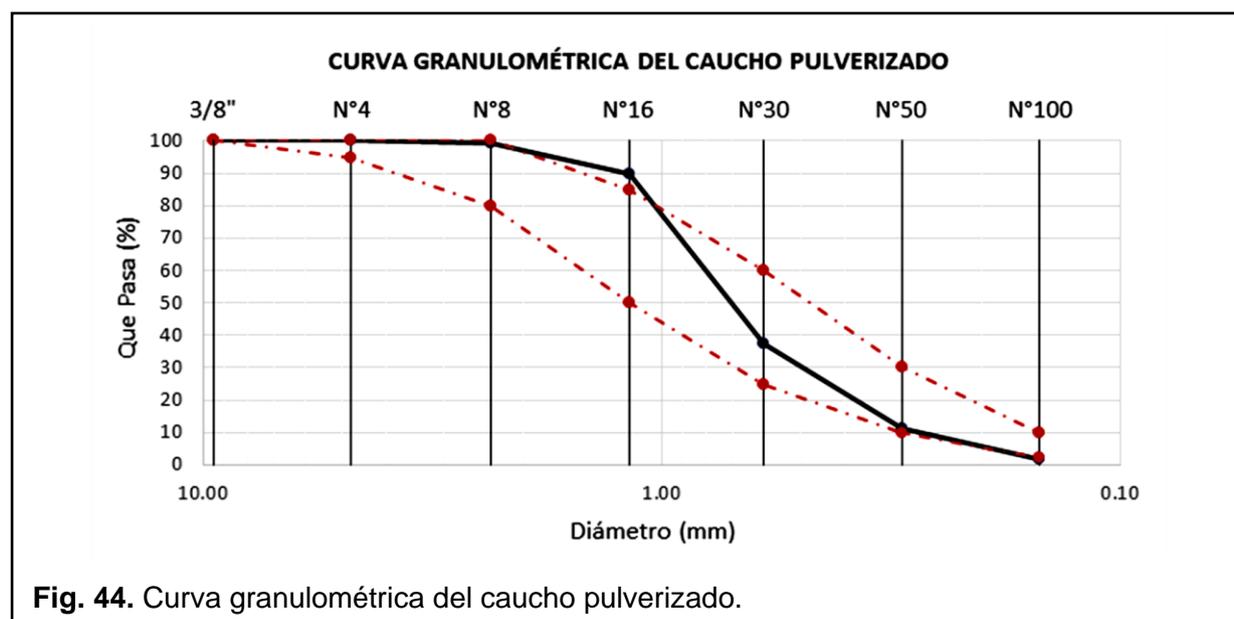
Descripción	Unidades	Resultado
Peso específico de masa	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.532
Peso específico de masa saturado superficialmente seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.554
Peso específico aparente	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.591
Porcentaje de absorción	%	0.90

Según la tabla XVII y tabla XVIII, muestra que el peso específico del agregado fino es 2.575 g/cm<sup>3</sup> y agregado grueso 2.53 g/cm<sup>3</sup> tiene un porcentaje de absorción de 0.81%. El confitillo presenta un peso específico de masa de 2.532 g/cm<sup>3</sup> y una absorción de 0.81% y 0.90%, valores obtenidos de la tabla XVII y XVIII.

### 3.1.1.5. Ensayos físicos al caucho pulverizado

#### 3.1.1.5.1. Método de ensayo granulométrico del caucho pulverizado

Al realizar el ensayo granulométrico al caucho pulverizado, se observa que el porcentaje acumulado del material que pasa en la malla N°16 es mayor al parámetro máximo para ese tamiz, debido al pequeño tamaño del material (caucho pulverizado). Sin embargo, presenta un Módulo de finura de 2.61 y a la vez cumple con la gradación recomendada por la NTP 400.037 y NTP 400.012.



**Fig. 44.** Curva granulométrica del caucho pulverizado.

### 3.1.1.6. Peso Unitario suelto y compactado del caucho pulverizado (NTP 400.017)

**Tabla XIX**

Peso unitario suelto del caucho pulverizado

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	390
Peso unitario suelto seco	(kg/m <sup>3</sup> )	389

**Tabla XX**

Peso unitario compactado del caucho pulverizado

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	539
Peso unitario seco compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	538

**Tabla XXI**

Contenido de humedad del caucho pulverizado

<b>Descripción</b>	<b>Resultado</b>
Caucho pulverizado	0.12 %

Como se muestra las tablas IX y XX se concluye que el peso unitario suelto y compactado seco es de 389 kg/m<sup>3</sup> y 538 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente.

### 3.1.1.7. Resumen del análisis de los agregados

**Tabla XXII**

Resumen de la caracterización de agregados

<b>ENSAYO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>
Peso específico de masa	2.575 gr/cm <sup>3</sup>	2.543 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario suelto	1451 kg/m <sup>3</sup>	1299 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1626 kg/m <sup>3</sup>	1447 kg/m <sup>3</sup>
Porcentaje de absorción	0.8 %	0.9 %
Contenido de humedad	0.50 %	0.3 %
Tamaño máximo nominal	-----	3/8"
Módulo de fineza	2.89	-----

La tabla XXII presenta el resumen de los resultados obtenidos de la caracterización de los agregados, los cuales se utilizarán para realizar el diseño de mezcla de concreto correspondiente, según ASTM C136.

### **3.1.2. Resultados del objetivo específico N°2**

Considerando el OE2: “Establecer la proporción en peso y volumen del diseño de mezclas patrón y de las incorporaciones con caucho pulverizado en 5%, 10%, 15% y 20% como reemplazo parcial de la arena gruesa.”

Habiéndose realizado la elección y la caracterización física de los agregados, se procede a realizar los diseños de mezclas correspondiente para cada diseño según el porcentaje de material de reemplazo, empleando el Método del Comité 211 del American Concrete Institute (ACI).

#### **3.1.2.1. Diseño de mezcla para bloque patrón**

Se elaboró un diseño de mezcla para concreto patrón con un diseño de 50kg/cm<sup>2</sup>, con la finalidad de obtener un bloque de clase P.

**Tabla XXIII**Diseño de mezcla de concreto patrón  $f'c = 50\text{kg/cm}^2$  (D – 1)

<b>Resultados del diseño de mezcla</b>					
Asentamiento obtenido	:	0	Pulgadas		
Peso unitario del concreto fresco	:	2172	$\text{Kg/m}^3$		
Factor cemento por $\text{M}^3$ de concreto	:	5.2	bolsas/ $\text{m}^3$		
Relación agua cemento de diseño	:	0.943			
<b>Cantidad de materiales por metro cúbico:</b>					
Cemento	223	$\text{Kg/m}^3$	:	Tipo I - PACASMAYO.	
Agua	210	L	:	Potable de la zona.	
Agregado fino	1041	$\text{Kg/m}^3$	:	Arena Gruesa – Cantera La Victoria	
Agregado grueso	698	$\text{Kg/m}^3$	:	Confitillo - Cantera Tres Tomas	
<b>Dosificación:</b>					
		<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Confitillo</b>	<b>Agua</b>
Proporción en peso:		1.0	4.68	3.14	40.1 Lts/ $\text{pie}^3$
Proporción en volumen:		1.0	4.85	3.64	40.1 Lts/ $\text{pie}^3$

**3.1.2.2. Diseño de mezcla experimental incorporando caucho pulverizado****Tabla XXIV**

Diseño de mezcla de bloque con 5% de caucho pulverizado (D – 2)

<b>Cantidad de materiales por metro cúbico:</b>					
Cemento	223	$\text{Kg/m}^3$	:	Tipo I - PACASMAYO.	
Agua	210	L	:	Potable de la zona.	
Agregado fino	989	$\text{Kg/m}^3$	:	Arena Gruesa – Cantera La Victoria	
Agregado grueso	698	$\text{Kg/m}^3$	:	Confitillo - Cantera Tres Tomas	
Caucho pulverizado	14	$\text{Kg/m}^3$	:	C & A Grass - Ventas y Servicios Múltiples	
		<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Caucho</b>	<b>Confitillo</b>
Proporción en peso:		1.0	4.45	0.06	3.14
Proporción en volumen:		1.0	4.61	0.24	3.64
					<b>Agua</b>
					40.1 Lts/ $\text{pie}^3$
					40.1 Lts/ $\text{pie}^3$

**Tabla XXV**

Diseño de mezcla de bloque con 10% de caucho pulverizado (D – 3)

<b>Cantidad de materiales por metro cúbico:</b>						
Cemento	223	Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - PACASMAYO.			
Agua	210	L	: Potable de la zona.			
Agregado fino	937	Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa – Cantera La Victoria			
Agregado grueso	698	Kg/m <sup>3</sup>	: Confitillo - Cantera Tres Tomas			
Caucho pulverizado	28	Kg/m <sup>3</sup>	: C & A Grass - Ventas y Servicios Múltiples			
	<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Caucho</b>	<b>Confitillo</b>	<b>Agua</b>	
Proporción en peso:	1.0	4.21	0.13	3.14	40.1	Lts/pie <sup>3</sup>
Proporción en volumen:	1.0	4.37	0.49	3.64	40.1	Lts/pie <sup>3</sup>

**Tabla XXVI**

Diseño de mezcla de bloque con 15% de caucho pulverizado (D – 4)

<b>Cantidad de materiales por metro cúbico:</b>						
Cemento	223	Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - PACASMAYO.			
Agua	210	L	: Potable de la zona.			
Agregado fino	885	Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa – Cantera La Victoria			
Agregado grueso	698	Kg/m <sup>3</sup>	: Confitillo - Cantera Tres Tomas			
Caucho pulverizado	42	Kg/m <sup>3</sup>	: C & A Grass - Ventas y Servicios Múltiples			
	<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Caucho</b>	<b>Confitillo</b>	<b>Agua</b>	
Proporción en peso:	1.0	3.98	0.19	3.14	40.1	Lts/pie <sup>3</sup>
Proporción en volumen:	1.0	4.12	0.73	3.64	40.1	Lts/pie <sup>3</sup>

**Tabla XXVII**

Diseño de mezcla de bloque con 20% de caucho pulverizado (D – 5)

<b>Cantidad de materiales por metro cúbico:</b>						
Cemento	223	Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - PACASMAYO.			
Agua	210	L	: Potable de la zona.			
Agregado fino	833	Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa – Cantera La Victoria			
Agregado grueso	698	Kg/m <sup>3</sup>	: Confitillo - Cantera Tres Tomas			
Caucho pulverizado	56	Kg/m <sup>3</sup>	: C & A Grass - Ventas y Servicios Múltiples			
	<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Caucho</b>	<b>Confitillo</b>	<b>Agua</b>	
Proporción en peso:	1.0	3.74	0.25	3.14	40.1	Lts/pie <sup>3</sup>
Proporción en volumen:	1.0	3.88	0.97	3.64	40.1	Lts/pie <sup>3</sup>

Las tablas XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, presentan la cantidad de material por metro cúbico que será usado en cada diseño, teniendo 4 diseños experimentales en función al 5%, 10%, 15% y 20% de caucho como reemplazo de la arena.

### **3.1.3. Resultados del objetivo N°3**

Considerando OE3: “Analizar las propiedades físicas y mecánicas del bloque patrón y con incorporación de caucho pulverizado al 5%, 10%, 15% y 20%, con pilas y muretes.”

#### **3.1.3.1. Comportamiento físico y mecánico de bloques huecos de concreto**

##### **3.1.3.1.1. Variación dimensional**

**Tabla XXVIII**

Resumen de la variación dimensional de las unidades de concreto

<b>Descripción de la muestra</b>	<b>Variación dimensional</b>						<b>Clasificación de norma</b>
	<b>Largo (mm)</b>	<b>V.L (%)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>V.A (%)</b>	<b>Altura (mm)</b>	<b>V.H (%)</b>	
BLOQUE PATRÓN	392.4	-0.63	122.2	-1.85	190.4	-0.23	BP
BLOQUE - 5% caucho	391.8	-0.45	121.7	-2.00	190.3	-0.46	BP
BLOQUE - 10% caucho	391.9	-0.50	122.3	-1.95	191.0	-0.51	BP
BLOQUE - 15% caucho	392.6	-0.66	122.4	-1.99	189.9	0.06	BP
BLOQUE - 20% caucho	392.5	-0.64	122.2	-1.87	190.3	-0.13	BP

La tabla XVIII, manifiesta que los resultados de la variación dimensional de las unidades de concreto, cumplen con el porcentaje máximo establecido en la norma técnica de albañilería E.070, que es  $\pm 4$ ,  $\pm 3$  y  $\pm 2$  (altura, ancho y largo) para ser considerado como Bloque portante BP.

### 3.1.3.1.2. Alabeo

**Tabla XXIX**

Alabeo en cara superior e inferior de los bloques de albañilería

Descripción de la muestra	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
BLOQUE PATRÓN	0.66	1.56	0.47	1.62
BLOQUE - 5% caucho	0.74	1.58	0.78	1.67
BLOQUE - 10% caucho	0.79	1.44	0.35	1.70
BLOQUE - 15% caucho	0.58	1.50	0.73	1.56
BLOQUE - 20% caucho	0.57	1.44	0.73	1.39

En la tabla XXIX, los valores promedios del ensayo de alabeo indican unos resultados menores a 1 mm para la concavidad, tanto en la cara superior como en la inferior de las diferentes muestras. Así mismo, los valores de convexidad superan a 1 mm. y son menores a 2 mm. Por lo tanto, cumplen con el requerimiento establecido por la norma E.070, de albañilería, tener un alabeo máximo de 4 mm.

### 3.1.3.1.3. Porcentaje de área de vacíos

**Tabla XXX**

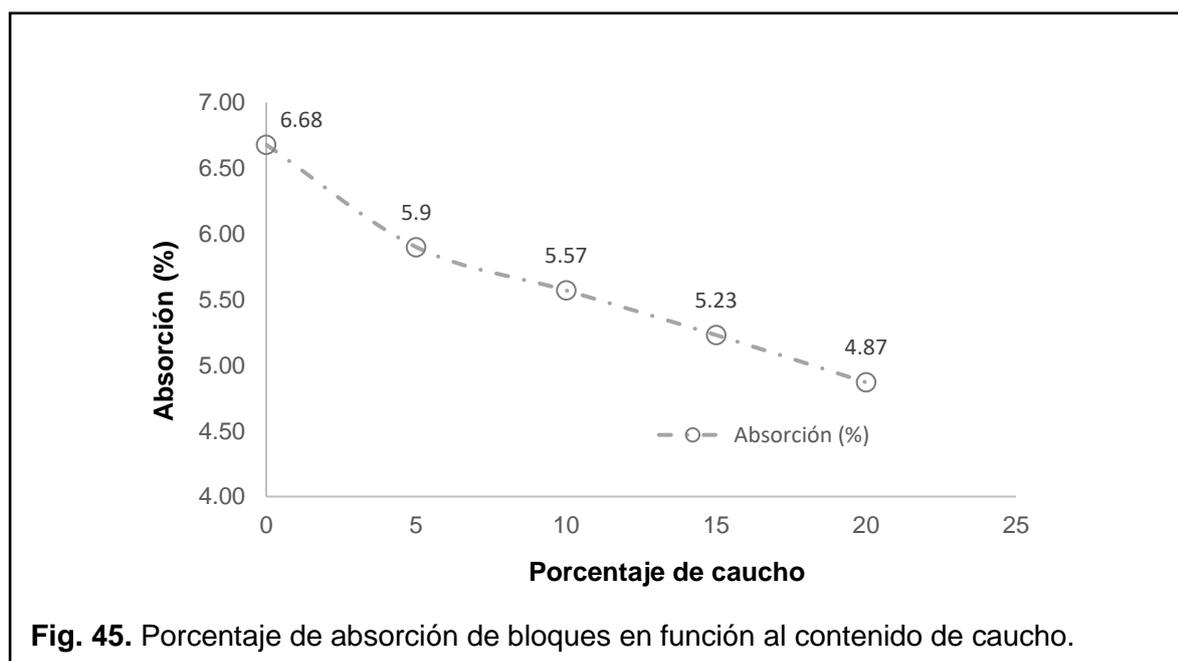
Porcentaje de área de vacíos de las unidades de albañilería

Muestra	L (cm)	A (cm)	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Área de vacíos (vm <sup>2</sup> )	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Área Neta %	Área Neta % promedio	Clasificación de la unidad
B. P	39.20	12.17	477.06	164.21	312.85	65.58	65.65	HUECA
B. P	39.15	12.25	479.59	163.34	316.24	65.94		

B. P	39.00	12.20	475.80	164.54	311.26	65.42		
B - 5%	39.30	12.10	475.53	163.55	311.98	65.61		
B - 5%	39.10	12.20	477.02	164.21	312.81	65.58	65.62	HUECA
B - 5%	39.25	12.20	478.85	164.33	314.52	65.68		
B - 10%	39.20	12.00	470.40	164.21	306.19	65.09		
B - 10%	38.95	11.95	465.45	163.88	301.57	64.79	65.25	HUECA
B - 10%	39.00	12.30	479.70	163.73	315.97	65.87		
B - 15%	39.00	12.17	474.63	164.66	309.97	65.31		
B - 15%	39.30	12.25	481.43	163.26	318.17	66.09	65.67	HUECA
B - 15%	39.15	12.20	477.63	164.27	313.36	65.61		
B - 20%	39.30	12.30	483.39	163.86	319.53	66.10		
B - 20%	39.30	12.25	481.43	162.87	318.56	66.17	66.09	HUECA
B - 20%	39.20	12.30	482.16	164.00	318.16	65.99		

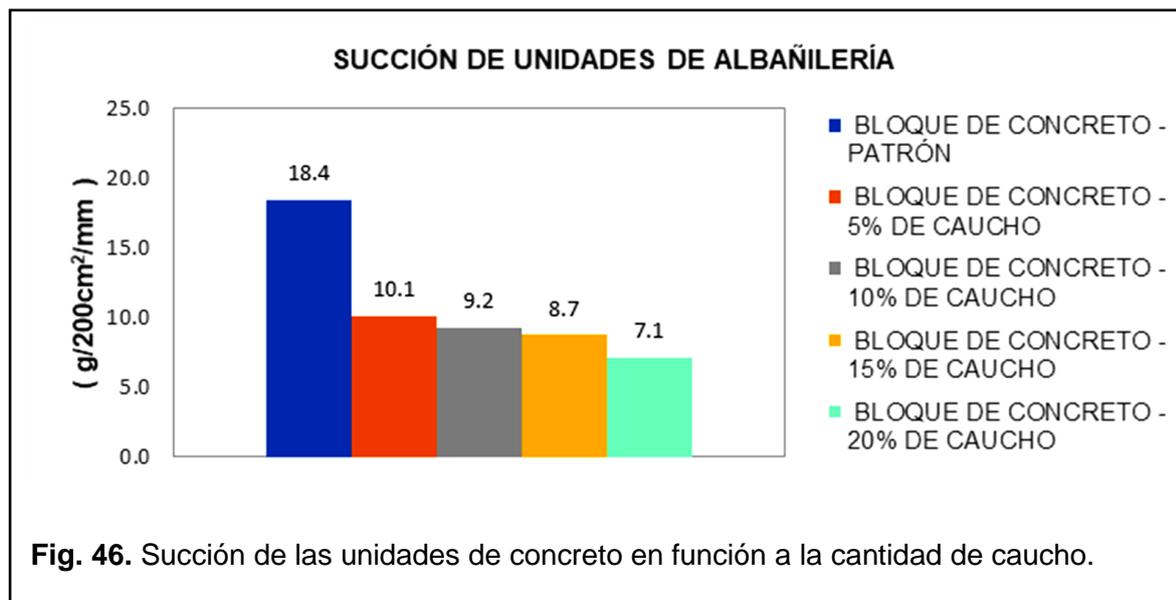
A través de la tabla XXX, las unidades de concreto en estudio se clasifican como bloques huecos, puesto que la norma de albañilería establece que debería tener un área neta menor del 70% según la E.070, con respecto del área bruta, para ser considerada como una unidad hueca.

#### 3.1.3.1.4. Absorción



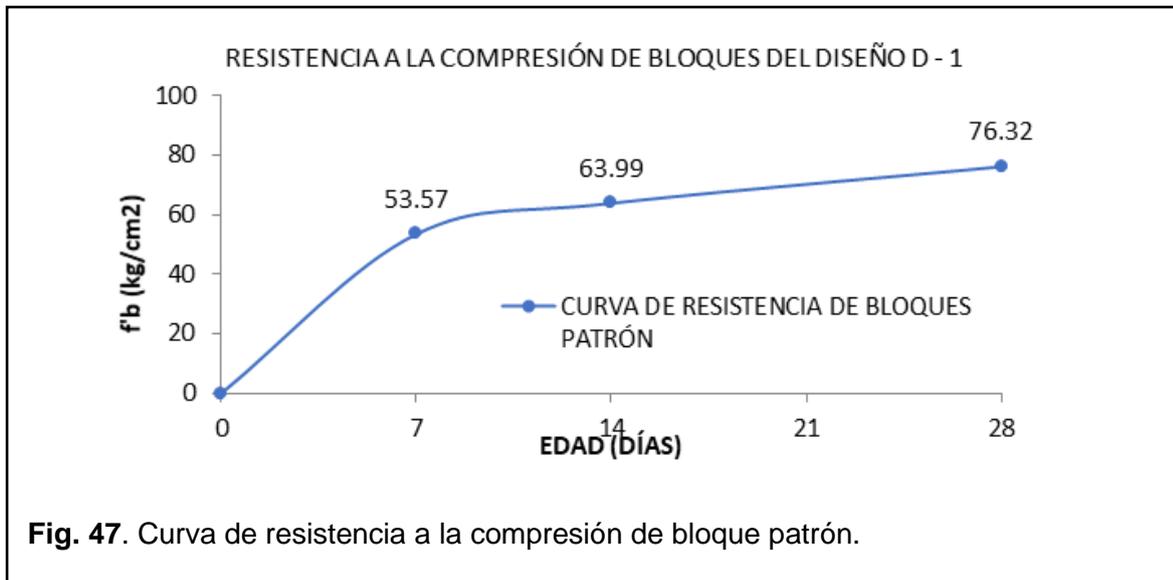
Como se muestra en la figura 45, el espécimen patrón presentó un valor promedio de 6.7% de absorción, 5.9% para los bloques con 5% de caucho, 5.6% para bloques con 10% de incorporación de caucho, 5.2% y 4.9% de absorción para bloques con 15% y 20% de caucho, respectivamente. Resultados no mayores al 12% para ser considerado como bloques de clase P, según la Norma E.070.

### 3.1.3.1.5. *Succión*

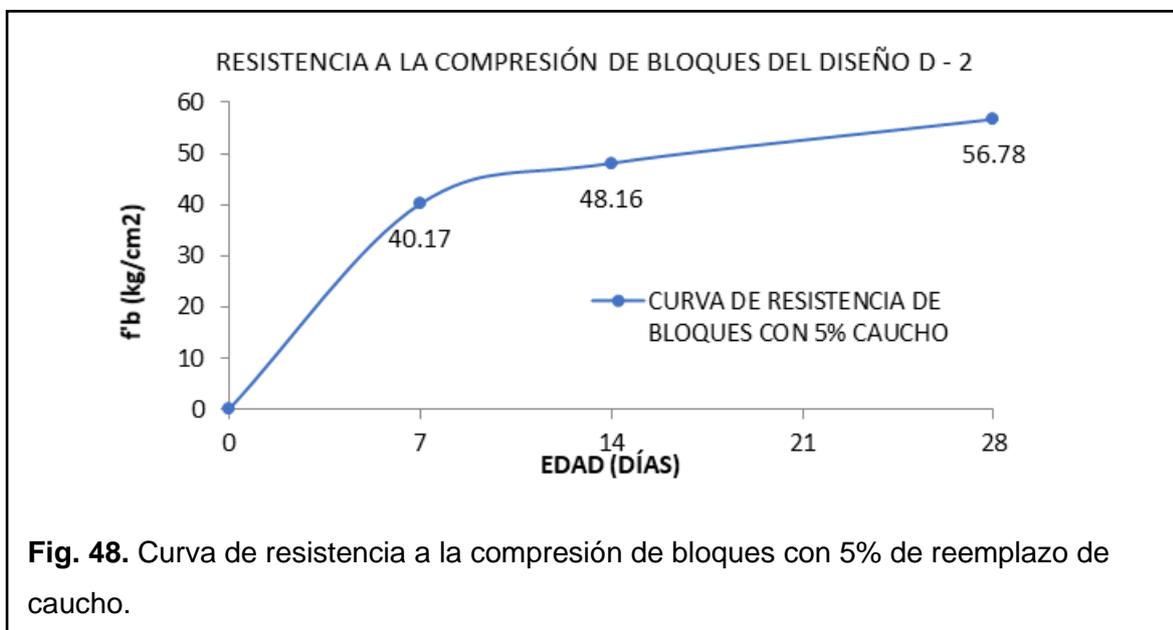


La figura 46 indica que la succión en la superficie de asiento del bloque patrón es de 18.4 gr/200 cm<sup>2</sup> por minuto, el diseño con 5% de caucho presentó una succión de 10.1 gr/200 cm<sup>2</sup>-min, mientras que para el diseño con 10% de caucho fue 9.2 gr/200 cm<sup>2</sup>-min. Así mismo, se tiene 8.7 gr/200 cm<sup>2</sup>-min para bloques con 15% de caucho y un 7.1 gr/200 cm<sup>2</sup>-min para el diseño con la incorporación de 20% del material reciclable.

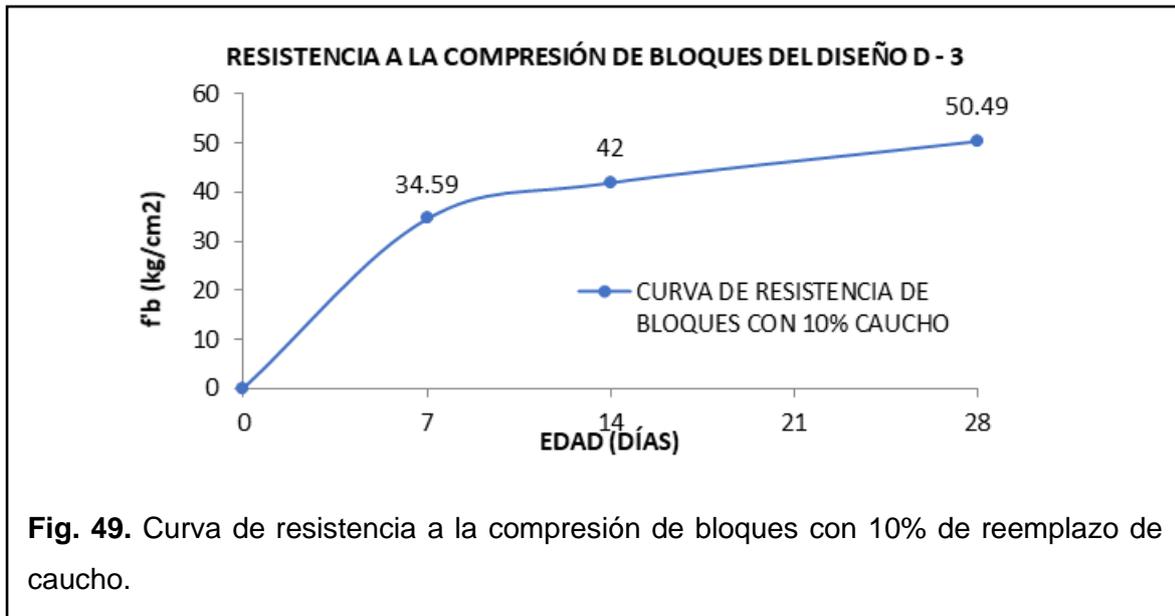
### 3.1.3.1.6. Resistencia a la compresión



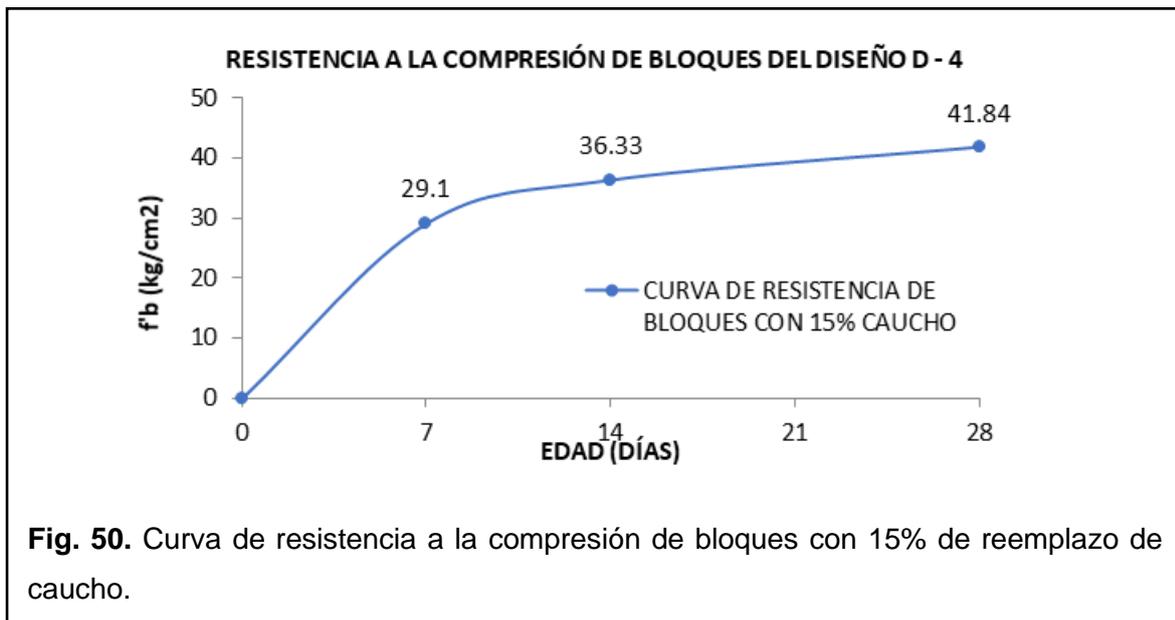
La figura 47 muestra el incremento de la resistencia promedio de los bloques patrón (diseño D – 1), teniendo a los 28 días un  $f'b = 76.32 \text{ kg/cm}^2$ , el cual incrementó en 34.49% con respecto al diseño inicial de  $50 \text{ kg/cm}^2$ , valor mínimo para ser considerado de clase P.



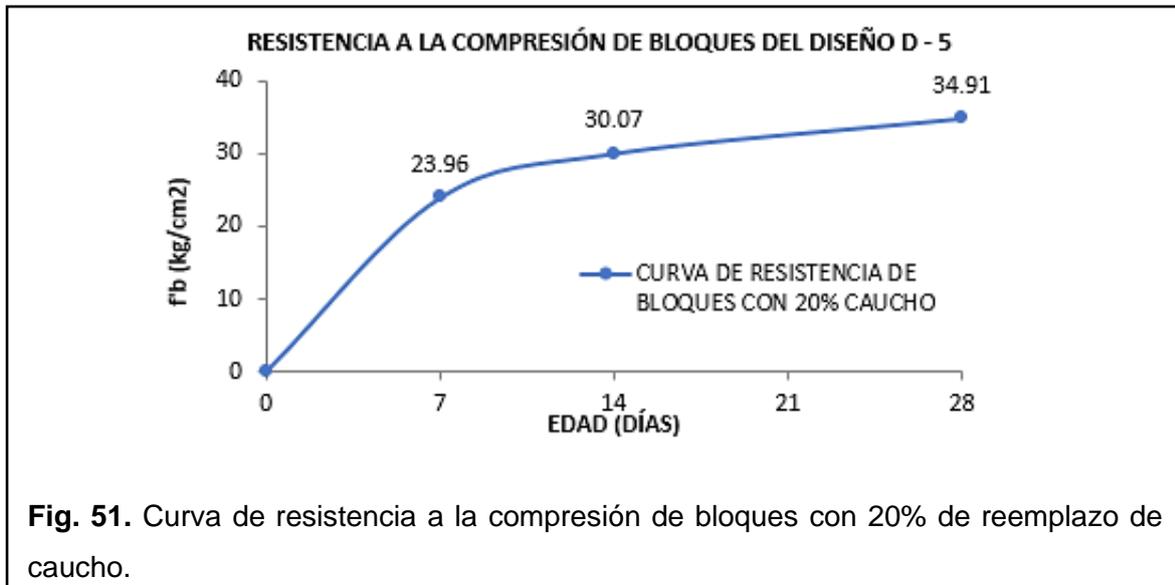
La figura 48, muestra la resistencia a la compresión obtenida de los bloques del diseño D – 2 (5% caucho) fue de  $56.78 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, el cual disminuyó en 25.60 % con respecto a la resistencia del bloque patrón.



De la figura 49 se observa que los bloques del diseño D – 3 (10% caucho), alcanzan un  $f'b$  de 50.49 kg/cm<sup>2</sup>, el cual se clasifica como un bloque tipo P. Sin embargo, disminuyó en 33.84 % con respecto a la resistencia del bloque patrón.

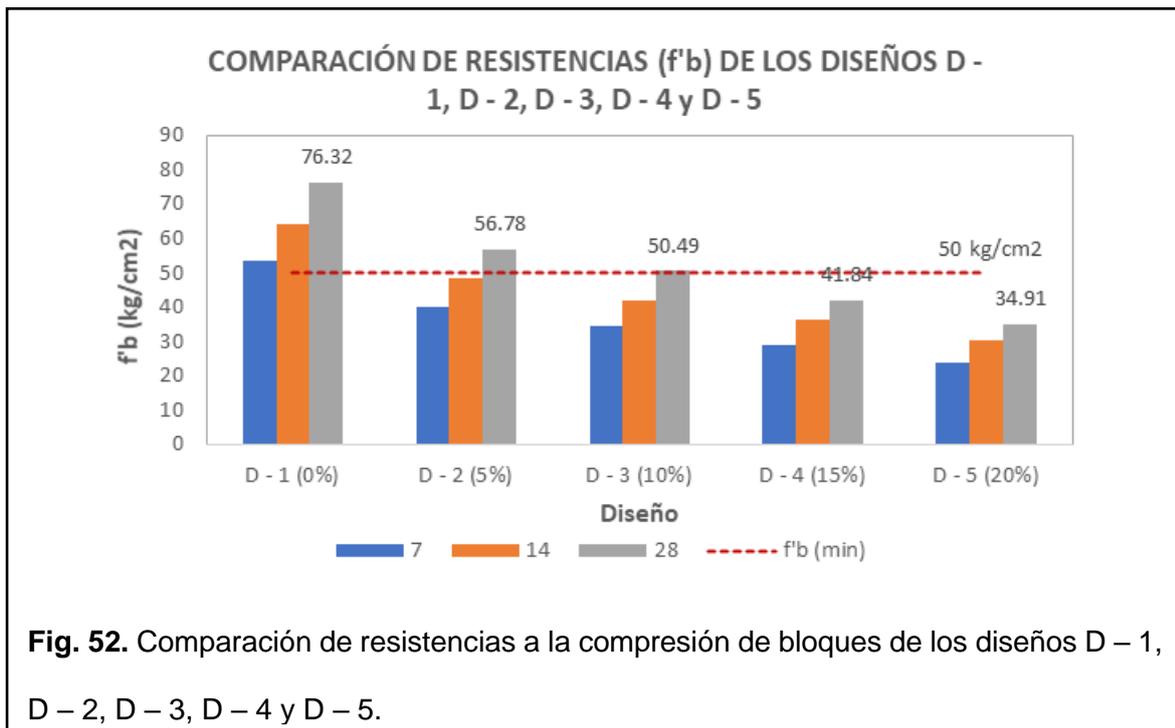


A través de la figura 50, se concluye que la resistencia a la compresión axial de unidades para el diseño D – 4 (15% caucho) es de 41.84 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad, valor que disminuye en 45.18 % al modelo patrón y es menor que el diseño inicial de este proyecto (50 kg/cm<sup>2</sup>).



**Fig. 51.** Curva de resistencia a la compresión de bloques con 20% de reemplazo de caucho.

La gráfica 51 muestra la resistencia alcanzada a los 28 días de los bloques del diseño D – 5 (20% caucho), que fue de 34.91 kg/cm<sup>2</sup>, logrando disminuir en 54.26 % con respecto al f'b del bloque patrón.

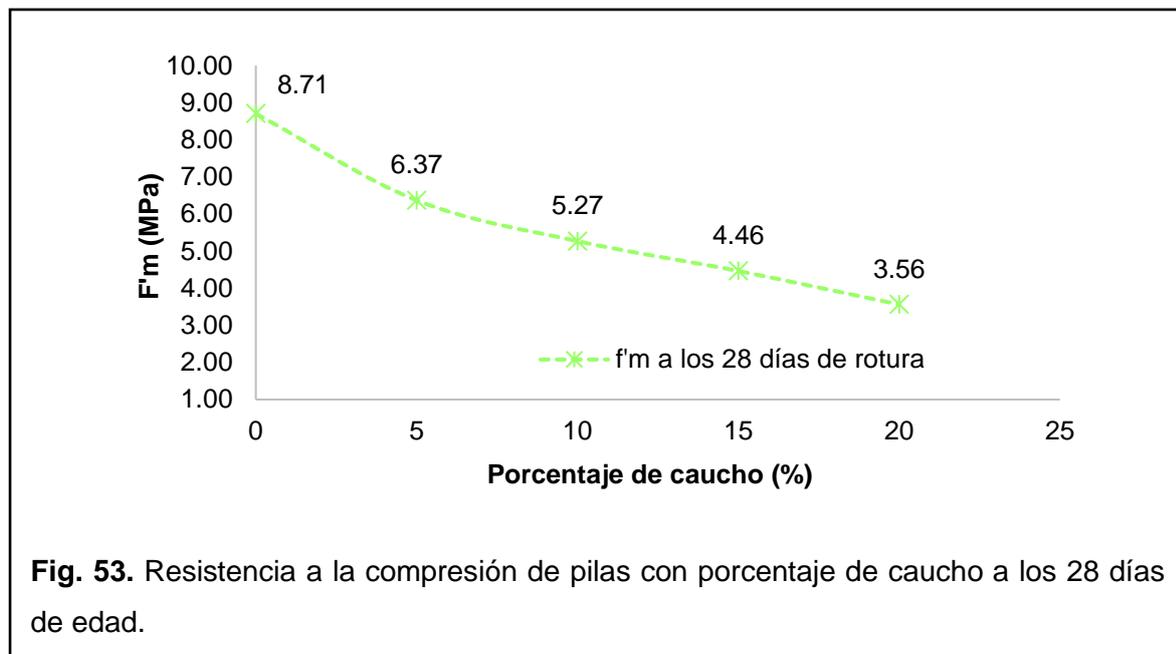


**Fig. 52.** Comparación de resistencias a la compresión de bloques de los diseños D – 1, D – 2, D – 3, D – 4 y D – 5.

La figura 52 muestra una comparación gráfica de resistencia f'b respecto al tiempo, y una línea de referencia de resistencia mínima según la normativa E.070 de albañilería, de diseño ( $f'_{b_{min.}} = 50 \text{ kg/cm}^2$ ), donde evidencia que los bloques del diseño D-4 y D-5 se encuentran por debajo. Por lo tanto, las unidades del diseño D – 1, D – 2 y D – 3 son

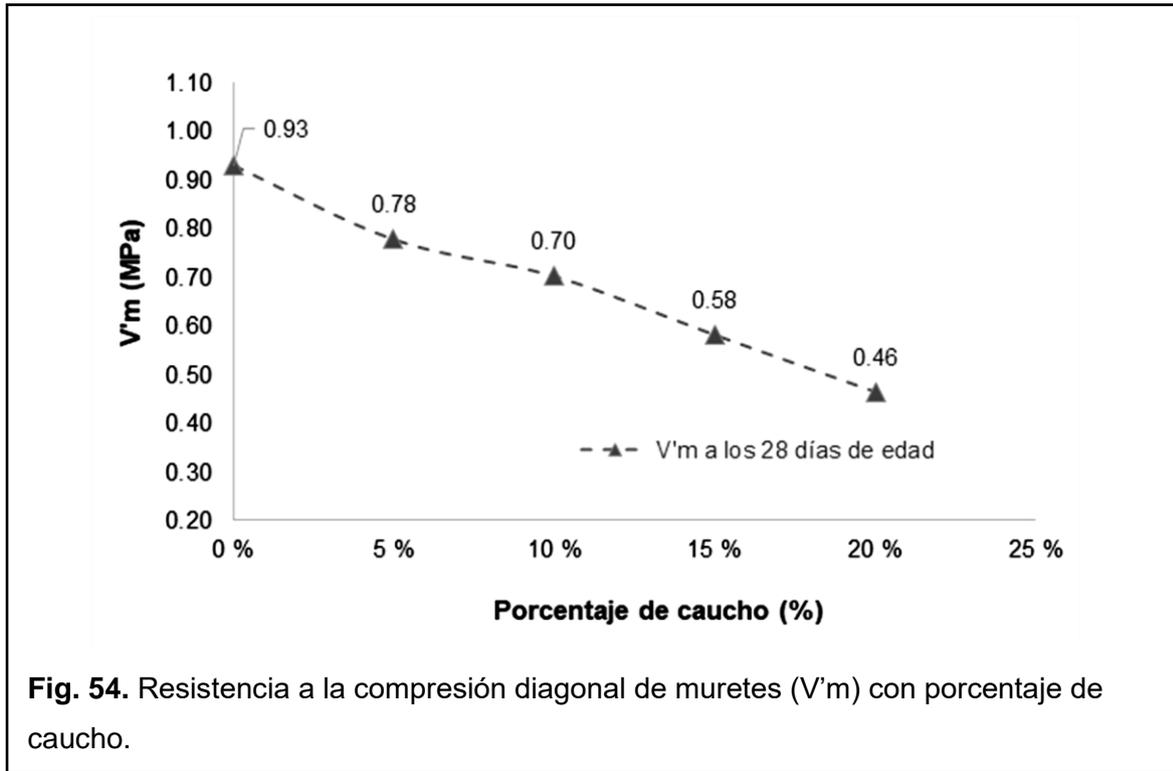
considerados bloques tipo P, para usarse en la construcción de muros portantes, mientras que las unidades del diseño D – 4 y D – 5 son bloques tipo NP. La clasificación se basó en el Reglamento Nacional de Edificaciones (E.070) de albañilería.

### 3.1.3.1.7. Resistencia a la compresión en pilas de albañilería ( $f'm$ )



La figura 53, evidencia gráficamente la resistencia a la compresión axial de pilas de albañilería a los 28 días de edad. Teniendo un  $f'm = 8.71$  Mpa para el modelo patrón, y para los diseños con 5%, 10%, 15% y 20% se obtuvo 6.37 Mpa, 5.27 Mpa, 4.46 Mpa y 3.56 Mpa, respectivamente. Logrando evidenciar el decrecimiento del resultado del ensayo conforme se va incrementando el porcentaje de caucho.

### 3.1.3.1.8. Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería ( $V'm$ )



La figura 54 muestra los resultados de la resistencia a la compresión diagonal de muretes a los 28 días de edad y que, siguiendo la norma de albañilería, indica que debería tener como mínimo de 0.8 MPa en función a un bloque de tipo P. Por lo que se tiene para un murete constituidos con bloques patrón (D-1), presenta 0.93 Mpa, 0.78 Mpa para D – 2 (5% caucho), 0.70 Mpa para los muretes del diseño D – 3 (10% caucho), el diseño D – 4 (15% caucho) fue 0.58 Mpa y el diseño D – 5 (20% caucho) presentó 0.46 Mpa. Logrando concluir que, a mayor porcentaje de caucho, mayor es el decrecimiento de la capacidad estructural del ensayo de compresión de muretes.

### 3.1.4. Resultados del objetivo N°4

Considerando OE4: “Estimar la proporción óptima de partículas de caucho pulverizado, para la obtención de un bloque ecológico de calidad.”

### 3.1.4.1.1. Análisis de resultados de la unidad de albañilería

**Tabla XXXI**

Resumen de la caracterización física y mecánica de los bloques ecológicos.

Ensayo a la unidad de concreto	E.070	Bloque patrón	B - 5% caucho	B - 10% caucho	B - 15% caucho	B - 20% caucho
<b>1. Variación dimensional</b>						
1.1. Clasificación, según E.070	---	Clase P	Clase P	Clase P	Clase P	Clase P
1.2. Dispersión máxima (%)	±3	-1.85	-2.00	-1.95	-1.99	-1.87
<b>2. Alabeo (mm)</b>	±4	1.62	1.67	1.70	1.56	1.44
<b>3. Porcentaje de área de vacíos (%)</b>	< 70%	65.65	65.62	65.25	65.67	66.09
<b>4. Porcentaje de absorción (%)</b>	>12%	6.7	5.9	5.6	5.2	4.9
<b>5. Succión (gr/200cm<sup>2</sup>-min)</b>	10 a 20	18.4	10.1	9.2	8.7	7.1
<b>6. Resistencia</b>						
6.1. Resistencia f' b (kg/cm <sup>2</sup> )	50	76.32	56.78	50.49	41.84	34.91
6.2. Resistencia f' m (MPa)	7.3	8.71	6.37	5.27	4.46	3.56
6.3. Resistencia V' m (MPa)	0.8	0.93	0.78	0.70	0.58	0.46
6.4. Clasificación, según E.070	---	Clase P	Clase P	Clase P	Clase NP	Clase NP

La tabla XXI muestra un resumen de los ensayos practicados a los bloques, en el que se puede estimar que basta con un 10% de caucho para alcanzar a clasificarse como un bloque de clase P, puesto que cumple con lo normado para ser considerado como tal, tanto en las propiedades físicas como mecánicas, la clasificación se basó en lo estipulado por el RNE, Norma E.070 (2020).

## 3.2. Discusión

### Discusión N°1.

Según [10], tuvo como propiedades del agregado fino con un tamaño de 0 a 4 mm, pesos unitarios de 1648.85 kg/m<sup>3</sup> y 1762.82 kg/m<sup>3</sup> con la arena gruesa, y módulos de finura de 3 y 2.65, para contenido de humedad de 0.55% y 3.85% para arena y polvo de piedra

caliza, respectivamente. En tanto, [13] se tuvo que su agregado fino tuvo gravedad específica de 2.3, un peso unitario suelo de  $2.2 \text{ kg/m}^3$  y respecto al agregado grueso fue una gravedad específica de 2.45 y un peso unitario suelo de  $1.29 \text{ kg/m}^3$ . Asimismo, [14] menciona que tuvo como módulo de fineza de 3.13 respectivamente.

En tanto se comparó los resultados de esta investigación, se tuvo en parte al procedimiento de la norma ASTM C136, y se tuvo que para el agregado fino (arena gruesa), un módulo de fineza de 2.89, y un tamaño máximo nominal del material pétreo grueso de  $3/8''$ , una absorción de 0.8% y 0.9% respectivamente, y contenido de humedad de 0.50% y 0.3% respectivamente

Teniendo coincidencias en los resultados de ambos investigadores, teniendo en cuenta que son investigaciones ubicadas en diferentes locaciones considerando ello. Y a su vez cumpliendo los límites estipulados en la NTP. 400.012.2013

### **Discusión N°2.**

En tanto, las dosificaciones obtenidas por el investigador en peso y volumen del diseño de mezclas patrón como con las combinaciones de caucho pulverizados en (5, 10, 15 y 20% respecto al reemplazo parcial de la arena gruesa), fueron bajo la normativa ACI.211.1 respectivamente, cuya dosificación en peso y volumen resulta: 1 : 4.68 : 3.14 : 40.1 Lts/pe<sup>3</sup> y 1: 4.85: 3.64: 4.1 Lts/pe<sup>3</sup>.

### **Discusión N°3.**

Las discusiones contempladas de las propiedades físicas y mecánicas del bloque patrón y con caucho pulverizado, presentadas con antecedentes internacionales y nacionales con respecto a los resultados de la presente investigación.

**Tabla XXXII**

**Discusiones de los resultados de las características físicas y mecánicas del caucho pulverizado**

<b>Autores</b>	<b>Dosificaciones</b>	<b>Tamaño de bloque</b>	<b>Resultados físicos</b>	<b>Resultados mecánicos</b>
Autor propio	0, 5, 10, 15, 20% polvo de caucho	392.5 mm x 122.2 x 190.4 mm	Variación dimensional: Dentro del parámetro $\pm 3\%$ . Alabeo: menores a 1 mm concav., menor a 2mm convenc. % vacíos: menor a 70%. Absorción: 6.68, 5.9, 5.57, 5.23, 4.87%. Succión: 18.4, 10.1, 9.2, 8.7, 7.1.	F <sup>'</sup> b (kg/cm <sup>2</sup> ): 76.32, 56.78, 50.49, 41.84, 34.91 F <sup>'</sup> m(MPa): 8.71, 6.37, 5.27, 4.46, 3.56 V <sup>'</sup> m(MPa):0.93, 0.78, 0.7, 0.58, 0.46
[10]	0, 10, 20, 30, 40% granulado de caucho.	70 mm x 190 mm x 390 mm	Densidad: 1992, 1922, 1884, 1801, 1727. Absorción 4.91, 6.25, 7.17, 8.21	Resistencia compresión unidad: 8.64, 7.41, 6.54, 5.05, 2.96 MPa
[11]	0%, 10% caucho granulado	250 mm x 125 mm x 100mm	Densidad: 1991, 1780.18 kg/m <sup>3</sup> Absorción % 11.14, 16.81 %	No presenta
[12]	0, 15, 30, 45, 60 % granulado de caucho.	345 mm x 90 mm x 100 mm	No presenta	No presenta
[13]	0, 5, 10, 15, 20% granulado de caucho.	No presenta es adoquín estándar	No presenta	Resistencia compresión unidad: 31, 39.6, 46, 49.2, 51 MPa.

[14]	0, 10, 20, 30, 40% granulado de caucho.	25 x 11.5 x 10 cm	Densidad: 2036.8, 1930, 1847.5, 1812.8, 1776.5 kg/m <sup>3</sup>	Presenta reducción a medida que aumenta las dosis.
[15]	0, 10, 15 y 20% de caucho	390 mm x 140 mm x 190mm	Variación dimensional: L-A-H P: 0.12-0.33-0.29 10%:0.12-0.33-0.29 15%:0.12-0.33-0.28 20%:0.13-0.28-0.29	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> ) 56.19, 50.48, 45.07, 39.46 a 28 días Resistencia pilas kg/cm <sup>2</sup> 80.24, 76.73, 67.7, 49.29. Resistencia muretes kg/cm <sup>2</sup> 8.87, 867, 8.36, 8.06.
[16]	0, 10, 15, 20% caucho sintético	No presenta	No presenta	Resistencia unidad kg/cm <sup>2</sup> 51, 65, 82, 96
[17]	5, 9, 16% granulo de neumático	23.7 cm x 12.7 cm x 9.1 cm	No presenta	Resistencia unidad kg/cm <sup>2</sup> 53, 68.81, 77.72 y 49.10

*Nota: Se muestra en la tabla diversas opiniones de diversos investigadores sobre el tema planteado.*

#### **Discusión N°4.**

Respecto a los resultados obtenidos por el autor de la investigación mantiene su posición que hasta el 10% de polvo de caucho se obtiene y se mantiene en la resistencia idónea para bloques portantes de concreto, a mayor dosis califica como no portante, a comparación de otros autores manifiestan la gran mayoría que no concuerdan con la capacidad estructural, pero si en una dosis óptima del 10% de caucho triturado, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla XXXIII**

Discusiones de los resultados de la dosis óptima de partículas de caucho pulverizado

<b>Autores</b>	<b>Dosificaciones</b>	<b>Tamaño de bloque</b>	<b>Dosis óptima</b>
Autor propio	0, 5, 10, 15, 20% polvo de caucho	392.5 mm x 122.2 x 190.4 mm	10%
[10]	0, 10, 20, 30, 40% de caucho triturado	70 mm x 190 mm x 390 mm	10%
[11]	0%, 10% caucho granulado	250 mm x 125 mm x 100mm	10%
[12]	0, 15, 30, 45, 60 % de caucho triturado	345 mm x 90 mm x 100 mm	75%
[13]	0, 5, 10, 15, 20% de caucho triturado	Adoquín estándar	5%
[14]	0, 10, 20, 30, 40% de caucho triturado	25 x 11.5 x 10 cm	Entre 10 a 20%
[15]	0, 10, 15 y 20% de caucho	390 mm x 140 mm x 190mm	10%
[16]	0, 10, 15, 20% caucho sintético	No presenta	20%
[17]	5, 9, 16% granulo de neumático	23.7 cm x 12.7 cm x 9.1 cm	9%

Nota: Se muestra en la tabla diversas opiniones de diversos investigadores sobre el tema planteado.

### **3.3. Aporte de la investigación**

La siguiente investigación consigna resultados dando respuesta a la hipótesis planteada inicialmente en si el caucho influye positivamente en las propiedades de los bloques hecho a base de concreto. Puesto que, durante el proceso de selección de materiales, elaboración de diseño de mezclas de concreto y con adiciones de material, manifiesta una manejabilidad y trabajabilidad en su estado fresco, Posteriormente, la influencia que aporta a las propiedades mecánicas de los bloques es negativa produciendo una reducción en su resistencia mecánica.

De igual forma, presenta aporte de calidad científica para posteriores investigaciones en la región norte del país, ya que actualmente en Lambayeque existe escasa información sobre el tema, presentando aquí información base para continuar indagando referido al tema de albañilería estructural en lo que concierne a bloques de clase P con caucho pulverizado.

Resaltando que, el óptimo diseño con mejor rendimiento de esta investigación es seleccionado por el investigador. Asimismo, es necesario realizar primordialmente un estudio de cantera para dar elección al agregado que mejores condiciones y características presente.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

De la caracterización realizada a los agregados usados para el diseño de mezcla, se consiguió un módulo de fineza de 2.89 para la arena, material extraído de la cantera La Victoria y un tamaño máximo nominal de 3/8" para el confitillo, extraído de la cantera Tres Tomas. Tales materiales fueron escogidos por presentar mejores características al realizar los ensayos requeridos, llegando a cumplir con los estipulado en las normas técnicas.

El diseño de mezcla fue realizado por el método del ACI 211 para obtener un  $f'c$  de diseño de 50 kg/cm<sup>2</sup> y sobre este incorporar porcentajes de caucho como sustitución en función al volumen del agregado fino. Teniendo las dosificaciones siguientes:

#### ✓ Modelo Patrón

	<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Confitillo</b>	<b>Agua</b>	
<b>Peso:</b>	1.0	4.68	3.14	40.1	Lts/pie <sup>3</sup>
<b>Volumen:</b>	1.0	4.85	3.64	40.1	Lts/pie <sup>3</sup>

#### ✓ D – 2: Con 5% de caucho

	<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Caucho</b>	<b>Confitillo</b>	<b>Agua</b>	
<b>Peso:</b>	1.0	4.45	0.06	3.14	40.1	Lts/pie <sup>3</sup>
<b>Volumen:</b>	1.0	4.61	0.24	3.64	40.1	Lts/pie <sup>3</sup>

#### ✓ D – 3: Con 10% de caucho

	<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Caucho</b>	<b>Confitillo</b>	<b>Agua</b>	
<b>Peso:</b>	1.0	4.21	0.06	3.14	40.1	Lts/pie <sup>3</sup>
<b>Volumen:</b>	1.0	4.37	0.49	3.64	40.1	Lts/pie <sup>3</sup>

#### ✓ D – 4: Con 15% de caucho

	<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Caucho</b>	<b>Confitillo</b>	<b>Agua</b>	
<b>Peso:</b>	1.0	3.98	0.06	3.14	40.1	Lts/pie <sup>3</sup>
<b>Volumen:</b>	1.0	4.12	0.73	3.64	40.1	Lts/pie <sup>3</sup>

✓ **D – 5: Con 20% de caucho**

	<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Caucho</b>	<b>Confitillo</b>	<b>Agua</b>	
<b>Peso:</b>	1.0	3.74	0.06	3.14	40.1	Lts/pie <sup>3</sup>
<b>Volumen:</b>	1.0	3.88	0.73	3.64	40.1	Lts/pie <sup>3</sup>

En cuanto a las características físicas de los bloques patrón, se determinó que la variación dimensional, largo, ancho y altura se tiene -0.63%, -1.85% y -0.23% respectivamente, y un alabeo menor a 2 mm y no existe variación significativa en ninguno de los siguientes diseños incorporando caucho. Presentaron una absorción de 6.68% y succión de 18.4 (gr/200cm<sup>2</sup>-min.), los cuales decrecen conforme se incrementan las partículas de caucho. Y un porcentaje de área neta menor al 70%.

Con respecto a las propiedades mecánicas, el bloque patrón presentó una resistencia característica de 76.32 kg/cm<sup>2</sup>, y al incorporar caucho en 5%, 10%, 15% y 20%, se tuvo una disminución en sus valores de 25.60%, 33.84%, 45.18%, 54.26%, respecto al patrón. En la resistencia de pilas, el resultado del diseño patrón es 8.71 Mpa, y al incorporar caucho en 5%, 10%, 15% y 20%, disminuyó sus valores en 26.85%, 17.25%, 15.28% y 20.21%, respecto al patrón. En la resistencia de muretes, el resultado del diseño patrón es 0.93 Mpa, y al incorporar caucho en 5%, 10%, 15% y 20%, disminuyó sus valores en 16.43%, 9.74%, 17.21% y 20.22%, respecto al patrón. Las fallas presentadas en las pilas fueron grietas de forma vertical, logrando atravesar las unidades de concreto y la junta del mortero, y el tipo de falla en los muretes fue de forma diagonal.

El porcentaje óptimo de caucho pulverizado a usar como sustitución del agregado fino es el 10%, presentando una resistencia en los bloques de 50.49 kg/cm<sup>2</sup> y una variación de 33.84% con respecto a la resistencia del bloque patrón, logrando satisfacer la del diseño estimado ( $F'b = 50 \text{ kg/cm}^2$ ). Siendo los bloques de este diseño D – 3 (10% de caucho) considerados como un bloque tipo P y los del diseño D – 4 (15%) y D – 5 (20%) como bloques NP, todo esto en base al Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 y a la NTP 399.604 (Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería).

## **4.2. Recomendaciones**

Escoger adecuadamente los agregados a usarse mediante un estudio de canteras, con el fin de obtener materiales pétreos de calidad y de granulometría uniforme, basándose en los parámetros indicados en las Normas Técnicas Peruanas.

Se debe tener en cuenta que el polvo de caucho debe ser acompañado con otro material que siga aportando resistencia como alguna ceniza alta en sílice y ver su comportamiento frente a los análisis físicos y mecánicos en el bloque de concreto.

Para la fabricación de los bloques de concreto, se debe acondicionar un área de terreno libre y nivelado de fácil acceso, con fluido eléctrico y prever el abastecimiento de agua. Es importante tener una zona de materiales y agregados, de fabricación de la mezcla, de desmolde, y una zona de curado y almacenamiento.

Controlar la dosificación en peso de los materiales a emplear en la mezcla, para asegurar resultados confiables y establecer la calidad de los bloques de concreto.

Se recomienda utilizar dosis no superiores al 10% de polvo de caucho en la preparación de bloques de concreto, pues a partir de dosis altas las propiedades tienen tendencia a decaer en gran medida en su resistencia.

Se recomienda costear la unidad de albañilería para posteriores investigaciones para ver la factibilidad de empleo en grandes obras de construcción.

Para la fabricación de las pilas y muretes, utilizar bloques de concreto en buen estado, y herramientas como nivel y plomada para asegurar la verticalidad del muro.

## REFERENCIAS

- [1] Z. Tang, W. Li, Tam and C. Xue, "Advances in recycling municipal and construction waste to manufacture sustainable construction materials," *Resources, Conservation & Recycling: X*, 6, 2020.
- [2] A. M. Grados Mitteen, «La importancia de una regulación especial para la gestión de los neumáticos fuera de uso en el Perú,» PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, Lima, 2018.
- [3] W. Ruwona, G. Danha and Muzenda, "A Review on Material and Energy Recovery from Waste Tyres," *Procedia Manufacturing*, 35, pp. 216-222, 2019.
- [4] F. Azevedo, F. Pacheco Torgal, J. Barroso de Aguiar, C. Jesus y A. F. Camões, «Properties and durability of HPC with tyre rubber wastes,» *Construction and Building Materials*, vol. 34, pp. 186-191, 2012.
- [5] H. Gavali and R. Ralegaonkar, "Design development of sustainable alkali-activated bricks," *Journal of Building Engineering*, vol. 30, 2020.
- [6] L. Zhang, "Production of bricks from waste materials – A review," *Construction and Building Materials*, vol. 47, pp. 643-655, 2013.
- [7] A. Triwiyono, A. Nugroho, A. Firstyadi and F. Ottama, "Flexural Strength and Ductility of Concrete Brick Masonry Wall Strengthened using Steel Reinforcement," *Procedia Engineering*, 125, pp. 940-947, 2015.
- [8] J. R. Sánchez Solorzano, F. E. Guerrero Medina, R. Cerna Chávez and K. Gonzales Carbajal, "Ecological brick made with recycled paper: Cost and physical-mechanical properties," *Knowledge for development*, vol. 9, no. 2, pp. 29-34, 2018.
- [9] M. M. Villafuerte Quispe, Artist, *Plan de negocios para la fabricación y comercialización de ladrillos ecológicos en Lima Metropolitana*. [Art]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2015.
- [10] N. Intaboot y P. Kanbua, «Investigation of concrete blocks mixed with recycled crumb rubber: Acase study in Thailand,» *Engineering and Applied Science Research*, vol. 49, n° 3, pp. 413-424, 2022.
- [11] S. Sin-Quan, E. Lee-Woen, N. Cheng-Yee y T. Jee-Cheat, «Feasibility study of compressed bricks utilizing rubber glove manufacturing residue,» *E3S Web of Conferences*, vol. 347, pp. 1-10, 2022.
- [12] A. Maryoto, N. Nastain y H. Supriyanto, «The Bond Response of Concrete Brick with Recycled Tire Chip as Partial Replacement of Aggregate Applied in the Non-Structural Masonry Wall,» *International Review of Civil Engineering (IRECE)*, 10(1), 2019.
- [13] P. Kirubagharan, R. Gowtham, A. Duraisingh y A. Nair, «Experimental study on behaviour of paver block using crushed rubber powder,» *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, vol. 8, n° 3, p. 582–589, 2017.

- [14] Sodupe Ortega, Fraile Garcia, Ferreiro Cabello y Sanz Garcia, «Evaluation of crumb rubber as aggregate for automated manufacturing of rubberized long hollow blocks and bricks,» *Construction and Building Materials*, 106(1), p. 305–316, 2016.
- [15] M. A. Calderón Briceño y C. A. Vásquez Gutiérrez, «Influencia del caucho de neumático en las características físicas y mecánicas del bloque de concreto.,» Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, 2021.
- [16] G. K. Paiva Calderón, «Diseño de bloques de concreto utilizando el Caucho Sintético en muros de albañilería no portantes en el Distrito de Chulucanas - 2019,» Universidad César Vallejo, Piura, 2019.
- [17] L. V. Huallpa Ccallo, «Diseño de bloques de concreto con neumáticos reciclados para albañilería confinada en viviendas, AA.HH. Arriba Perú San Juan de Lurigancho 2019,» Universidad César Vallejo, Lima, 2019.
- [18] P. A. Risco Ruiz, Artist, *Propiedades físico mecánico de los ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado, Chiclayo*. [Art]. Universidad Cesar Vallejo, 2018.
- [19] E. T. Peña, Artist, *Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico prensado manualmente de arcilla y arcilla/plástico en albañilería confinada, Chiclayo, Lambayeque 2018*. [Art]. Universidad Señor Sipán, 2019.
- [20] A. Sofi, "Effect of waste tyre rubber on mechanical and durability properties of concrete," *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 9, no. 4, pp. 2691-2700, 2018.
- [21] D. Lo Presti, "Recycled Tyre Rubber Modified Bitumens for road asphalt mixtures: A literature review," *Construction and Building Materials*, vol. 49, pp. 863-881, 2013.
- [22] Skariah, Chandra, Priyansha Mehra y Sanjeev Kumar, «Performance of high strength rubberized concrete in aggressive environment,» *Construction and Building Materials*, 83, pp. 320-326, 2015.
- [23] A. Mohajerani, L. Burnett, S. Markovski, G. Rodwell, M. Tareq Rahman, H. Kurmus, M. Mirzababaei, A. Arulrajah, S. Horpibulsuk y F. Maghool, «Recycling waste rubber tyres in construction materials and associated environmental considerations: A review,» *Resources, Conservation and Recycling*, 155, 2020.
- [24] X. Li, T.-C. Ling and k. Hung, "Functions and impacts of plastic/rubber wastes as eco-friendly aggregate in concrete – A review," *Construction and Building Materials*, vol. 240, 2020.
- [25] A. Siddika, A. A. Mamun, R. Alyousef, Y. Murgahed Amran, A. Farhad and H. Alabduljabbar, "Properties and utilizations of waste tire rubber in concrete: A review," *Construction and Building Materials*, vol. 224, no. 10, pp. 711-731, 2019.
- [26] M. Farfán and E. Leonardo, "Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante,," *Revista Ingeniería de construcción*, vol. 33, no. 3, pp. 241-250, 2018.
- [27] T. Pacheco, D. Yining and J. Dijo, "Properties and durability of concrete containing polymeric wastes (tyre rubber and polyethylene terephthalate bottles): An overview," *Construction and Building Materials*, vol. 30, pp. 714-724, 2012.

- [28] I. Suárez Jiménez y E. Mujica Núñez, Artists, *Bloques de concreto con material reciclable de caucho para obras de edificación*. [Art]. Universidad Nacional de San Antonio Abad, 2016.
- [29] F. Abanto, *Tecnología del concreto* (3° ed.), Lima: San Marcos, 2018.
- [30] NTP 400.011, *AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos) 2da Edición*, Lima: INDECOPI, 2008.
- [31] ASTM C33, *Standard specification for concrete aggregates*, West Conshohocken:: ASTM Internacional, 1999.
- [32] *Reglamento Nacional de Edificaciones, Título I. Generalidades*, Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017.
- [33] NTP 399.602, *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Bloques de concreto para uso estructural. Requisitos*, Lima: INDECOPI, 2002.
- [34] Á. San Bartolomé, *Comentarios a la norma a técnica de edificación E.070 "Albañilería"*, Lima: SENCICO, 2008.
- [35] *Reglamento Nacional de Edificaciones, Título III. Edificaciones*, Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017.
- [36] NTP 399.604, *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. 1° Edición*, Lima: INDECOPI, 2002.
- [37] Á. San Bartolomé, *Construcciones de albañilería - Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural*, Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú., 1994.
- [38] J. Oré, *Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto*, Lima: Cartolan Editores SRL., 2014.
- [39] NTP 399.613, *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. 1° Edición*, Lima: INDECOPI, 2005.
- [40] NTP 399.605, *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. 2° Edición*, Lima: INDECOPI, 2013.
- [41] NTP 399.621, *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería. 1° Edición*, Lima: INACAL, 2015.
- [42] B. Thomas, R. Gupta, P. Mehra y S. Kumar, «Performance of high strength rubberized concrete in aggressive environment,» *Constr Build Mater*, 83, pp. 320-326, 2015.
- [43] A. Maury, "Construcción y medio ambiente," *Módulo*, vol. 1, no. 9, 2010.
- [44] A. Cruz, E. Claderon, B. Franca, W. Réquia and A. Gioda, "Evaluación del impacto de los juegos Olímpicos Rio 2016 en la ciudad del aire en la ciudad de Rio de Janeiro, Brasil.," *Atmos Environ*, vol. 203, pp. 206-215, 2019.
- [45] E. Fuentes y N. Peralta, Artists, *Evaluación de las propiedades del concreto con cemento Pacasmayo, Inka y Mochica en edificaciones convencionales, Lambayeque.* [Art]. Universidad Señor de Sipán, 2018.

- [46] Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), *Manual básico para la la estimación del riesgo*, Lima, 2006.
- [47] K. Coria, Artist, *Control de riesgos generados por la exposición laboral a agentes físicos y factores de riesgos desergonómico en la industria del caucho*. [Art]. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, 2017.
- [48] R. Sanchis Gisbert y D. Lledó Lagardera, «Diseño del proceso de reciclaje y reutilización de neumáticos, introducción a la economía circular,» Universitat Politecnica de Valencia, Valencia, 2019.
- [49] D. Guerrero, Artist, *Estimación de Costos*. [Art]. Universidad de Piura, 2015.
- [50] H. Darío Cañola and C. Echavarría, "Bloques de concreto con aditivos bituminosos para sobrecimiento," *Revista de Ingeniería y desarrollo*, vol. 35, no. 2, pp. 1-22, 2017.
- [51] C. Fresno, *Metodología de la investigación: así de fácil*, Córdoba: El Cid Editor, 2019.
- [52] M. Borja, *Metodología de la Investigación científica para ingenieros*, Chiclayo, 2016.
- [53] C. A. Bernal, *Metodología de la Investigación*. Tercera Edición, Pearson, 2010.
- [54] J. E. Llanos Pomaleque, S. M. Luján Salas y M. N. Ponce Zubilaga, «Viabilidad de la creación de una empresa recicladora y trituradora de llantas en desuso para su comercialización en el mercado peruano,» Lima, 2016.
- [55] M. A. Quiroga Zúñiga y A. J. Maquera Jalanoca, «Evaluación del Desempeño Térmico Utilizando Polvo de Caucho y Poliestireno Expandido para Uso como Material Alternativo en Acabados y Juntas en Muros de Albañilería en la Ciudad de Tacna-2019,» Universidad Privada de Tacna, Tacna, 2019.
- [56] S. J. Sarmiento Aguinaga, Artist, *Evaluación de la clasificación de los residuos sólidos de la ciudad de Chiclayo - 2014*. [Art]. Universidad Nacional de Trujillo, 2019.
- [57] M. P. D. Chiclayo, «Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque,» Chiclayo, 2012.
- [58] American Concrete Institute 318, *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*, Washintong: American Concrete Institute, 2019.
- [59] C. Y. S. MINISTERIO DE VIVIENDA, «Propuesta de Norma E.070 Albañilería,» SENCICO.
- [60] RNE, *Norma E.070 ALBAÑILERÍA*, Lima: SENCICO, 2020.
- [61] NTP 400.012:2013, *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3ª Edición*, Lima: INDECOPI, 2013.
- [62] T. Beato Skariah, G. Ramesh Chandra, M. Priyansha y Sanjeev Kumar, «Performance of high strength rubberized concrete in aggressive environment,» *Construction and Building Materials* 83(15), pp. 320-326, 2015.

- [63] T. Beato Skariah, G. Ramesh Chandra y V. J. Panicker, «Recycling of waste tire rubber as aggregate in concrete: durability-related performance,» *Journal of Cleaner Production*, 1(20), pp. 504-513, 2016.
- [64] G. Peláez Arroyave, S. M. Velásquez Restrepo y D. H. Giraldo Vásquez, «Aplicaciones de caucho reciclado,» *Ciencia e Ingeniería Neograndina*, 27(2), pp. 27-50, 2017.
- [65] K. L. Campos Barboza, F. F. Gomez Montalban, M. A. Montero Nuñez, F. E. Pantoja Guillen and J. A. Pasco Soto, "Diseño del proceso de producción de ladrillos Basados en plástico reciclado," Piura, 2019.
- [66] G. P. Burga Polo, "RECYCLING OF MUNICIPAL SOLID WASTE FOR SUSTAINABLE," *Rev. Tzhoecoen*, vol. 7, no. 2, 2015.

## **ANEXOS**

## ANEXO I. Fichas Técnicas de materiales

### Anexo 1.1. Fica técnica del Cemento Pórtland Tipo I



**CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.**  
 Calle La Colonia No. 150 Urb. El Vivero de Montemco Santiago de Surco - Lima  
 Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad  
 Teléfono 317 - 8020



G-CC-F-04  
Versión 03

### Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150  
 Pacasmayo, 15 de Agosto del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO3	%	2.8	Máximo 3.0
Pérdida por ignición	%	3.1	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.66	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	8	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm <sup>2</sup> /g	3650	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.06	NO ESPECÍFICA

**Resistencia Compresión :**

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	26.5 (271)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	34.3 (350)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	39.8 (406)	Mínimo 26.0 (Mínimo 266)

**Tiempo de Fraguado Vicat :**

Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	261	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-07-2017 al 31-07-2017.  
 La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Junio 2017.  
 (\*) Requisito opcional.

**Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas**  
 Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

Anexo 1.2. Ficha técnica del caucho



	<b>FICHA TECNICA DEL PRODUCTO</b> <b>(FTP)</b>
---	---

<b>NOMBRE DEL PRODUCTO</b>	CAUCHO EN POLVO
<b>DESCRIPCION DEL PRODUCTO</b>	Polvo de caucho color negro, obtenidos a través de un proceso de trituración y raspado mecánico de Neumáticos Fuera de Uso (NFU) zarandeado en malla 40.
<b>PROPIEDADES</b>	
<b>COMPOSICION</b>	CAUCHO VULCANIZADO EN POLVO
<b>TAMAÑO DE PARTICULAS</b>	0.1 – 0.5 mm
<b>% MATERIALES TEXTILES</b>	1 %
<b>% MATERIALES FERROSOS</b>	1 %
<b>PROPIEDADES FISICO – QUIMICO</b>	
<b>FORMA</b>	POLVILLO
<b>COLOR</b>	NEGRO
<b>OLOR</b>	CAUCHO CARACTERISTICO
<b>DENSIDAD ( gr/cm3)</b>	3.5 - 25 gr/cm3
<b>PUNTO DE COMBUSTION</b>	300 – 450 (°C)
<b>CONTENIDO EN CENIZAS</b>	60 %
<b>CONTENIDO EN NEGRO DE HUMO</b>	22 %
<b>CONTENIDO EN CAUCHO NATURAL</b>	10 – 20 %
<b>SOLUBILIDAD</b>	Insoluble al agua, parcialmente soluble en acetona.
<b>CAMPOS DE APLICACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asfaltos modificados</li> <li>• Productos moldeados</li> <li>• Recubrimiento para techos</li> <li>• Impermeabilizantes y selladores</li> <li>• Aplicaciones termoplásticas</li> <li>• Losetas</li> </ul>
<b>EMPAQUE Y PRESENTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sacos de 30KG</li> <li>• BIG BAG 1 TONELADA</li> </ul>
<b>TRANSPORTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NO PELIGROSO, ESTIBA DIRECTA 30KG</li> <li>• USO DE MONTACARGA &gt; 1000 KG</li> </ul>
<b>MANIPULACION</b>	No requiere precauciones especiales excepto las big bag, su manipulación es exclusivamente con el montacargas.
<b>ALMACENAMIENTO</b>	En pallets en lugar seco sin exposición al sol y la lluvia.
<b>EFFECTOS SOBRE SALUD HUMANA Y MEDIO AMBIENTE</b>	Este producto se considera no explosivo, no irritante, no magnético, no toxico al contacto con la piel, no cancerígenos, no toxica para el medio ambiente excepto si es expuesto a presencia de fuego directo.

**ANEXO II. INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO**

## ANEXO 2.1. Ensayos de laboratorio a agregados pétreos



**LEMS W&C** EIRL

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo - Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycir.com

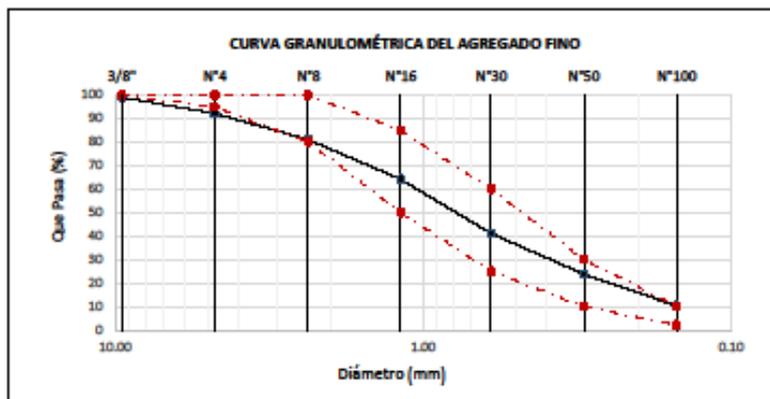
Solicitante : BAYONA REYES MARCO JUNIOR  
Proyecto / Obra : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 02 de febrero del 2021.

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino.  
NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Arena Gruesa Cantera : La Victoria - Pátapo

Malla	%	% Retenido	% Que Pasa	GRADACIÓN
Pulg.	(mm.)	Retenido	Acumulado	"C"
3/8"	9.520	0.9	0.9	100
Nº 4	4.750	6.9	7.8	95 - 100
Nº 8	2.360	11.1	18.9	80 - 100
Nº 16	1.180	17.0	35.9	50 - 85
Nº 30	0.600	23.1	59.0	25 - 60
Nº 50	0.300	17.3	76.2	10 - 30
Nº 100	0.150	13.5	89.7	2 - 10
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>				<b>2.89</b>



Observaciones:

- Muestreo e identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C** EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 ING. [Nombre] [Apellido]  
 INGENIERO CIVIL  
 C.E. 246924















Solicitante : BAYONA REYES MARCO JUNIOR  
Proyecto : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : 06 de febrero del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Confitillo

Cantera: Tres Tomas - Ferreñafe

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2,543
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0,9

OBSERVACIONES :

- Muestra provista e identificada por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Solicitante : BAYONA REYES MARCO JUNIOR  
Proyecto : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : 06 de febrero del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : La Victoria - Pátapo

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2,575
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0,8

OBSERVACIONES :

- Muestra provista e identificada por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



Solicitante : BAYONA REYES MARCO JUNIOR  
 Proyecto : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 02 de febrero del 2021.

**Ensayo** : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
 : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable deL agregado grueso por secado  
**Referencia** : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

		A	B	C
01.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	10472	10469	10478
02.- Peso del recipiente	(gr.)	7709	7709	7709
03.- Peso de muestra (01-02)	(gr.)	2763	2760	2769
04.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0,00212	0,00212	0,00212
05.- Peso unitario suelto húi 03/04	(kg/m <sup>3</sup> )	1301	1300	1304
06.- Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		<b>1302</b>	
07.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(gr/cm <sup>3</sup> )		<b>1299</b>	

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

		A	B	C
08.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	10788	10794	10782
09.- Peso del recipiente	(gr.)	7709	7709	7709
10.- Peso de muestra	(gr.)	3079	3085	3073
11.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0,00212	0,00212	0,00212
12.- Peso unitario suelto húmedo	(gr/cm <sup>3</sup> )	1450	1453	1447
13.- Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(gr/cm <sup>3</sup> )		<b>1450</b>	
14.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(gr/cm <sup>3</sup> )		<b>1447</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

**1.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

		A
15.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	846
16.- Peso de muestra seca	(gr.)	844
17.- Peso de recipiente	(gr.)	73,0
18.- Contenido de humedad	(%)	<b>0,3</b>



ANEXO 2.2. Ensayos de laboratorio al material reciclable - caucho



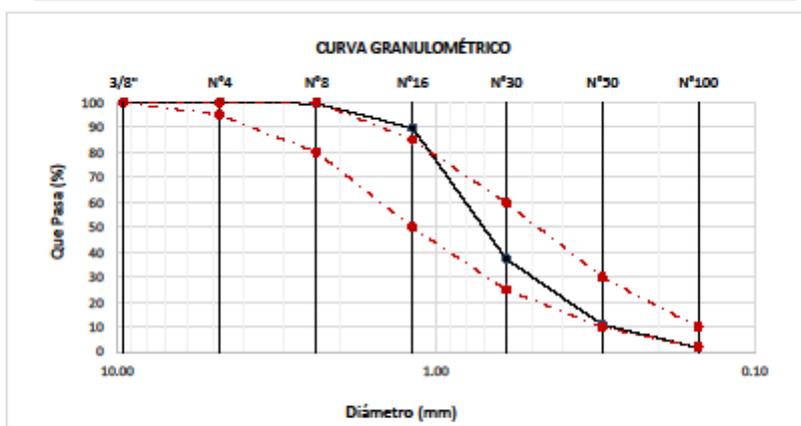
RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo - Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycelri.com

Solicitante : BAYONA REYES MARCO JUNIOR  
 Proyecto : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 06 de marzo del 2021.  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
 NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Caucho pulverizado Procedencia : C & A Grass - Ventas y Servicios Múltiples

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	0.0	0.0	100.0	95 - 100
Nº 8	2.360	0.6	0.6	99.4	80 - 100
Nº 16	1.180	9.7	10.3	89.7	50 - 85
Nº 30	0.600	52.4	62.7	37.3	25 - 60
Nº 50	0.300	26.3	89.0	11.0	10 - 30
Nº 100	0.150	9.2	98.2	1.8	2 - 10
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>2.61</b>



Observaciones:  
- Muestreo e identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : BAYONA REYES MARCO JUNIOR  
 Proyecto : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 02 de febrero del 2021.

**Ensayo** : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)

: Peso Unitario del caucho pulverizado

**Referencia** : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
NTP 339.185:2013

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
01.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	5374	5398	5369
02.- Peso del recipiente	(gr.)	4846	4846	4846
03.- Peso de muestra (01-02)	(gr.)	528	552	523
04.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0,00137	0,00137	0,00137
05.- Peso unitario suelto húmedo 03/04	(kg/m <sup>3</sup> )	385	402	381
06.- Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		<b>390</b>	
07.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(gr/cm <sup>3</sup> )		<b>389</b>	

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
08.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	5578	5605	5573
09.- Peso del recipiente	(gr.)	4846	4846	4846
10.- Peso de muestra	(gr.)	732	759	727
11.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0,00137	0,00137	0,00137
12.- Peso unitario suelto húmedo	(gr/cm <sup>3</sup> )	534	553	530
13.- Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(gr/cm <sup>3</sup> )		<b>539</b>	
14.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(gr/cm <sup>3</sup> )		<b>538</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad del caucho pulverizado

**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

**1.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

		<b>A</b>
15.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	127,56
16.- Peso de muestra seca	(gr.)	127
17.- Peso de recipiente	(gr.)	36,0
18.- Contenido de humedad	(%)	<b>0,12</b>

## ANEXO 2.3: Informe de laboratorio: Diseño de Mezclas

### INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : BAYONA REYES MARCO JUNIOR  
 Proyecto : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 22 de febrero del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 50 \text{ kg/cm}^2$

#### CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3150  $\text{Kg/m}^3$

#### AGREGADOS :

##### Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa 2,575  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2,595  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1451  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 1626  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0,8 %  
 6.- Contenido de humedad 0,5 %  
 7.- Módulo de fineza 2,885

##### Agregado grueso :

: Confitillo - Cantera Tres Tomas

1.- Peso específico de masa 2,543  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2,566  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1299  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 1447  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0,9 %  
 6.- Contenido de humedad 0,3 %  
 7.- Tamaño máximo 1/2" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/8" Pulg.

#### Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0,9	99,1
Nº 04	6,9	92,2
Nº 08	11,1	81,1
Nº 16	17,0	64,1
Nº 30	23,1	41,0
Nº 50	17,3	23,8
Nº 100	13,5	10,3
Fondo	10,3	0,0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	100,0
1"	0,2	99,8
3/4"	0,5	99,3
1/2"	77,5	21,8
3/8"	16,9	5,0
Nº 04	4,5	0,5
Fondo	0,5	0,0



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : BAYONA REYES MARCO JUNIOR  
Proyecto : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
Fecha de recepción : 22 de febrero del 2021.

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL**  
CONCRETO PATRÓN

$$F'c = 50 \text{ kg/cm}^2$$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 0 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2172 Kg/m<sup>3</sup>  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 5,2 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0,943

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 223 Kg/m<sup>3</sup> : Tipo I - PACASMAYO.  
Agua 210 L : Potable de la zona.  
Agregado fino 1041 Kg/m<sup>3</sup> : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
Agregado grueso 698 Kg/m<sup>3</sup> : Confitillo - Cantera Tres Tomas

	Cemento	Arena	Confitillo	Agua	
Proporción en peso :	1,0	4,68	3,14	40,1	Lts/pie <sup>3</sup>

Proporción en volumen :	1,0	4,85	3,64	40,1	Lts/pie <sup>3</sup>
-------------------------	-----	------	------	------	----------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : BAYONA REYES MARCO JUNIOR  
 Proyecto : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 08 de marzo del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 50 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3150 Kg/m<sup>3</sup>

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - Cantera La Victoria

1.- Peso específico de masa 2,575 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2,595 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto 1451 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado 1626 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción 0,8 %  
 6.- Contenido de humedad 0,5 %  
 7.- Módulo de fineza 2,885

Agregado grueso :

: Confitillo - Cantera Tres Tomas

1.- Peso específico de masa 2,543 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2,566 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto 1299 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado 1447 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción 0,9 %  
 6.- Contenido de humedad 0,3 %  
 7.- Tamaño máximo 1/2" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/8" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0,9	99,1
Nº 04	6,9	92,2
Nº 08	11,1	81,1
Nº 16	17,0	64,1
Nº 30	23,1	41,0
Nº 50	17,3	23,8
Nº 100	13,5	10,3
Fondo	10,3	0,0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	100,0
1"	0,2	99,8
3/4"	0,5	99,3
1/2"	77,5	21,8
3/8"	16,9	5,0
Nº 04	4,5	0,5
Fondo	0,5	0,0

Solicitante : BAYONA REYES MARCO JUNIOR  
 Proyecto : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
 Fecha de recepción : 08 de marzo del 2021.

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL**  
CONCRETO PATRÓN

$F'c = 50 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 0 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2172 Kg/m<sup>3</sup>  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 5,2 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0,943

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	223 Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - PACASMAYO.
Agua	210 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	989 Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - Cantera La Victoria
Agregado grueso	698 Kg/m <sup>3</sup>	: Confitillo - Cantera Tres Tomas
Caucho pulverizado	14 Kg/m <sup>3</sup>	: C & A Grass - Ventas y Servicios Multiples

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Caucho	Confitillo	Agua	
	1,0	4,45	0,06	3,14	40,1	Lts/pie <sup>3</sup>
Proporción en volumen :	1,0	4,61	0,24	3,64	40,1	Lts/pie <sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : BAYONA REYES MARCO JUNIOR  
 Proyecto : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 08 de marzo del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 50 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3150  $\text{Kg/m}^3$

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa 2,575  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2,595  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1451  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 1626  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0,8 %  
 6.- Contenido de humedad 0,5 %  
 7.- Módulo de fineza 2,885

Agregado grueso :

: Confitillo - Cantera Tres Tomas

1.- Peso específico de masa 2,543  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2,566  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1299  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 1447  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0,9 %  
 6.- Contenido de humedad 0,3 %  
 7.- Tamaño máximo 1/2" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/8" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0,9	99,1
Nº 04	6,9	92,2
Nº 08	11,1	81,1
Nº 16	17,0	64,1
Nº 30	23,1	41,0
Nº 50	17,3	23,8
Nº 100	13,5	10,3
Fondo	10,3	0,0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	100,0
1"	0,2	99,8
3/4"	0,5	99,3
1/2"	77,5	21,8
3/8"	16,9	5,0
Nº 04	4,5	0,5
Fondo	0,5	0,0

Solicitante : BAYONA REYES MARCO JUNIOR  
 Proyecto : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
 Fecha de recepción : 08 de marzo del 2021.

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL**  
 CONCRETO PATRÓN - 10% CAUCHO

$$F'c = 50 \text{ kg/cm}^2$$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 0 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2020 Kg/m<sup>3</sup>  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 5,2 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0,943

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	223 Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - PACASMAYO.
Agua	210 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	937 Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	698 Kg/m <sup>3</sup>	: Confitillo - Cantera Tres Tomas
Caucho pulverizado	28 Kg/m <sup>3</sup>	: C & A Grass - Ventas y Servicios Múltiples

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Caucho	Confitillo	Agua	
	1,0	4,21	0,13	3,14	40,1	Lts/pie <sup>3</sup>

Proporción en volumen :	1,0	4,37	0,49	3,64	40,1	Lts/pie <sup>3</sup>
-------------------------	-----	------	------	------	------	----------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : BAYONA REYES MARCO JUNIOR  
 Proyecto : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 08 de marzo del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 50 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3150  $\text{Kg/m}^3$

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa 2,575  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2,595  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1451  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 1626  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0,8 %  
 6.- Contenido de humedad 0,5 %  
 7.- Módulo de fineza 2,885

Agregado grueso :

: Confitillo - Cantera Tres Tomas

1.- Peso específico de masa 2,543  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2,566  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1299  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 1447  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0,9 %  
 6.- Contenido de humedad 0,3 %  
 7.- Tamaño máximo 1/2" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/8" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0,9	99,1
Nº 04	6,9	92,2
Nº 08	11,1	81,1
Nº 16	17,0	64,1
Nº 30	23,1	41,0
Nº 50	17,3	23,8
Nº 100	13,5	10,3
Fondo	10,3	0,0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	100,0
1"	0,2	99,8
3/4"	0,5	99,3
1/2"	77,5	21,8
3/8"	16,9	5,0
Nº 04	4,5	0,5
Fondo	0,5	0,0

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : BAYONA REYES MARCO JUNIOR  
 Proyecto : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
 Fecha de recepción : 08 de marzo del 2021.  
 DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 50 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 0 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2172  $\text{Kg/m}^3$   
 Resistencia promedio a los 7 días : 155  $\text{Kg/cm}^2$   
 Porcentaje promedio a los 7 días : 311 %  
 Factor cemento por  $\text{M}^3$  de concreto : 5,2 bolsas/ $\text{m}^3$   
 Relación agua cemento de diseño : 0,943

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 223  $\text{Kg/m}^3$  : Tipo I - PACASMAYO.  
 Agua 210 L : Potable de la zona.  
 Agregado fino 885  $\text{Kg/m}^3$  : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 Agregado grueso 698  $\text{Kg/m}^3$  : Confitillo - Cantera Tres Tomas  
 Caucho pulverizado 42  $\text{Kg/m}^3$  : C & A Grass - Ventas y Servicios Multiples

	Cemento	Arena	Caucho	Confitillo	Agua	
Proporción en peso :	1,0	3,98	0,19	3,14	40,1	Lts/ $\text{pie}^3$

Proporción en volumen :	1,0	4,12	0,73	3,64	40,1	Lts/ $\text{pie}^3$
-------------------------	-----	------	------	------	------	---------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C** EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Peticionario : BAYONA REYES MARCO JUNIOR  
 Proyecto : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 08 de Marzo del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 50 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3150  $\text{Kg/m}^3$

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa 2,575  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2,595  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1451  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 1626  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0,8 %  
 6.- Contenido de humedad 0,5 %  
 7.- Módulo de fineza 2,885

Agregado grueso :

: Confitillo - Cantera Tres Tomas

1.- Peso específico de masa 2,543  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2,566  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1299  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 1447  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 0,9 %  
 6.- Contenido de humedad 0,3 %  
 7.- Tamaño máximo 1/2" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 3/8" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0,9	99,1
Nº 04	6,9	92,2
Nº 08	11,1	81,1
Nº 16	17,0	64,1
Nº 30	23,1	41,0
Nº 50	17,3	23,8
Nº 100	13,5	10,3
Fondo	10,3	0,0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	100,0
1"	0,2	99,8
3/4"	0,5	99,3
1/2"	77,5	21,8
3/8"	16,9	5,0
Nº 04	4,5	0,5
Fondo	0,5	0,0

INFORME

Pag. 02 de 02

Peticionario : BAYONA REYES MARCO JUNIOR  
 Proyecto : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
 Fecha de ensayo : 08 de Marzo del 2021.  
 DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 50 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 0 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2172  $\text{Kg/m}^3$   
 Factor cemento por  $\text{M}^3$  de concreto : 5,2 bolsas/ $\text{m}^3$   
 Relación agua cemento de diseño : 0,943

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 223  $\text{Kg/m}^3$  : Tipo I - PACASMAYO.  
 Agua 210 L : Potable de la zona.  
 Agregado fino 833  $\text{Kg/m}^3$  : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 Agregado grueso 698  $\text{Kg/m}^3$  : Confitillo - Cantera Tres Tomas  
 Caucho pulverizado 56  $\text{Kg/m}^3$  : C & A Grass - Ventas y Servicios Múltiples

	Cemento	Arena	Caucho	Confitillo	Agua	
Proporción en peso :	1,0	3,74	0,25	3,14	40,1	Lts/ $\text{pie}^3$
Proporción en volumen :	1,0	3,88	0,97	3,64	40,1	Lts/ $\text{pie}^3$

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C** EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## ANEXO 2.4: Informe de laboratorio: Ensayos al mortero



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : BAYONA REYES MARCO JUNIOR  
Proyecto : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 02 de febrero del 2021.

**Ensayo** : Fluidez y trabajabilidad de morteros

**Referencia** : NTP 334.057

MORTERO	DOSIFICACIÓN			DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (mm)	DIÁMETRO MESA DE FLUIDEZ (mm)				
	Cemento	Arena	Ra/c		DB	D1	D2	D3	D4
MATERIALES (gr.)	1	4	1,2						
CEMENTO		330,99		99,85	211	211	210	207	209,75
ARENA		1440							
AGUA (ml)		397,89							
					<b>FLUIDEZ = 110,1 %</b>				

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
Obra / Proyecto : Tesis: "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE "DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 23 de abril del 2021

ENSAYO :  
CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Pórtland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
REFERENCIA : NTP 334.051: 2013

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	CUBO DE MORTERO - 1	26/03/2020	23/04/2020	28	26570	2522	<b>10,5</b>	<b>107</b>
02	CUBO DE MORTERO - 2	26/03/2020	23/04/2020	28	26770	2506	<b>10,7</b>	<b>109</b>
03	CUBO DE MORTERO - 3	26/03/2020	23/04/2020	28	30790	2536	<b>12,1</b>	<b>124</b>
04	CUBO DE MORTERO - 4	26/03/2020	23/04/2020	28	26300	2557	<b>10,3</b>	<b>105</b>
05	CUBO DE MORTERO - 5	26/03/2020	23/04/2020	28	25150	2514	<b>10,0</b>	<b>102</b>
06	CUBO DE MORTERO - 6	26/03/2020	23/04/2020	28	27250	2515	<b>10,8</b>	<b>110</b>

NOTA :

- Dosificación: 1 : 4  
Cemento : Tipo I - PACASMAYO  
Arena : La Victoria - Pátapo  
Agua : Potable de la zona  
Ra/c : 1.20

OBSERVACIONES :

- Elaboración realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## ANEXO 2.5: Informe de laboratorio: Propiedades físicas de bloques



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycirrl.com

Tesis: "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"

Atención: BACH. MARCO JUNIOR BAYONA REYES

Norma Técnica: NTP 399.613 : 2002

Título: UNIDADES DE ALBANILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albanilería de concreto.

Ensayo: Medición de mediciones

Fecha de ensayo: 16/03/2021

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN										Largo (mm)			Ancho (mm)				Altura (mm)								
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	T1	T2	T3	T4	A1	A2	A3	A4	T1	T2	T3	T4						
01	392,50	396,00	392,00	391,00	392,88	122,00	124,00	121,00	121,00	122,00	187,00	190,00	189,00	189,80	191,45	BLOQUE -0% DE CAUCHO PULVERIZADO	392,88	124,00	121,00	121,00	122,00	187,00	190,00	189,00	189,80	191,45
02	393,00	396,00	393,00	393,00	393,75	119,90	124,00	122,00	124,00	122,48	188,00	191,00	189,80	189,90	192,18	BLOQUE -0% DE CAUCHO PULVERIZADO	393,75	124,00	124,00	124,00	122,48	188,00	191,00	189,80	189,90	192,18
03	394,00	395,00	393,00	393,00	393,75	122,00	124,00	121,00	121,00	122,00	188,00	190,00	189,00	189,00	190,00	BLOQUE -0% DE CAUCHO PULVERIZADO	393,75	124,00	121,00	121,00	122,00	188,00	190,00	189,00	189,00	190,00
04	393,00	392,00	390,00	391,00	391,50	121,20	121,10	121,70	124,30	122,08	189,40	191,50	191,80	189,00	190,43	BLOQUE -0% DE CAUCHO PULVERIZADO	391,50	121,10	121,70	124,30	122,08	189,40	191,50	191,80	189,00	190,43
05	393,00	392,00	392,80	393,40	392,80	122,00	123,60	121,40	124,60	122,90	192,60	193,00	192,00	192,20	192,45	BLOQUE -0% DE CAUCHO PULVERIZADO	392,80	123,60	121,40	124,60	122,90	192,60	193,00	192,00	192,20	192,45
06	392,40	391,00	392,30	391,80	391,88	122,90	122,70	123,00	122,90	122,88	189,70	189,20	190,00	189,50	189,60	BLOQUE -0% DE CAUCHO PULVERIZADO	391,88	122,70	123,00	122,90	122,88	189,70	189,20	190,00	189,50	189,60
07	392,00	390,00	395,00	391,00	392,00	121,40	125,00	121,00	123,00	122,60	189,00	190,00	190,00	189,00	189,50	BLOQUE -0% DE CAUCHO PULVERIZADO	392,00	121,40	125,00	121,00	123,00	122,60	189,00	190,00	190,00	189,50
08	393,10	391,00	392,00	391,00	391,78	121,00	122,80	120,00	121,20	121,20	190,00	189,00	191,00	190,00	190,00	BLOQUE -0% DE CAUCHO PULVERIZADO	391,78	121,00	122,80	120,00	121,20	190,00	189,00	191,00	190,00	190,00
09	392,50	393,00	392,00	393,00	392,63	121,00	119,80	122,00	121,00	120,95	191,00	190,00	191,00	190,00	190,50	BLOQUE -0% DE CAUCHO PULVERIZADO	392,63	121,00	119,80	122,00	121,00	120,95	191,00	190,00	191,00	190,50
10	392,00	391,00	391,00	392,00	392,45	121,90	122,70	121,60	123,30	122,38	189,00	190,00	189,00	189,00	189,25	BLOQUE -0% DE CAUCHO PULVERIZADO	392,45	121,90	122,70	121,60	123,30	122,38	189,00	190,00	189,00	189,25
	Dimensión promedio				DP	Dimensión nominal				DN	Dimensión promedio				DP											
	Dimensión nominal				DN	Dimensión nominal				DN	Dimensión nominal				DN											
	Variación dimensional				V%	Variación dimensional				V%	Variación dimensional				V%											
					-0,63					-1,79					-0,23											

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.  
OBSERVACIONES:



Tesis: "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
Atención: BACH, MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
Norma Técnica: NTP 399.613 : 2002  
Título: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.  
Ensayo: Medición de mediciones  
Fecha de ensayo: 16/03/2021

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN										Largo (cm)			Ancho (cm)				Altura (cm)						
	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4				
01	392.30	392.50	391.80	391.50	392.03	392.03	391.50	392.03	122.00	123.50	122.00	123.50	122.75	192.70	188.80	191.30	188.50	190.33	190.33	190.33				
02	391.00	392.00	391.50	391.50	391.50	391.50	391.50	391.50	122.00	122.00	123.00	123.50	122.63	191.20	192.20	191.40	192.80	191.90	191.90	191.90				
03	392.00	392.50	391.00	391.00	391.63	391.63	391.00	391.63	121.80	123.50	121.50	123.50	122.58	188.30	192.00	191.10	187.90	188.83	188.83	188.83				
04	393.00	392.50	392.00	392.00	392.38	392.38	392.00	392.38	122.00	122.90	122.00	123.40	122.58	189.00	190.00	190.00	192.00	190.25	190.25	190.25				
05	393.00	393.50	392.50	392.50	392.75	392.75	392.00	392.75	122.00	122.30	121.20	124.00	122.38	188.00	188.00	190.80	189.00	188.95	188.95	188.95				
06	392.50	390.00	393.00	391.00	391.63	391.63	391.00	391.63	121.50	123.50	120.50	123.50	122.25	192.00	192.00	192.50	192.20	192.18	192.18	192.18				
07	392.00	390.00	391.00	391.00	391.00	391.00	391.00	391.00	121.00	123.50	121.00	123.00	122.13	190.00	191.00	190.00	190.00	190.25	190.25	190.25				
08	392.00	392.00	391.00	391.00	392.25	392.25	391.00	392.25	121.00	122.50	121.50	123.00	122.00	191.50	191.00	191.50	193.00	191.75	191.75	191.75				
09	392.00	392.00	391.00	391.00	391.50	391.50	391.00	391.50	121.50	123.00	121.00	123.00	122.13	190.00	191.00	190.00	193.00	191.00	191.00	191.00				
10	390.50	391.00	391.00	391.00	390.88	390.88	391.00	390.88	122.00	122.70	122.00	123.00	122.43	191.00	190.00	190.00	191.00	190.50	190.50	190.50				
	Dimensión nominal				DP				Dimensión nominal				DP				Dimensión nominal				DP			
	Variación dimensional				V%				Variación dimensional				V%				Variación dimensional				V%			

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.  
OBSERVACIONES:

**LEMS W&C EIRL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo**

Solicitud de Ensayo 007-21/LEMS W&C  
 Solicitante MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
 Atención MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
 Proyecto / Obra ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO  
 Ubicación Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
 Muestra ingresada 22 de marzo del 2021  
 Formato interno de ensayo  
 UNIDADES DE ALBANILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albanilería de concreto.  
 Código 399.604 : 2002  
 Ensayo Medición de mediciones

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Largo				Largo (cm)	Ancho				Ancho (cm)	Altura				Altura (cm)
		L1	L2	L3	L4		A1	A2	A3	A4		T1	T2	T3	T4	
01	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	39,30	39,10	39,20	39,20	39,20	12,16	12,19	12,45	12,30	12,28	19,00	19,00	19,05	19,00	19,01
02	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	39,34	39,00	39,05	39,10	39,12	12,16	12,20	12,25	12,30	12,23	19,16	19,05	19,33	19,25	19,20
03	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	39,10	39,25	39,20	39,23	39,20	12,25	12,30	12,31	12,23	12,27	19,35	19,30	19,35	19,30	19,33
04	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	39,30	39,30	39,00	39,15	39,19	12,24	12,28	12,20	12,27	12,25	19,10	19,15	19,00	19,20	19,11
05	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	39,30	39,10	39,30	39,30	39,25	12,13	12,21	12,27	12,36	12,24	19,25	19,20	19,20	19,30	19,24
06	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	39,30	39,30	39,10	39,15	39,21	12,34	12,35	12,17	12,17	12,26	19,00	19,15	19,20	19,00	19,09
07	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	39,25	39,35	39,20	39,20	39,25	12,24	12,21	12,15	12,26	12,22	18,90	19,00	19,00	18,90	18,95
08	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	39,30	39,25	39,20	39,25	39,25	12,24	12,22	12,13	12,25	12,21	19,00	18,90	19,00	18,90	18,95
09	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	39,26	39,15	39,20	39,30	39,23	12,16	12,27	12,15	12,25	12,21	19,05	18,90	19,00	19,00	18,99
10	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	39,10	39,00	39,10	39,00	39,05	12,20	12,15	12,20	12,20	12,19	19,10	19,15	19,10	19,10	19,11
		<b>PROMEDIO =</b>				<b>39,19</b>	<b>PROMEDIO =</b>				<b>12,23</b>	<b>PROMEDIO =</b>				<b>19,10</b>

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.  
 OBSERVACIONES :



**LEMS W&C EIRL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo**

Solicitud de Ensayo  
 Solicitante  
 Atención  
 Proyecto / Obra  
 Ubicación  
 Muestra ingresada

007-21/LEMS W&C  
 MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
 MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
 ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO  
 Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque,  
 22 de marzo del 2021

Título  
Código  
Ensayo

Formato interno de ensayo  
 UNIDADES DE ALBANILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albanilería de concreto.  
 399.604 : 2002  
 Medición de mediciones

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Largo (cm)				Largo (cm)	Ancho (cm)				Ancho (cm)	Altura (cm)				
		L1	L2	L3	L4		A1	A2	A3	A4		T1	T2	T3	T4	
01	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	39.30	39.25	39.30	39.33	39.30	12.18	12.27	12.24	12.30	12.25	19.05	19.00	18.90	18.95	18.96
02	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	39.30	39.30	39.30	39.30	39.30	12.14	12.29	12.22	12.31	12.24	18.90	19.18	18.96	19.05	19.02
03	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	39.20	39.12	39.40	39.28	39.25	12.12	12.19	12.35	12.26	12.23	18.90	19.10	18.95	18.85	18.95
04	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	39.30	39.35	39.33	39.30	39.32	12.20	12.19	12.36	12.34	12.27	19.10	19.00	19.05	19.00	19.04
05	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	39.31	39.35	39.30	39.30	39.32	12.20	12.30	12.21	12.30	12.25	19.20	19.10	19.00	19.00	19.08
06	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	39.30	39.30	39.30	39.00	39.23	12.14	12.29	12.16	12.30	12.22	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
07	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	39.20	39.10	39.10	39.20	39.15	12.19	12.27	12.16	12.33	12.24	18.80	18.85	18.90	18.90	18.86
08	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	39.30	39.20	39.30	39.30	39.28	12.21	12.24	12.19	12.22	12.22	18.95	19.00	19.00	19.15	19.03
09	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	39.30	39.30	39.10	39.20	39.23	12.13	12.33	12.20	12.20	12.22	18.90	19.00	18.90	19.00	18.95
10	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	39.20	39.20	39.30	39.25	39.24	12.25	12.30	12.25	12.20	12.25	19.10	19.00	18.90	18.95	18.99
		<b>PROMEDIO =</b>				<b>39.26</b>	<b>PROMEDIO =</b>				<b>12.24</b>	<b>PROMEDIO =</b>				<b>18.99</b>

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.  
**OBSERVACIONES:**



**LEMS W&C EIRL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo**

Solicitud de Ensayo 007-21/LEMS W&C  
 Solicitante MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
 Atención MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
 Proyecto / Obra ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO  
 Ubicación Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
 Muestra ingresada 22 de marzo del 2021

Título Formato interno de ensayo  
 Código UNIDADES DE ALBANILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albanilería de concreto.  
 Ensayo 399.604 ; 2002

Medición de mediciones

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN										Largo (cm)			Ancho (cm)				Altura (cm)							
	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	T1	T2	T3	T4	A1	A2	A3	A4	T1	T2	T3	T4	
01	39,28	39,30	39,30	39,25	39,28	12,22	12,30	12,22	12,30	12,26	19,15	19,00	19,10	19,00	19,06	12,20	12,32	12,32	12,27	12,23	18,90	18,85	19,00	19,00	18,94
02	39,25	39,23	39,30	39,30	39,27	12,30	12,22	12,25	12,23	12,25	19,20	19,20	19,30	19,25	19,26	12,30	12,22	12,22	12,23	12,25	19,20	19,20	19,30	19,25	19,26
03	39,30	39,23	39,32	39,33	39,30	12,10	12,21	12,23	12,27	12,20	19,15	19,15	19,05	19,10	19,11	12,30	12,28	12,20	12,30	12,27	19,00	19,10	19,05	19,10	19,11
04	39,20	39,25	39,20	39,10	39,19	12,10	12,10	12,10	12,00	12,00	19,15	19,15	19,00	19,05	19,04	12,30	12,28	12,20	12,30	12,27	19,00	19,10	19,05	19,10	19,11
05	39,20	39,07	39,35	39,40	39,26	12,10	12,10	12,10	12,00	12,00	19,15	19,15	19,00	19,05	19,04	12,30	12,28	12,20	12,30	12,27	19,00	19,10	19,05	19,10	19,11
06	39,30	39,10	39,15	39,20	39,19	12,25	12,30	12,20	12,30	12,26	19,07	19,10	19,00	19,05	19,06	12,30	12,28	12,20	12,30	12,27	19,00	19,10	19,05	19,10	19,11
07	39,30	39,30	39,20	39,20	39,25	12,25	12,30	12,20	12,30	12,26	19,07	19,10	19,00	19,05	19,06	12,30	12,28	12,20	12,30	12,27	19,00	19,10	19,05	19,10	19,11
08	39,25	39,35	39,23	39,32	39,29	12,25	12,20	12,20	12,25	12,23	18,90	18,95	19,00	19,00	18,96	12,30	12,28	12,20	12,30	12,27	19,00	19,10	19,05	19,10	19,11
09	39,30	39,30	39,20	39,20	39,25	12,27	12,32	12,21	12,22	12,26	19,10	18,95	19,00	19,00	19,01	12,30	12,28	12,20	12,30	12,27	19,00	19,10	19,05	19,10	19,11
10	39,20	39,20	39,30	39,25	39,24	12,25	12,25	12,20	12,20	12,24	19,00	18,90	18,90	18,95	18,99	12,30	12,28	12,20	12,30	12,27	19,00	19,10	19,05	19,10	19,11
					<b>PROMEDIO =</b>					<b>PROMEDIO =</b>					<b>PROMEDIO =</b>										
					39,25					12,22					19,03										

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

OBSERVACIONES: .



Solicitante : MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
Proyecto / Obra : Tesis: "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : Lunes, 19 de marzo del 2021.

Código : 399.613 : 2005  
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo usados en albañilería.  
Ensayo : Alabeo

Muestra N°	Descripción de la muestra.	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
		CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
01	BLOQUE DE CONCRETO - 0% DE CAUCHO	0,00	2,00	1,00	1,50
02	BLOQUE DE CONCRETO - 0% DE CAUCHO	0,50	0,50	0,10	1,25
03	BLOQUE DE CONCRETO - 0% DE CAUCHO	1,00	1,50	0,25	0,95
04	BLOQUE DE CONCRETO - 0% DE CAUCHO	1,00	1,95	1,00	2,25
05	BLOQUE DE CONCRETO - 0% DE CAUCHO	1,10	1,75	0,75	1,50
06	BLOQUE DE CONCRETO - 0% DE CAUCHO	0,50	1,70	0,25	1,50
07	BLOQUE DE CONCRETO - 0% DE CAUCHO	0,50	1,00	0,25	1,80
08	BLOQUE DE CONCRETO - 0% DE CAUCHO	1,00	1,30	0,10	1,50
09	BLOQUE DE CONCRETO - 0% DE CAUCHO	0,00	2,50	0,00	1,70
10	BLOQUE DE CONCRETO - 0% DE CAUCHO	1,00	1,40	1,00	2,25

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo diez especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 007-21/LEMS W&C  
Solicitante : MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
Proyecto / Obra : Tesis: "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : Lunes, 19 de marzo del 2021.  
Código : 399.613 : 2005  
Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo usados en albañilería.  
Ensayo : **Alabeo**

Muestra N°	Descripción de la muestra.	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
		CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
01	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO	0,75	2,00	1,00	2,30
02	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO	1,10	1,75	0,75	1,50
03	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO	0,50	1,70	0,25	1,50
04	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO	1,00	1,60	1,00	2,35
05	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO	1,25	1,50	0,50	1,95
06	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO	1,00	0,38	0,00	0,75
07	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO	0,25	1,50	1,25	1,00
08	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO	0,25	2,00	1,75	1,00
09	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO	0,50	2,20	0,50	2,25
10	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO	0,75	1,20	0,75	2,10

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo diez especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 246904

Solicitud de Ensayo : 007-21/LEMS W&C  
 Solicitante : MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
 Proyecto / Obra : Tesis: "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : Lunes, 19 de marzo del 2021.  
 Código : 399.613 : 2005  
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo usados en albañilería.  
 Ensayo : **Alabeo**

Muestra N°	Descripción de la muestra.	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
		CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
01	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	0,50	1,10	0,25	1,80
02	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	1,00	1,30	0,10	1,50
03	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	0,50	2,10	0,00	1,80
04	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	0,50	1,90	1,00	1,60
05	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	0,50	0,50	0,10	1,45
06	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	0,75	1,50	0,25	0,95
07	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	0,50	1,00	0,25	1,80
08	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	1,00	1,60	1,00	2,35
09	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	1,50	1,50	0,50	1,90
10	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	1,15	1,90	0,00	1,80

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo diez especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

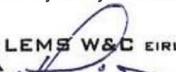
Solicitud de Ensayo : 007-21/LEMS W&C  
 Solicitante : MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
 Proyecto / Obra : Tesis: "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : Lunes, 19 de marzo del 2021.  
 Código : 399.613 : 2005  
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo usados en albañilería.  
 Ensayo : Alabeo

Muestra N°	Descripción de la muestra.	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
		CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
01	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	1,00	1,40	1,00	2,25
02	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	1,50	1,50	0,50	1,95
03	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	1,00	0,38	0,00	0,75
04	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	0,25	1,50	1,25	1,00
05	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	0,00	2,10	1,75	1,00
06	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	0,50	2,00	0,50	2,25
07	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	0,25	1,50	1,25	1,00
08	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	0,05	2,00	0,70	1,50
09	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	0,50	0,50	0,10	1,25
10	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	0,75	2,10	0,25	2,60

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo diez especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 007-21/LEMS W&C  
Solicitante : MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
Proyecto / Obra : Tesis: "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : Lunes, 19 de marzo del 2021.  
Código : 399.613 : 2005  
Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo usados en albañilería.  
Ensayo : **Alabeo**

Muestra N°	Descripción de la muestra.	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
		CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
01	BLOQUE DE CONCRETO - 20% DE CAUCHO	0,75	1,40	1,00	2,25
02	BLOQUE DE CONCRETO - 20% DE CAUCHO	1,25	1,50	0,50	1,95
03	BLOQUE DE CONCRETO - 20% DE CAUCHO	1,00	0,38	0,40	0,75
04	BLOQUE DE CONCRETO - 20% DE CAUCHO	0,25	1,50	1,25	1,00
05	BLOQUE DE CONCRETO - 20% DE CAUCHO	0,20	2,10	1,75	1,00
06	BLOQUE DE CONCRETO - 20% DE CAUCHO	0,50	2,00	0,50	2,25
07	BLOQUE DE CONCRETO - 20% DE CAUCHO	0,25	1,50	0,50	1,00
08	BLOQUE DE CONCRETO - 20% DE CAUCHO	0,00	2,00	1,00	1,50
09	BLOQUE DE CONCRETO - 20% DE CAUCHO	0,50	0,50	0,10	1,25
10	BLOQUE DE CONCRETO - 20% DE CAUCHO	1,00	1,50	0,25	0,95

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo diez especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 007-21/LEMS W&C  
 Solicitante : MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
 Proyecto / Obra : Tesis: "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : Jueves, 01 de abril del 2021.

Código : 399.604 : 2002  
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo usados en albañilería de concreto.  
 Ensayo **Absorción**

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra.	ABSORCIÓN (%)
01	BLOQUE DE CONCRETO - PATRÓN	6,5
02	BLOQUE DE CONCRETO - PATRÓN	7,4
03	BLOQUE DE CONCRETO - PATRÓN	6,2

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación y ensayo realizados por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 007-21/LEMS W&C  
 Solicitante : MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
 Proyecto / Obra : Tesis: "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : Viernes, 02 de abril del 2021.

Código : 399.604 : 2002  
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo usados en albañilería de concreto.  
 Ensayo **Absorción**

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra.	ABSORCIÓN (%)
01	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO	6,1
02	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO	5,8
03	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO	5,8

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación y ensayo realizados por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 007-21/LEMS W&C  
 Solicitante : MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
 Proyecto / Obra : Tesis: "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : Sábado, 03 de abril del 2021.

Código : 399.604 : 2002  
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo usados en albañilería de concreto.  
 Ensayo **Absorción**

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra.	ABSORCIÓN (%)
01	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	5,4
02	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	5,8
03	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	5,5

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación y ensayo realizados por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 007-21/LEMS W&C  
 Solicitante : MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
 Proyecto / Obra : Tesis: "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : Martes, 06 de abril del 2021.

Código : 399.604 : 2002  
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo usados en albañilería de concreto.  
 Ensayo **Absorción**

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra.	ABSORCIÓN (%)
01	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	5,0
02	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	5,2
03	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	5,4

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 007-21/LEMS W&C  
 Solicitante : MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
 Proyecto / Obra : Tesis: "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : Miércoles, 07 de abril del 2021.

Código : 399.604 : 2002  
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillo usados en albañilería de concreto.  
 Ensayo **Absorción**

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra.	ABSORCIÓN (%)
01	BLOQUE DE CONCRETO - 20% DE CAUCHO	4,9
02	BLOQUE DE CONCRETO - 20% DE CAUCHO	5,0
03	BLOQUE DE CONCRETO - 20% DE CAUCHO	4,8

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## ANEXO 2.6: Informe de laboratorio: Propiedades mecánicas de resistencia de bloques, pilas y muretes ( $f^b$ , $f^m$ , $v^m$ )



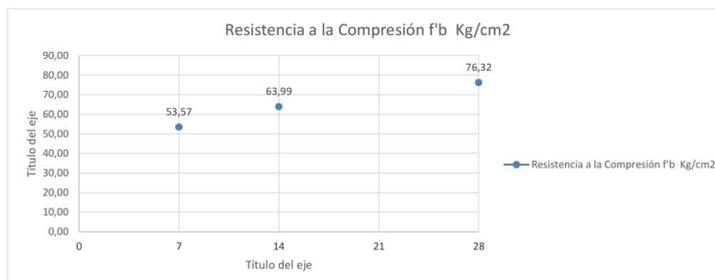
Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Tesista : MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
Proyecto / Obra : Tesis: "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 09, 16 y 30 de marzo del 2021

Código : 399.604 : 2002  
Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.  
Ensayo : Resistencia a la Compresión

Muestra N°	Descripción de la muestra.	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad Días	CARGA (N)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión		Resistencia a la Compresión f <sup>b</sup> Kg/cm <sup>2</sup>
							Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	
01	BLOQUE DE CONCRETO PATRÓN	02/03/2021	09/03/2021	7	252050	479,17	0,53	53,64	53,57
02	BLOQUE DE CONCRETO PATRÓN				256000	482,24	0,53	54,13	
03	BLOQUE DE CONCRETO PATRÓN				253120	480,38	0,53	53,73	
04	BLOQUE DE CONCRETO PATRÓN	02/03/2021	16/03/2021	14	303580	481,01	0,63	64,36	63,99
05	BLOQUE DE CONCRETO PATRÓN				306450	482,75	0,63	64,73	
06	BLOQUE DE CONCRETO PATRÓN				302150	481,52	0,63	63,99	
07	BLOQUE DE CONCRETO PATRÓN	02/03/2021	30/03/2021	28	362940	480,59	0,76	77,01	76,32
08	BLOQUE DE CONCRETO PATRÓN				355260	474,83	0,75	76,29	
09	BLOQUE DE CONCRETO PATRÓN				361550	475,34	0,76	77,56	

(f<sup>b</sup>) Promedio = 76,95 kg/cm<sup>2</sup>  
(Ss) Desviación Estandar = 0,64 kg/cm<sup>2</sup>  
(CV) Coeficiente de Variación = 0,01 %  
(f<sup>b</sup>) Característica = 76,32 kg/cm<sup>2</sup>



NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo e identificación y ensayo realizados por el solicitante.

\* Resistencia a la compresión a los 7 días es : 53,57 kg/cm<sup>2</sup>  
\* Resistencia a la compresión a los 14 días es : 63,99 kg/cm<sup>2</sup>  
\* Resistencia a la compresión a los 28 días es : 76,32 kg/cm<sup>2</sup>

**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Tesista : MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
Proyecto / Obra : Tesis: "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 16, 23 de marzo y 06 de abril del 2021.

Código : 399.604 : 2002  
Titulo :  
UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.  
Ensayo : **Resistencia a la Compresión**

Muestra N°	Descripción de la muestra.	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad Días	CARGA (N)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión		Resistencia a la Compresión f <sub>b</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
							Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	
01	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO	09/03/2021	16/03/2021	7	193870	482,05	0,40	41,01	40,17
02	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO				189020	480,27	0,39	40,13	
03	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO				196560	481,01	0,41	41,67	
04	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO	09/03/2021	23/03/2021	14	231250	481,21	0,48	49,00	48,16
05	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO				226760	480,70	0,47	48,10	
06	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO				229150	478,96	0,48	48,79	
07	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO	09/03/2021	06/04/2021	28	268530	477,61	0,56	57,33	56,78
08	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO				272550	478,94	0,57	58,03	
09	BLOQUE DE CONCRETO - 5% DE CAUCHO				266570	478,41	0,56	56,82	

(f<sub>b</sub>) Promedio = 57,39 kg/cm<sup>2</sup>  
(Ss) Desviación Estandar = 0,61 kg/cm<sup>2</sup>  
(CV) Coeficiente de Variación = 0,01 %  
(f<sub>b</sub>) Característica = 56,78 kg/cm<sup>2</sup>



NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación y ensayo realizados por el solicitante.

\* Resistencia a la compresión a los 7 días es : 40,17 kg/cm<sup>2</sup>  
\* Resistencia a la compresión a los 14 días es : 48,16 kg/cm<sup>2</sup>  
\* Resistencia a la compresión a los 28 días es : 56,78 kg/cm<sup>2</sup>



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Ángel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Tesista : MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
Proyecto / Obra : Tesis: "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 17, 24 de marzo y 07 de abril del 2021.

Código : 399.604 : 2002  
Titulo :  
UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.  
Ensayo : **Resistencia a la Compresión**

Muestra N°	Descripción de la muestra.	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad Días	CARGA (N)	ÁREA (cm²)	Resistencia a la Compresión		Resistencia a la Compresión f'c Kg/cm²
							Mpa	Kg/cm²	
01	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	10/03/2021	17/03/2021	7	165240	481,19	0,34	35,02	34,59
02	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO				171300	481,20	0,36	36,30	
03	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO				164380	481,02	0,34	34,85	
04	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	10/03/2021	24/03/2021	14	200050	479,95	0,42	42,50	42,00
05	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO				198150	480,52	0,41	42,05	
06	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO				203800	480,65	0,42	43,24	
07	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO	10/03/2021	07/04/2021	28	245570	479,44	0,51	52,23	50,49
08	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO				239650	479,43	0,50	50,97	
09	BLOQUE DE CONCRETO - 10% DE CAUCHO				238160	478,87	0,50	50,71	

(fb) Promedio = 51,30 kg/cm2  
(Se) Desviación Estandar = 0,81 kg/cm2  
(CV) Coeficiente de Variación = 0,02 %  
(fb) Característica = 50,49 kg/cm2



NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación y ensayo realizados por el solicitante.

\* Resistencia a la compresión a los 7 días es : 34,59 kg/cm2  
\* Resistencia a la compresión a los 14 días es : 42,00 kg/cm2  
\* Resistencia a la compresión a los 28 días es : 50,49 kg/cm2



**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 246904

Tesista : MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
Proyecto / Obra : Tesis: "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 19, 26 de marzo y 09 de abril del 2021.

Código : 399.604 : 2002  
Titulo :  
UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.  
Ensayo : **Resistencia a la Compresión**

Muestra N°	Descripción de la muestra.	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad Días	CARGA (N)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión		Resistencia a la Compresión f <sub>b</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
							Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	
01	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	12/03/2021	19/03/2021	7	141850	481,88	0,29	30,02	29,10
02	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO				139970	481,03	0,29	29,67	
03	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO				136830	480,03	0,29	29,07	
04	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	12/03/2021	26/03/2021	14	175950	482,55	0,36	37,18	36,63
05	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO				173890	481,71	0,36	36,81	
06	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO				180530	479,43	0,38	38,40	
07	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	12/03/2021	09/04/2021	28	196340	479,10	0,41	41,79	41,84
08	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO				202620	479,74	0,42	43,07	
09	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO				200130	479,14	0,42	42,59	

(fb) Promedio = 42,48 kg/cm<sup>2</sup>  
(Se) Desviación Estandar = 0,65 kg/cm<sup>2</sup>  
(CV) Coeficiente de Variación = 0,02 %  
(fb) Característica = 41,84 kg/cm<sup>2</sup>



NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.  
OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación y ensayo realizados por el solicitante.

\* Resistencia a la compresión a los 7 días es : 29,10 kg/cm<sup>2</sup>  
\* Resistencia a la compresión a los 14 días es : 36,63 kg/cm<sup>2</sup>  
\* Resistencia a la compresión a los 28 días es : 41,84 kg/cm<sup>2</sup>



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Tesista : MARCO JUNIOR BAYONA REYES  
Proyecto / Obra : Tesis: "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 20, 27 de marzo y 10 de abril del 2021.

Código : 399.604 : 2002  
Titulo :  
UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.  
Ensayo : **Resistencia a la Compresión**

Muestra N°	Descripción de la muestra.	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad Días	CARGA (N)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión		Resistencia a la Compresión f <sub>b</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
							Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	
01	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	13/03/2021	20/03/2021	7	116150	482,87	0,24	24,53	23,96
02	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO				112850	480,27	0,23	23,96	
03	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO				114450	481,36	0,24	24,24	
04	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	13/03/2021	27/03/2021	14	140900	478,18	0,29	30,05	30,07
05	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO				147260	481,95	0,31	31,16	
06	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO				153750	488,53	0,31	32,09	
07	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO	13/03/2021	10/04/2021	28	165140	481,79	0,34	34,95	34,91
08	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO				168240	483,04	0,35	35,52	
09	BLOQUE DE CONCRETO - 15% DE CAUCHO				171250	481,01	0,36	36,30	

(fb) Promedio = 35,59 kg/cm<sup>2</sup>  
(Se) Desviación Estandar = 0,68 kg/cm<sup>2</sup>  
(CV) Coeficiente de Variación = 0,02 %  
(fb) Característica = 34,91 kg/cm<sup>2</sup>



NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.  
OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación y ensayo realizados por el solicitante.

\* Resistencia a la compresión a los 7 días es : 23,96 kg/cm<sup>2</sup>  
\* Resistencia a la compresión a los 14 días es : 30,07 kg/cm<sup>2</sup>  
\* Resistencia a la compresión a los 28 días es : 34,91 kg/cm<sup>2</sup>



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Resistencia a la compresión de pilas de albañilería (f'm)


  
 Prolongación Bolognesi Km. 3,5  
 Chiclayo – Lambayeque  
 R.U.C. 20480781334  
 Email: servicios@lemswceirl.com

**LEMS W&C EIRL**  
 RNP Servicios S0608589

Tesis : BAYONA REYES, MARCO JUNIOR  
 Proyecto / Obra : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ECOLOGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 27 de abril del 2021.  
 Código : N.T.P. 399.605  
 Título : UNIDADES DE ALBANILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
 Ensayo : Resistencia a la compresión de prismas de albañilería f'm

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Edad (Días)	Dimensiones			Área (mm <sup>2</sup> )	Relación (hp/tp)	Carga (N)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Factor Correc.	f'm (Mpa)	Resistencia a la compresión f'm (Mpa)
			lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)							
01	Prisma - Patrón	28	393,00	122,00	394,88	47946	3,24	387470,0	8,08	1,089	8,80	8,71
02	Prisma - Patrón	28	392,00	121,00	394,93	47432	3,26	378780,0	7,99	1,091	8,71	
03	Prisma - Patrón	28	393,00	122,00	395,00	47946	3,24	384720,0	8,02	1,089	8,74	

(f'm) Promedio = 8,75 MPa  
 (Ss) Desviación Estándar = 0,04 MPa  
 (CV) Coeficiente de Variaci = 0,01 %  
 (fb) Característica = 8,71 MPa

Observaciones:  
 -lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma  
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Tesis : BAYONA REYES, MARCO JUNIOR  
Proyecto / Obra : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 27 de abril del 2021.

Código : N.I.P. 399.605  
Título : UNIDADES DE ALBANILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
Ensayo : Resistencia a la compresión de prismas de albañilería f<sub>m</sub>

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Edad (Días)	Dimensiones			Área (mm <sup>2</sup> )	Relación (hp/tp)	Carga (N)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>m</sub> (Mpa)	Resistencia a la compresión f <sub>m</sub> (Mpa)
			lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)							
01	Prisma -5% caucho	28	392,00	121,00	385,00	47432	3,26	280770,0	5,92	1,091	6,46	6,37
02	Prisma -5% caucho	28	392,00	121,00	386,00	47432	3,27	276780,0	5,84	1,092	6,37	
03	Prisma -5% caucho	28	392,00	121,00	386,00	47432	3,27	285100,0	6,01	1,092	6,56	

(f<sub>m</sub>) Promedio = 6,46 MPa  
(Ss) Desviación Estándar = 0,10 MPa  
(CV) Coeficiente de Variaci = 0,01 %  
(f<sub>b</sub>) Característica = 6,37 MPa

**Observaciones:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Tesisista : BAYONA REYES, MARCO JUNIOR  
Proyecto / Obra : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 27 de abril del 2021.

Código : N.T.P. 399.605  
Título : UNIDADES DE ALBANILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
Ensayo : Resistencia a la compresión de prismas de albañilería f'm

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Edad (Días)	Dimensiones			Área (mm <sup>2</sup> )	Relación (hp/tp)	Carga (N)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Factor Correc.	f'm (Mpa)	Resistencia a la compresión f'm (Mpa)
			lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)							
01	Prisma - 10% caucho	28	392,00	122,00	395,00	47824	3,24	233870,0	4,89	1,089	5,33	5,27
02	Prisma - 10% caucho	28	393,00	121,50	395,00	47750	3,25	239680,0	5,02	1,090	5,47	
03	Prisma - 10% caucho	28	393,00	121,00	396,00	47553	3,27	230620,0	4,85	1,092	5,30	

(f'm) Promedio = 5,36 MPa  
(Ss) Desviación Estandar = 0,09 MPa  
(CV) Coeficiente de Variaci = 0,02 %  
(fb) Característica = 5,27 MPa

**Observaciones:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma  
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Tesista : BAYONA REYES, MARCO JUNIOR  
Proyecto / Obra : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 27 de abril del 2021.

Código : N.T.P. - 399.605  
Título : UNIDADES DE ALBANILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albanilería.  
Ensayo : Resistencia a la compresión de prismas de albanilería f'm

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Edad (Días)	Dimensiones			Área (mm <sup>2</sup> )	Relación (hp/tp)	Carga (N)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Factor Correc.	f'm (Mpa)	Resistencia a la compresión f'm (Mpa)
			lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)							
01	Prisma - 15% caucho	28	393,00	123,00	394,00	48339	3,20	204530,0	4,23	1,086	4,60	
02	Prisma - 15% caucho	28	393,00	122,00	395,00	47946	3,24	196030,0	4,09	1,089	4,45	4,46
03	Prisma - 15% caucho	28	393,00	123,00	395,00	48339	3,21	203950,0	4,22	1,087	4,59	

(f'm) Promedio = 4,54 MPa  
(Ss) Desviación Estandar = 0,08 MPa  
(CV) Coeficiente de Variaci = 0,02 %  
(fb) Característica = 4,46 MPa

**Observaciones:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Tesista : BAYONA REYES, MARCO JUNIOR  
Proyecto / Obra : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 27 de abril del 2021.

Código : N.T.P. - 399.605  
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
Ensayo : Resistencia a la compresión de prismas de albañilería f'm

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Edad (Días)	Dimensiones			Área (mm <sup>2</sup> )	Relación (hp/tp)	Carga (N)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Factor Correc.	f'm (Mpa)	Resistencia a la compresión f'm (Mpa)
			lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)							
01	Prisma - 20% caucho	28	393,00	123,00	394,00	48339	3,20	165710,0	3,43	1,086	3,72	3,56
02	Prisma - 20% caucho	28	393,00	123,00	395,50	48339	3,22	160110,0	3,31	1,087	3,60	
03	Prisma - 20% caucho	28	392,00	123,00	394,50	48216	3,21	159180,0	3,30	1,087	3,59	

(f'm) Promedio = 3,64 MPa  
(Ss) Desviación Estandar = 0,08 MPa  
(CV) Coeficiente de Variaci = 0,02 %  
(fb) Característica = 3,56 MPa

**Observaciones:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma  
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

## Resistencia a la compresión de muretes de albañilería (v'm)



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Tesista : BAYONA REYES, MARCO JUNIOR  
 Proyecto / Obra : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 27 de abril del 2021.

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm2)	Vm (Mpa)
01	Murete - Patrón	30/03/2021	27/04/2021	28	801	805	122	97612	132435	0,96	9,78	0,93 MPa
02	Murete - Patrón	30/03/2021	27/04/2021	28	799	808	122	97717	138321	1,00	10,20	
03	Murete - Patrón	30/03/2021	27/04/2021	28	799	805	122	97413	128511	0,93	9,51	

(fm) Promedio = 0,96 MPa  
 (Ss) Desviación Estandar = 0,03 MPa  
 (CV) Coeficiente de Variación = 0,04 %  
 (Vm) Característica = 0,93 MPa

### OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante, muretes de 80 x 80 x 12 cm.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Tesista : BAYONA REYES, MARCO JUNIOR  
 Proyecto / Obra : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 27 de abril del 2021.

Ensayo :  
 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )	Vm (Mpa)
01	Murete - 5% caucho	30/03/2021	27/04/2021	28	798	809	121	97540	118701	0,86	8,77	0,78 MPa
02	Murete - 5% caucho	30/03/2021	27/04/2021	28	798	805	121	96997	111834	0,82	8,31	
03	Murete - 5% caucho	30/03/2021	27/04/2021	28	796	806	122	97976	107910	0,78	7,94	

(f<sub>m</sub>) Promedio = 0,82 MPa  
 (S<sub>s</sub>) Desviación Estandar = 0,04 MPa  
 (CV) Coeficiente de Variació = 0,05 %  
 (f<sub>b</sub>) Característica = 0,78 MPa

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante, muretes de 80 x 80 x 12 cm.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Tesista : BAYONA REYES, MARCO JUNIOR  
 Proyecto / Obra : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 27 de abril del 2021.

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )	V'm (Mpa)
01	Murete - 10% caucho	30/03/2021	27/04/2021	28	802	805	122	97927	103005	0,74	7,58	0,70 MPa
02	Murete - 10% caucho	30/03/2021	27/04/2021	28	799	806	122	97884	96629	0,70	7,12	
03	Murete - 10% caucho	30/03/2021	27/04/2021	28	796	810	122	98121	105948	0,76	7,78	

(fm) Promedio = 0,73 MPa  
 (Ss) Desviación Estandar = 0,03 MPa  
 (CV) Coeficiente de Variación = 0,05 %  
 (fb) Característica = 0,70 MPa

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante, muretes de 80 x 80 x 12 cm.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON CLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Tesista : BAYONA REYES, MARCO JUNIOR  
 Proyecto / Obra : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 27 de abril del 2021.

Ensayo :  
 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm2)	Vm (Mpa)
01	Murete - 15% caucho	30/03/2021	27/04/2021	28	797	809	121	97404	79461	0,58	5,88	0,58 MPa
02	Murete - 15% caucho	30/03/2021	27/04/2021	28	800	805	121	96740	89271	0,65	6,65	
03	Murete - 15% caucho	30/03/2021	27/04/2021	28	797	805	123	98119	87309	0,63	6,41	

(fm) Promedio = 0,62 MPa  
 (Ss) Desviación Estandar = 0,04 MPa  
 (CV) Coeficiente de Variación = 0,06 %  
 (fb) Característica = 0,58 MPa

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Tesista : BAYONA REYES, MARCO JUNIOR  
 Proyecto / Obra : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 27 de abril del 2021.

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	V'm (kg/cm2)	V'm (Mpa)
01	Murete - 20% caucho	30/03/2021	27/04/2021	28	800	808	121	96907	77499	0,57	5,77	0,46 MPa
02	Murete - 20% caucho	30/03/2021	27/04/2021	28	799	810	123	98490	68670	0,49	5,03	
03	Murete - 20% caucho	30/03/2021	27/04/2021	28	797	805	122	97831	65727	0,47	4,84	

(fm) Promedio = 0,51 MPa  
 (Ss) Desviación Estandar = 0,05 MPa  
 (CV) Coeficiente de Variación = 0,09 %  
 (fb) Característica = 0,46 MPa

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Tesista : BAYONA REYES, MARCO JUNIOR  
 Proyecto / Obra : Tesis "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS HECHO A BASE DE CONCRETO Y CAUCHO PULVERIZADO".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 27 de abril del 2021.  
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	V <sub>m</sub> (Mpa)	V <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar	Coefficiente Variación	V <sub>m</sub> (Mpa)
M - 01	Murete - Patrón	30/03/2021	27/04/2021	28	801	805	122	97612	132435	0,96	9,78	0,03	0,04	0,93 MPa
M - 02					799	808	122	97717	138321	1,00	10,20			
M - 03					799	805	122	97413	128511	0,93	9,51			
M - 04	Murete - 5% caucho	30/03/2021	27/04/2021	28	798	809	121	97540	118701	0,86	8,77	0,04	0,05	0,78 MPa
M - 05					798	805	121	96997	111834	0,82	8,31			
M - 06					796	806	122	97976	107910	0,78	7,94			
M - 07	Murete - 10% caucho	30/03/2021	27/04/2021	28	802	805	122	97927	103005	0,74	7,58	0,03	0,05	0,70 MPa
M - 08					799	806	122	97884	96629	0,70	7,12			
M - 09					796	810	122	98121	105948	0,76	7,78			
M - 10	Murete - 15% caucho	30/03/2021	27/04/2021	28	797	809	121	97404	79461	0,58	5,88	0,04	0,06	0,58 MPa
M - 11					800	805	121	96740	89271	0,65	6,65			
M - 12					797	805	123	98119	87309	0,63	6,41			
M - 13	Murete - 20% caucho	30/03/2021	27/04/2021	28	800	808	121	96907	77499	0,57	5,77	0,05	0,09	0,46 MPa
M - 14					799	810	123	98490	68670	0,49	5,03			
M - 15					797	805	122	97831	65727	0,47	4,84			

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON CLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

### **ANEXO III. PANEL FOTGRÁFICO**

## Fotografías de ensayos realizados



Proceso de elaboración: Preparación de la mezcla, vaciado en el molde y desmolde de bloques

### Anexo 3.1. Muestra sometida a ensayos físicos



Ensayo de variación dimensional y alabeo



Muestras puestas en horno a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  de temperatura



Ensayo de Succión a bloques de concreto

Anexo 3.2. Muestra sometida a ensayos mecánicos de compresión



Refrentado de las superficies de los bloques con una mezcla de (cemento – yeso)



Ensayo de compresión de pilas, presenta una falla de tipo vertical

### Anexo 3.3. Elaboración de muretes de albañilería



Curado de muretes con agua

### Anexo 3.4. Compresión diagonal de muretes de albañilería



Tipo de falla presentado en las muestras fue de grieta diagonal