

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“BLOQUES ECOLÓGICOS ELABORADOS CON TARROS DESECHABLES DE HOJALATA PARA SER EMPLEADOS EN UNA LOSA UNIDIRECCIONAL CON ESPESOR 0.17 METROS, DEL CENTRO POBLADO RINCONADA DEL BOSQUE, LURIGANCHO - CHOSICA, 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

**Autor:**

Bach. Adan Vasquez Leon

**Asesor:**

Mg. Ing. Gerson Elias Vega Rivera

Lima - Perú

2021



## **DEDICATORIA**

A mi Padres, los pilares fundamentales en mi vida  
y su apoyo anímico durante la coyuntura actual  
2020.

## AGRADECIMIENTO

Doy gracias a los docentes por el tiempo y atención brindada durante el desarrollo de la investigación y compañeros por la interacción de conocimientos en las distintas asesorías.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>Índice de tablas.....</b>	<b>5</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>6</b>
<b>Índice de ecuaciones.....</b>	<b>8</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>9</b>
<b>Capítulo I. Introducción .....</b>	<b>10</b>
1.1. Realidad problemática .....	10
1.2. Formulación del problema.....	16
1.3. Justificación .....	16
1.4. Limitaciones del estudio .....	17
1.5. Objetivos.....	17
1.6. Hipótesis .....	18
<b>Capítulo II. Metodología .....</b>	<b>20</b>
2.1. Tipo y Diseño de investigación .....	20
2.2. Población y muestra: .....	21
2.3. Variables:.....	21
2.4. Materiales, instrumentos y análisis de datos .....	21
<b>Capítulo III. Resultados .....</b>	<b>71</b>
<b>Capítulo IV. Discusión y conclusiones .....</b>	<b>77</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>88</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Pesos de losas unidireccionales según espesor.	29
<b>Tabla 2.</b> Dimensiones de ladrillos de arcilla.	29
<b>Tabla 3.</b> Dimensiones de bloques para losas	37
<b>Tabla 4.</b> Materiales para bloques	40
<b>Tabla 5.</b> Medición de ancho(A), longitud (L) y altura (H).	57
<b>Tabla 6.</b> Registro de masa de especímenes.	58
<b>Tabla 7.</b> Determinación de la masa, volumen y densidad de los especímenes.	58
<b>Tabla 8.</b> Registro de concavidad y convexidad en los especímenes.	61
<b>Tabla 9.</b> Registro de carga máxima en el equipo y módulo de rotura (flexión).	63
<b>Tabla 10.</b> Registro de carga máxima en el equipo y resistencia a compresión.	66
<b>Tabla 11.</b> Ficha técnica de bloque ecológicos elaborados con tarros de hojalata	67
<b>Tabla 12.</b> Costo del bloque ecológico.	68
<b>Tabla 13.</b> Costo de ladrillos de arcilla hueco 12 liso convencionales.	70
<b>Tabla 14.</b> Criterio de selección de tarros de hojalata.	71
<b>Tabla 15.</b> Comparativo de propiedades físicas – mecánicas de bloque ecológico y ladrillo convencional de arcilla.	75
<b>Tabla 16.</b> Comparativo de costo por unidad de bloque ecológico y ladrillo convencional	76

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Tipos de envases de hojalata en el mercado nacional.	25
<b>Figura 2.</b> Envase tipo tarro.	26
<b>Figura 3.</b> Cadena de gestión de recuperación de envases.	27
<b>Figura 4.</b> Sección de losa unidireccional.	28
<b>Figura 5.</b> Tarros desechables seleccionados.	30
<b>Figura 6.</b> Variedad de tarros desechables de hojalata.	30
<b>Figura 7.</b> Dimensión de tarros desechables de hojalata.	31
<b>Figura 8.</b> Sección de bloque ecológico y tarros desechables de hojalata.	32
<b>Figura 9.</b> Tarro desechable en estado físico óptimo.	32
<b>Figura 10.</b> Limpieza de tarro desechable de hojalata.	33
<b>Figura 11.</b> Lavado de tarro desechable de hojalata.	33
<b>Figura 12.</b> Secado de tarro desechable de hojalata.	34
<b>Figura 13.</b> Tarros desechables de hojalata.	34
<b>Figura 14.</b> Flujograma de selección características de tarros de hojalata.	35
<b>Figura 15.</b> Tipo de ladrillo PET.	39
<b>Figura 16.</b> Diseño del bloque.	42
<b>Figura 17.</b> Molde metálico diseñado.	43
<b>Figura 18.</b> Preparación del molde.	44
<b>Figura 19.</b> Disposición de los tarros en el molde.	44
<b>Figura 20.</b> Pesaje del cemento Portland tipo 1.	45
<b>Figura 21.</b> Pesaje del aserrín (astillas y virutas).	45
<b>Figura 22.</b> Agua potable para la mezcla.	46
<b>Figura 23.</b> Vaciado de la mezcla, Izquierda conformación de base y Derecha chuzadas de mezcla en intersticios de tarros desechables de hojalata.	46
<b>Figura 241.</b> Nivelado y alisado de bloque.	47
<b>Figura 252.</b> Tapado del molde.	47
<b>Figura 263.</b> Bloque ecológico terminado.	48
<b>Figura 27.</b> Presentación final del bloque ecológico	49
<b>Figura 28.</b> Flujograma del proceso de la elaboración de bloques ecológicos con tarros desechables de hojalata para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros.	50

<b>Figura 29.</b> Medida de alabeo.	53
<b>Figura 30.</b> Ensayo de módulo de rotura.	55
<b>Figura 31.</b> Medición de ancho(A) y longitud (L).	59
<b>Figura 32.</b> Medición de altura (H).	56
<b>Figura 33.</b> Registro de masas de especímenes.	57
<b>Figura 34.</b> Inspección de superficies cóncavos.	59
<b>Figura 35.</b> Inspección de bordes cóncavos.	59
<b>Figura 36.</b> Inspección de superficies convexos.	60
<b>Figura 37.</b> Inspección de bordes convexos.	60
<b>Figura 38.</b> Especímenes E-1 y E - 2 antes de ensayo de módulo de rotura (flexión).	62
<b>Figura 39.</b> Especímenes E-1 y E -2 posterior a ensayo de módulo de rotura (flexión).	62
<b>Figura 40.</b> Especímenes E-1 y E -2 retirados de la máquina de módulo de rotura.	63
<b>Figura 41.</b> Refrendado de especímenes E-3 y E -4.	64
<b>Figura 42.</b> Especímenes E-3 y E -4 antes de ensayo de compresión.	64
<b>Figura 43.</b> Especímenes E-3 y E -4 posterior al ensayo de compresión.	65
<b>Figura 44.</b> Especímenes E-3 y E -4 retirados de la máquina de compresión.	65
<b>Figura 45.</b> Ficha técnica de ladrillo de arcilla hueco 12 liso.	69
<b>Figura 46.</b> Determinación de dimensiones e inspección de estado físico del tarro.	73
<b>Figura 47.</b> Bloque ecológico: A, concepción teórica; B, espécimen elaborado.	74
<b>Figura 48.</b> Detalle de bloque ecológico en losa aligerada.	75

## Índice de ecuaciones

<b>Ecuación 1.</b> Densidad del espécimen.	52
<b>Ecuación 2.</b> Resistencia a la compresión del espécimen.	54
<b>Ecuación 3.</b> Módulo de rotura (flexión).	55

## Resumen

La investigación se sustenta en la necesidad de brindar una alternativa de valorización a los residuos metálicos, por lo que se propuso como objetivo elaborar bloques ecológicos a base de tarros desechables de hojalata para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020; para lo cual se utilizó un marco referencial sustentado en fuentes confiables de información; en un estudio de enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y diseño experimental; con cuyo sustento teórico y metodológico, se logró el diseño y elaboración de los prototipos de bloque ecológico de medidas 0.30 x 0.30 x 0.12 m, con una estructura de 13 tarros desechables de hojalata y una mezcla de cemento, aserrín y agua, que sometidos a pruebas de laboratorio arrojan como valor de alabeo de +/- 2 mm, menor que los valores para ladrillos de arcilla, resistencia a la compresión de 8.8 kg/cm<sup>2</sup>, superior que las unidades de ladrillo; y, en flexo tracción el valor resultante es 3.6 kg/cm<sup>2</sup>, superior al del ladrillo de arcilla convencional; con lo cual se concluye que se ha logrado óptimos resultados en las pruebas aplicadas confirmando su factibilidad de uso para una losa unidireccional de 0.17 metros de espesor.

**Palabras clave:** Bloque ecológico, tarros de hojalata, losa unidireccional, alabeo, resistencia a la compresión, flexo-tracción.

## Capítulo I. Introducción

### 1.1. Realidad problemática

El sector de construcción es un gran consumidor de recursos, puesto que muchos de los materiales que se usan son no renovables, esto genera un importante volumen de residuos y son fuente de contaminación del aire y el agua (Piñeros y García, 2009).

La construcción de los edificios, según afirma Alavedra et al. (s.f.) consumen entre el 20 y el 50% de los recursos físicos según su entorno, teniendo especial responsabilidad en el actual deterioro del medio ambiente.

De acuerdo al estudio realizado por el World Resource Institute, señala en el trabajo de Miranda et al. (2018), la construcción a nivel mundial consume más del 40% de la energía de manera directa y el 50% de los materiales producidos, y genera más de 50% de los residuos, entonces, los procesos de fabricación de los materiales de construcción ocasionan un enorme impacto ambiental.

En un estudio sobre reciclaje de envases metálicos, Aballe (2014) considera que Europa, es un importante consumidor de materiales metálicos de aproximadamente 200 millones de toneladas, de los cuales la producción encargada de envases y embalajes representa un porcentaje del 2 al 4 % y el reciclaje de los desechos metálicos representa una actividad importante para diversos tipos de industrias, entre los que se encuentra la construcción.

Es así como nace la construcción sostenible, como una alternativa de solución, que abarca criterios que van desde la elección de los materiales y los procesos productivos, hasta el entorno urbano y su desarrollo. En la investigación, nos enfocamos en la elección de materiales para la construcción sostenible, destacando el uso de materiales reciclables, según Villegas (2012) el reciclaje es una operación compleja que permite la recuperación, transformación y elaboración de materiales a partir de residuos, ya sea total o parcial en la

composición definitiva. Uno de los materiales reciclables que se puede utilizar en construcción son latas desechables, además es uno de los residuos que se generan en grandes cantidades a nivel mundial y nacional.

El Perú es uno de los países donde los procesos de reciclaje es aún incipiente, el Ministerio del Ambiente (2018) considera que hay muchas tareas pendientes en el campo del reciclaje ya que solo el 1.9% del total de residuos sólidos posibles de ser aprovechados logran ser reciclados, a pesar que este proceso de transformación de muchos residuos es alternativa de reutilización para diversos proceso productivos, además de constituir una necesaria opción para la reducción de los acelerados proceso de contaminación del ambiente.

Por tal razón un nuevo uso de envases metálicos por su ligereza, es la materia esencial de muchos de los objetos que se desechan habitualmente en la basura, además, por su cómodo manejo, con un proceso adecuado de reciclaje, se debe convertir en una opción favorable en la construcción de losas empleando bloques de material desechable buscando proporcionar losas aligeradas, en el marco de los proyectos de edificaciones sostenibles.

### ***Antecedentes internacionales***

Domínguez y Guepes (2010) en su investigación "*Fabricación y evaluación de paneles aplicables a la industria de la construcción a partir del reciclaje de envases multicapa (tetra brik)*", señalan que se obtuvieron un material alternativo potencialmente aplicable a la construcción, a partir de envases de Tetra Pak, un residuo sólido urbano abundante. El panel logrado a la fecha es de 20 x 20 x 1 cm debido a las limitaciones del equipo disponible, sin embargo, se pudieron realizar aplicaciones a escala 1:3 en sustitución de paneles de yeso. Durante la fabricación de las aplicaciones se observaron las características cualitativas y cuantitativas del material como son resistencia al impacto,

mecanizado y flexión. Esta última cualidad llamó especialmente la atención, pues el material presenta una falla dúctil, contraria a lo que sucede con el panel de yeso que tiene una falla frágil. Estas cualidades facilitarían la aceptación de este material por la comunidad constructora y las autoridades.

Igualmente, Prieto (2014) en su trabajo de investigación "*Panel prefabricado de hormigón aliviano a base de papel periódico y cartón reciclado, destinado a vivienda de interés social*", manifiesta que elaboración del panel de hormigón alivianado con material reciclado (cartón y papel periódico), se ha reciclado (cartón y papel periódico), se ha llegado a determinar que, podrá brindar excelentes características físicas, tanto en lo térmico como en lo acústico, además que al seguir las normas INEN establecidas en Ecuador, se logró un producto final adecuado para ser comercializado y usado en la construcción de viviendas.

Los investigadores Romero y Ahumada (2014) en su trabajo de investigación "*Desarrollo autosostenible de la implementación de la construcción de la escuela "Porvenir" con la utilización de material reciclable*", señalan que realizaron una investigación con el empleo de plásticos PET, los primeros indican que los nuevos elementos constructivos desarrollados utilizando PET reciclado son una alternativa posible para la ejecución de construcciones, más ecológica, más económica, más liviana y de mejor aislación térmica, que la mampostería de ladrillos comunes que se utilizan tradicionalmente en nuestra región; con una resistencia mecánica similar.

### ***Antecedentes nacionales***

En una investigación realizado por Mujica (2004) titulada "*Bloques aligerados de papel reciclado*" indica el resultado de esta parte fue la obtención de un material especie de "sándwich", consistente en papel comprimido con yeso dotado de una capa

impermeabilizante en sus superficies. Luego, fueron elaborados bloques de prueba para ser sometidos a ensayo de flexión para determinar su aptitud técnica y poder compararlos con los tradicionales bloques de arcilla. Entonces se afirma que el bloque aligerado de papel reciclado podría constituir una alternativa atractiva, pues su utilización significaría un ahorro cuantioso en los gastos de construcción de la edificación en su conjunto.

Asimismo, Reyna (2016) en su tesis de investigación "*Reutilización de plástico pet, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo*", concluye que logro determinar que los resultados de reutilizar los residuos plásticos PET, papel y bagazo de caña de azúcar como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo, quedando demostrado que, si se pueden reutilizar estos residuos, en los porcentajes propuestos (5%, 10%, 20%) para reemplazar los áridos del concreto.

En una investigación realizado por Arrascue y Cano (2017) titulada "*Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la fabricación de ladrillos vibrocompactado de cemento*", señala que conforme a los ensayos de resistencia a la compresión, se encontró que la adición del PET en porcentaje al peso del cemento, no fue favorable en los ladrillos con el 35% (40 kg/cm<sup>2</sup>), 45% (45 kg/cm<sup>2</sup>) y 100% (35 kg/cm<sup>2</sup>), pues sus resistencias a la compresión fueron menores a la del ladrillo patrón (68 kg/cm<sup>2</sup>) y no cumplían con lo establecido en la norma E-070 del RNE, en tanto que los ladrillos con el 55% (57 kg/cm<sup>2</sup>) si cumplen con la resistencia mínima para el ladrillo tipo I.

### ***Antecedentes locales***

Se tiene el estudio de Altamirano et al (2017) en la investigación "*Ladrillos ecológicos con material reciclado PET*", donde se evalúa la viabilidad para producir ladrillos

con el uso de plástico reciclado en Lima Metropolitana; la materia prima utilizada en la producción del ladrillo fue el cemento, agua y plástico polietileno-tereftalato (PET) en dimensiones de 30 cm de largo, 12.5 cm de ancho y 10 cm de alto que tiene como resultante un ladrillo de 900 gramos de peso. Los autores lo consideran como un producto ecológico e innovador que ha logrado contar con la aceptación del público objetivo, lo cual ha contribuido con la realización de un profundo análisis tanto a nivel cualitativo como cuantitativo con el propósito de ejecutar un estudio de mercado que le permita atención a la demanda insatisfecha. Este estudio de mercado ha permitido establecer que el ladrillo es considerado muy rentable ya que permite la recuperación de la inversión en el periodo de 26 meses.

Otro estudio local es el de Olivera (2016) en su investigación "*Diseño de una red de recolección de botellas PET en Lima2*", donde considera que a partir del reciclado del PET se pueden elaborar diversos productos; entre los de construcción se pueden elaborar tanques de agua, tuberías, conexiones, grifos, láminas para techos, piscinas, acabados, lavabos, ladrillos; siendo mucho más factible su uso considerando que en el país se genera una gran cantidad de botellas para el consumo humano que posibilita los procesos de reciclaje. El estudio concluye que la proyección de la demanda tiene niveles conservadores, se prevé crecer 2% en el primer año, además se propone la captación en el primer año no menos del 10% la oferta actual de residuos sólidos de PET teniendo en cuenta que el 40% de los desechos reciclables no logran ser recuperados y esa cuota de mercado es la que se pretende alcanzar para el año 2021.

Por todo lo mencionado en líneas anteriores, las investigaciones citadas como antecedentes internacionales y nacionales, evidencian la empleabilidad de los materiales reciclables (papeles, cartón, tetra pak, plásticos PET y entre otros) y sus aplicaciones en la fabricación de elementos constructivos como ladrillos, bloques y otros, cumpliendo los

marcos normativos de edificaciones. Esta investigación consiste en la fabricación de bloques ecológicos elaborados con tarros desechables (como material reciclable) de hojalata para la losa unidireccional con espesor 0.17 metros, como alternativa al uso de ladrillos de arcilla que es de uso convencional en el sector constructivo, en el centro poblado Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020.

### *Definiciones conceptuales*

#### **Bloques ecológicos**

Los denominados bloques ecológicos, son aquellos que son fabricados utilizando diversos tipos de materiales de residuos que poseen características no contaminantes, permitiéndoles además servir como aislante térmico, acústico e incluso en ciertos casos como antisísmico (Leiva y Reyes, 2017).

#### **Tarros desechables**

Envases de uso comercial constituido de metales como material predominante, generalmente compuestos de aleaciones y no de metal puro, elaborados mediante un proceso termomecánico, que implica sucesivos tratamientos térmicos y deformaciones, sea en frío o en caliente, que dan origen al producto final para su uso (Aballe, 2014).

#### **Losa unidireccional**

Una losa representa un sistema constructivo estructural horizontal que soporta de forma directa las cargas verticales, producidas por el peso de los elementos y por el uso y ocupación del edificio, conduciéndolas al sistema vertical de soporte estructural seleccionado para la edificación. Cuando esta losa se apoya solamente en dos lados se considera que la losa es unidireccional y las cargas que soporta van en sentido perpendicular a las vigas o muros de apoyo (Giraldo, 2003).

## 1.2. Formulación del problema

### Pregunta general

¿Cómo elaborar bloques ecológicos de tarros desechables de hojalata para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020?

### Preguntas específicas

PE1: ¿Qué características deben tener los tarros desechables de hojalata para ser procesados y empleados en la elaboración de bloques ecológicos para una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020?

PE2: ¿Qué proceso se debe seguir en la elaboración de bloques ecológicos con tarros desechables de hojalata para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020?

PE3: ¿Cuáles son las propiedades físicas - mecánicas y costo de los bloques ecológicos elaborados con tarros desechables de hojalata con respecto al bloque convencional para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado de Rinconada del Bosque, Lurigancho – Chosica 2020?

## 1.3. Justificación

Una de las prioridades en la época que se vive en la actualidad, es la búsqueda de alternativas de tecnologías para preservar el medio ambiente, dentro de ello, los procesos de

reciclaje tienen gran preponderancia; por ello la presente investigación se considera de vital importancia práctica y social ya que presenta una alternativa constructiva con el uso de materiales en desuso (tarros desechables de hojalata) que necesitan de proceso de reciclaje para que su acumulación no constituya una agresión al ambiente.

#### **1.4. Limitaciones del estudio**

Se presentaron tres limitaciones de carácter metodológicas en la investigación, la primera limitación registrada fue el tamaño de la muestra, al tratarse de recolección y reciclaje de la materia prima (tarros de hojalata) se tuvo que delimitar un área mínima de recolección y acopio debido a la coyuntura sanitaria actual (pandemia de la COVID 2019) como consecuencia se elaboraron bloques ecológicos mínimos según la norma. La segunda limitación registrada fue la falta de estudios previos de investigación, al tratarse de una investigación experimental sobre creación de un nuevo elemento constructivo ecológico, no se registran antecedentes similares y como tercera limitación encontramos los accesos restringidos a los laboratorios de la universidad por temas mencionados anteriormente.

#### **1.5. Objetivos**

##### **Objetivo general**

Elaboración de bloques ecológicos de tarros desechables de hojalata para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020.

##### **Objetivos específicos**

OE1: Determinar las características que deben tener los tarros desechables de hojalata para ser procesados y empleados en la elaboración de bloques ecológicos para

una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado

Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020.

OE2: Determinar el proceso que se debe seguir en la elaboración de bloques ecológicos con tarros desechables de hojalata para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020.

OE3: Determinar las propiedades físicas - mecánicas y costo de los bloques ecológicos elaborados con tarros desechables de hojalata con respecto al bloque convencional para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado de Rinconada del Bosque, Lurigancho – Chosica 2020.

## 1.6. Hipótesis

### Hipótesis general

Los bloques ecológicos elaborados a base de tarros desechables de hojalata podrán ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020.

### Hipótesis específicas

HE1 Las características que deben tener los tarros desechables de hojalata para ser procesados y empleados ayudaran en la elaboración de bloques ecológicos para una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020.

- HE2: El proceso que se debe seguir en la elaboración de bloques ecológicos con tarros desechables de hojalata será el más apropiado para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020.
- HE3: Las propiedades físicas - mecánicas y costo de los bloques ecológicos elaborados con tarros desechables de hojalata serán favorables con respecto al bloque convencional para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado de Rinconada del Bosque, Lurigancho – Chosica 2020.

## Capítulo II. Metodología

### 2.1. Tipo y Diseño de investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo, según Hernández, Fernández y Baptista (2014) "el enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías" (p. 15).

En consecuencia, las variables de la indagación fueron medidas con instrumentos de tipo cuantitativo y analizadas con criterio técnico y normativo para establecer resultados y probar la hipótesis o rechazarla con el fin de proponer otras alternativas de indagación.

#### 2.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, según Carlessi y Reyes (2017) "la investigación aplicada busca conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar; le preocupa la aplicación inmediata sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de un conocimiento de valor universal" (p. 45).

#### 2.1.2. Diseño de investigación:

El diseño de la investigación es de tipo experimental con pos prueba únicamente y grupos de control, que según Hernández et al (2014) "incluye dos grupos: uno recibe el tratamiento experimental y el otro no (grupo de control)" (p. 142); para el caso de la investigación se utiliza un grupo control, según el siguiente diagrama.

$$G_1 \longrightarrow X \longrightarrow O_1$$
$$G_2 \longrightarrow O_2$$

Donde:

$G_1$  = Grupo experimental representado por un bloque ecológico.

$G_2$  = Grupo control representado por un ladrillo de arcilla.

X = Aplicación de tarros desechables.

$O_1, O_2$ , = Observaciones de propiedades y resistencia.

## 2.2. Población y muestra:

Para esta investigación el número de población es igual a la cantidad de rendimiento establecido. La muestra está conformada por seis especímenes, según la norma NTP 399.604:2015, establece que se seleccionarán 6 especímenes cada lote de 10 000 unidades o menos y 12 especímenes cuando sea mayores a 10 000 unidades.

- a) **Población:** 180 bloques ecológicos elaborados con tarros desechables de hojalata.
- b) **Muestra :** 6 bloques ecológicos elaborados con tarros desechables de hojalata.

## 2.3. Variables:

- c) **Variable independiente** : Tarros desechables de hojalata.
- d) **Variable dependiente** : Bloques ecológicos.

## 2.4. Materiales, instrumentos y análisis de datos

### 2.4.1. Materiales e insumos:

- Tarros de hojalata.

- Aserrín.
- Cemento portland tipo I.
- Agua.
- Herramientas manuales.
- Cintas masking tape de ½”.

#### **2.4.2. Instrumentos**

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Probeta de 500 ml.
- Vernier.
- Herramientas manuales.
- Molde metálico de dimensiones interiores (30\*30\*12) cm.

#### **2.4.3. Equipos de protección personal**

- Guantes
- Mandil
- Mascarilla
- Lentes
- Casco
- Botas de seguridad.

#### **2.4.4. Análisis de datos**

El método de ensayo se aplica para permitir el conocimiento de las propiedades físicas del bloque ecológico. Los ensayos a realizarse serán para determinar la variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión y peso específico.

Los datos encontrados como producto de las pruebas aplicadas al bloque ecológico tienen un procesamiento mediante métodos de estadística descriptiva e inferencial. Mediante la estadística descriptiva se presentan los datos procesados de las propiedades física y resistencia a la comprensión del bloque ecológico.

El método estadístico inferencial permitió el comparativo de los datos resultantes de las pruebas del bloque ecológico con los valores registrados en las normas técnicas válidos para bloques de ladrillo (arcilla cocida) de esta forma se alcanza la contrastación de la hipótesis propuesta.

#### **2.4.5. Aspectos éticos**

El estudio se desarrolló en el marco de una conducción ética, respetando los aspectos técnico-normativos que rigen para los ensayos que se aplicaron, con la honestidad del caso para alcanzar la verdad en los resultados obtenidos.

Asimismo, como respeto a los derechos de autor, la tesis se encuentra debidamente citada y referenciada en base a las Normas APA séptima edición.

#### **2.4.6. Procedimiento**

##### **2.4.7. Del objetivo específico 1.**

###### ***A) Procedimiento***

- a) Recolección y acopio de los tarros desechables de hojalata.
- b) Disgregación y selección de tarros desechables de hojalata: dimensiones requeridas y buen estado físico.
- c) Limpieza, lavado y secado de tarros desechables de hojalata.

- d) Flujoograma de selección y características de los tarros desechables de hojalata para ser empleados en los bloques ecológicos:

**B) Marco teórico:**

***Tarros desechables***

Un tarro es considerado como un recipiente so envase cilíndrico, más alto que ancho, que es utilizado en especial para el envase de alimentos que luego de su uso son desechados; en el mercado existen diversos tipos utilizados como envases, desde la descripción de Aballe (2014) tiene diversas dimensiones en su uso en el mercado, se utiliza estos envases metálicos desde 6 hasta 50  $\mu\text{m}$  de espesor en formas flexibles, de 50 a 200  $\mu\text{m}$  para envases semirrígidos y desde 200  $\mu\text{m}$  en envases rígidos. Las latas de acero, por ejemplo, las latas de leche utilizan una aleación de acero con características muy particulares que las hacen ideales para el envase de ese tipo de alimentos, se consideran ligeras para su uso por su reducido peso, tienen aceptables valores de resistencia a la rotura y sobre todo son reciclables.

En el Perú, el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo-MINCETUR (2009) reconoce que en el mercado nacional existe una diversidad de envases y embalajes utilizados en el comercio, poseen también una gran cantidad de formas ya que se fabrican con distintos materiales que se usan conforme a las características específicas de cada artículo. En el caso de los tarros o latas, son de fabricación metálica, herméticamente cerrados con una capacidad que va generalmente de 100 ml. hasta 20 litros.

En el caso de los tarros de leche, en el mercado nacional estos tienen una capacidad de 410 ml, tienen un peso aproximado de 65 gr y en su composición interna

el MINCETUR (2009) los considera dentro de los envases de hojalata, con la siguiente composición:

La hojalata es una delgada capa de acero (dulce) de bajo contenido de carbono recubierto de estaño. Existen otros componentes, como la aleación de hierro estaño ubicado en forma adyacente al acero base, y sobre la capa de estaño películas de óxido e hidróxido y las sales de estaño. Por último, se encuentra el aceite lubricante de protección. Los espesores de las capas citadas son de aproximadamente 200 a 300 u para el acero base, 0,5 a 2 u para la capa de estaño y 0,5 u para la aleación (p. 20).



**Figura 1.** Tipos de envases de hojalata en el mercado nacional.  
Fuente: MINCETUR (2009).

En suma, el MINCETUR (2009) identifica a los envases de hojalata como recipientes destinados a contener productos para su conservación, transporte y comercialización. Tiene como principales partes componentes, el cuerpo, como la parte del envase comprendida entre los fondos o entre el fondo y la tapa; la tapa y/o fondo, como parte del envase unida mecánicamente al cuerpo de forma que sólo con la destrucción del envase se pueden separar.

Entre las formas y dimensiones de los envases metálicos el MINCETUR (2009) las diferencia como lata, tarro, tambor y balde; siendo el tarro “el envase de sección transversal circular y de capacidad menor de cinco litros” (p. 22) que es el que corresponde a la presente investigación.



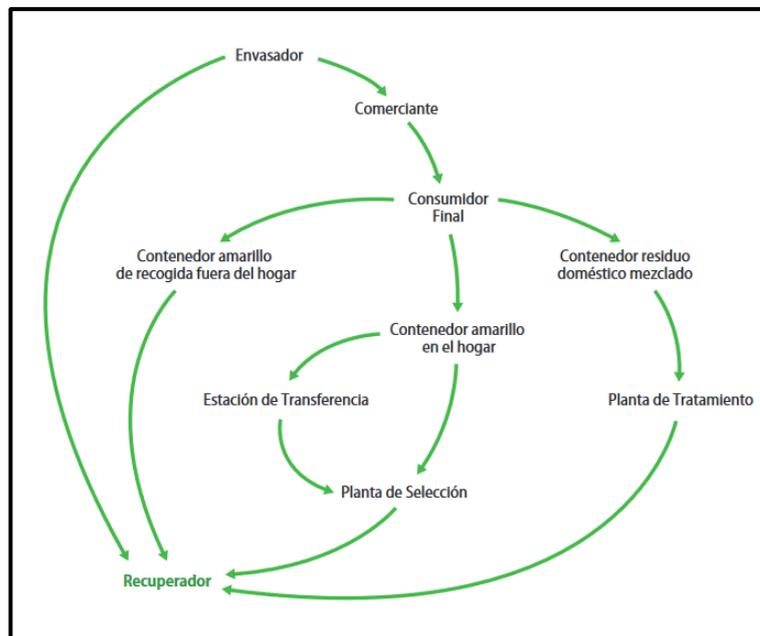
**Figura 2.** Envase tipo tarro.  
Fuente: MINCETUR (2009).

### ***Tratamiento de tarros desechables***

Para Econía Empresarial II (2010) el acero es el material de desecho que más proceso de reciclaje tiene a nivel mundial, inclusive más que el aluminio, el vidrio y el plástico juntos. Las principales fuentes de desechos de acero vienen de artículos que han dejado de ser operativos, en mayor parte de envases, además de automóviles, electrodomésticos y todo tipo de estructuras industriales.

Los envases recuperados de hojalata que tienen como fuente principal el acero, proviene de diversas fuentes y como lo considera Econía Empresarial II (2010) son completamente reciclables al culminar su vida útil como contenedor de un producto y

puede ser reciclado ilimitado número de oportunidades sin perder mucha sus condiciones de calidad, debido a su poca degradación.



**Figura 3.** Cadena de gestión de recuperación de envases.

Fuente: Ecoembes (2018).

El proceso de valorización de los envases metálicos, como se observa en la figura 3, implica la transformación de los distintos envases que existen en el mercado como materia prima para que éstos envases ya desechados se incorporen a nuevos productos. Para esta incorporación, se necesita hacer un conjunto de operaciones en el marco de un sistema de gestión, que tienen dependencia principal del material predominante del que está construido el envase.

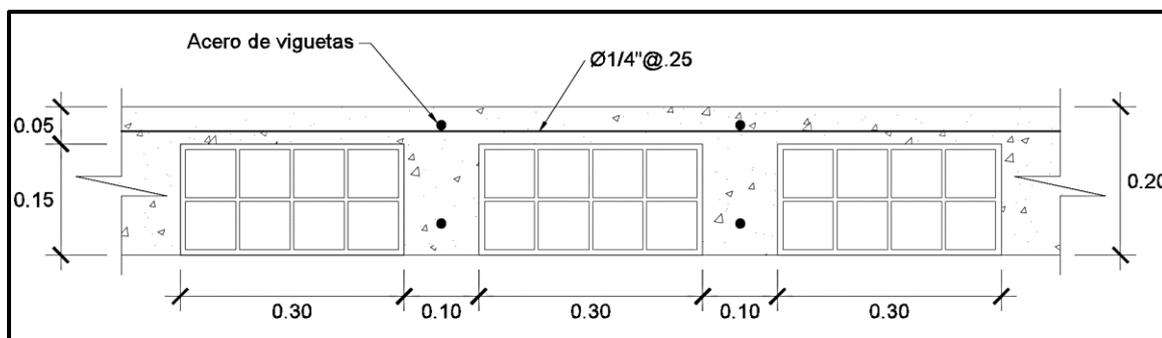
El sistema de puesta en el mercado y gestión de envases implantado, permite una adecuada recogida del envase una vez adquiera la consideración de residuo, permitiendo que lleguen a la planta de un recuperador de envases metálicos donde se les realiza un tratamiento” (Ecoembes, 2018, p. 17).

### *Losa unidireccional*

Según el RNE – E 070(2019) indica sobre las losas:

El elemento estructural de espesor reducido respecto de sus otras dimensiones usado como techo o piso, generalmente horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno. Usado también como diafragma rígido para mantener la unidad de la estructura frente a cargas horizontales de sismo (p. 14).

Las losas aligeradas se utilizan para aminorar el coste del sistema de piso o techo. El ahorro se obtiene directo al deshacer un cierto volumen de concreto e indirectamente por la disminución del peso en comparación con una losa maciza. El aligeramiento se obtiene empleando bloques de relleno permanentes (de arcilla o de concreto).



**Figura 4.** Sección de losa unidireccional.

Fuente: Apuntes de clases, Jorge Gallardo.

Para sobrecargas o cargas muertas importantes, en los estados límites de servicio, principalmente las deflexiones se controlan mejor, ya que se cuenta con mayor peralte.

Para el diseño de losas aligeradas con ladrillo, el peso propio de la losa se puede estimar empleando la siguiente tabla:

**Tabla 1**

*Pesos de losas unidireccionales según espesor.*

Luz (m)	Espesor (cm)	Peso Propio (kg/m <sup>2</sup> )
Hasta 3.5	h = 17	280
L ≤ 5.0	h = 20	300
L ≤ 6.0	h = 25	350
L ≤ 7.0	h = 30	420

Fuente: Apuntes de clases, Jorge Gallardo.

**Tabla 2**

*Dimensiones de ladrillos de arcilla.*

Material	Nº de huecos	Ancho (cm)	Largo (cm)	Altura (cm)
Arcilla	8	30	30	12
			25	15
Arcilla	4	30	30	20
			25	

Fuente: Apuntes de clases, Jorge Gallardo.

### ***C) Desarrollo:***

- a) Recolección y acopio de los tarros desechables de hojalata.

Se procederá a reunir los especímenes de hojalata en las áreas cercanas del proyecto:

- i. El lugar de recolección, reciclaje y acopio, se sitúa en la tercera zona del centro poblado rinconada del bosque del distrito de Lurigancho - Chosica.
- ii. El acopio de materia prima (tarros desechables de hojalata) se realiza en las viviendas cercanas al domicilio del investigador por temas sanitarios de la coyuntura actual, no se logró ampliar el área de recolección de materia prima.



**Figura 5.** Tarros desechables seleccionados.  
Fuente: Elaboración propia.

- b) Disgregación y selección de tarros desechables de hojalata: dimensiones requeridas y buen estado físico.

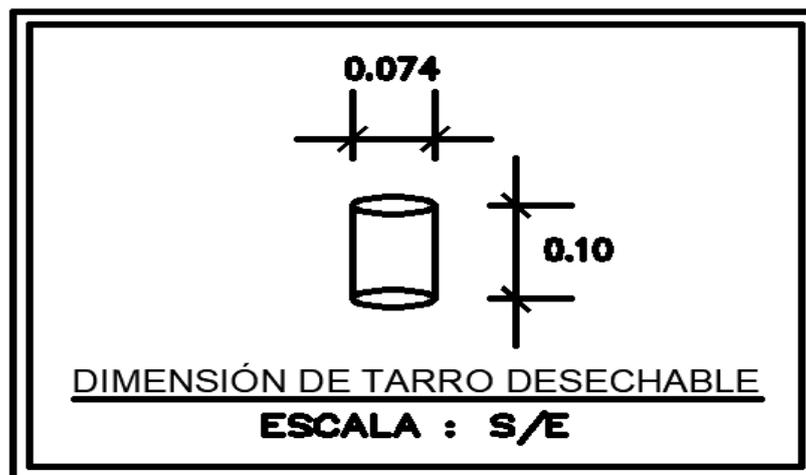


**Figura 6.** Variedad de tarros desechables de hojalata.  
Fuente: Elaboración propia.

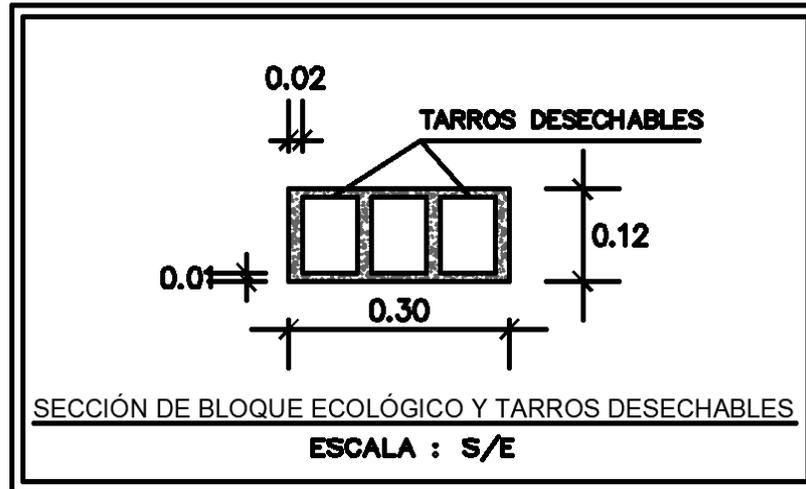
- i. Las disgregaciones de especímenes como materia prima se realizarán según los siguientes criterios:
- Resistencia química del tarro desechable de hojalata.
    - ✓ Láminas de acero (99%) recubierto con estaño (1%)  
, resistente a productos químicos y abrasión exterior
    - ✓ Barnizado interior, optimizar la conservación de los alimentos.

- Propiedades físicas del tarro desechable de hojalata:
  - ✓ Dimensiones : Altura = 10 cm y  
Diámetro = 7.04 cm.
  - ✓ Peso de envase vacío : 48.0 g.
  - ✓ Color interno / externo : Dorado / plata.
  - ✓ Número de piezas : 3 pza (Base, cuerpo y tapa).
  - ✓ Tipo de apertura : Sellado.
- Características mecánicas del tarro desechable de hojalata:
  - ✓ Maleabilidad : Tapa superior e inferior = 0.191 mm, Cuerpo = 0.258 mm.
  - ✓ Resistencia física : Resistencia radial = 1.70 kg/ cm<sup>2</sup> y resistencia axial = 255 Kg.
  - ✓ Temperatura de fusión : 300 – 400 °C.

ii. Las dimensiones que deben tener los tarros de hojalata son: H:10 cm, D:7.4 cm, con la finalidad que se logren incluirse en el bloque ecológico para una losa unidireccional de 0.17 m.



*Figura 7.* Dimensión de tarros desechables de hojalata.  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura 8.* Sección de bloque ecológico y tarros desechables de hojalata.

Fuente: Elaboración propia.

- iii. Para la selección de especímenes se considerarán el estado óptimo, los especímenes seleccionados serán aquellos que no presenten abolladuras y corrosión.



*Figura 9.* Tarro desechable en estado físico óptimo.

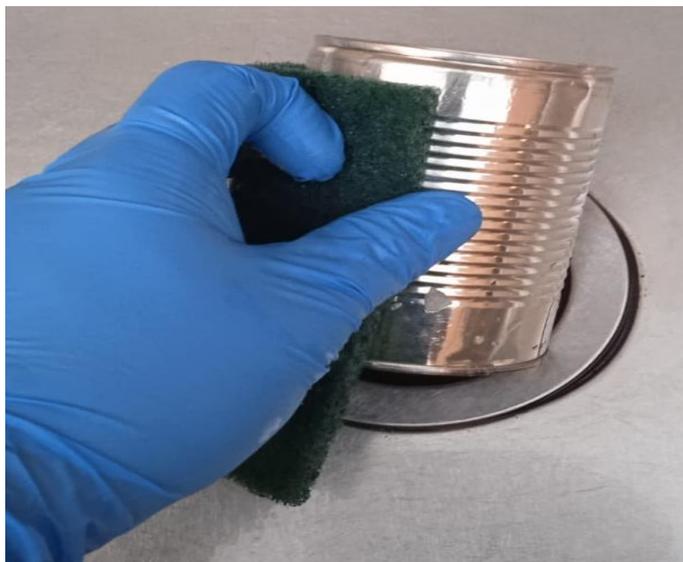
Fuente: Elaboración propia.

- c) Limpieza, lavado y secado de tarros desechables de hojalata.
  - i. Se procederá con la limpieza de los especímenes de tarros desechables de hojalata.



**Figura 10.** Limpieza de tarro desechable de hojalata.  
Fuente: Elaboración propia.

- ii. Los especímenes serán lavados con detergente para retirar residuos e impurezas en su superficie.



**Figura 11.** Lavado de tarro desechable de hojalata.  
Fuente: Elaboración propia.

iii. Secado de los especímenes de tarros desechables de hojalata



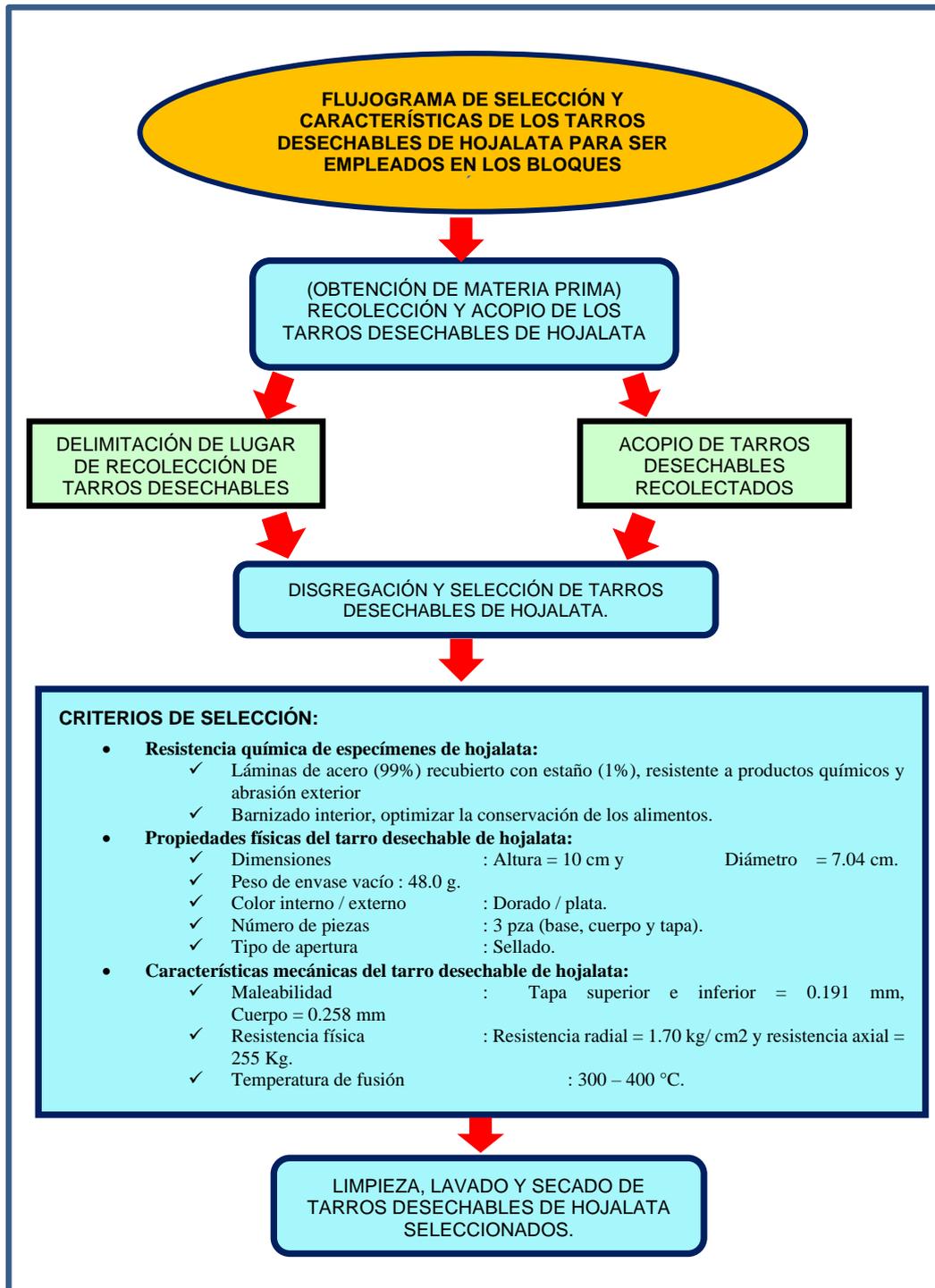
**Figura 12.** Secado de tarro desechable de hojalata.  
Fuente: Elaboración propia

iv. Los especímenes de tarros desechables de hojalata listos para ser empleados en los bloques ecológicos.



**Figura 13.** Tarros desechables de hojalata.  
Fuente: Elaboración propia.

d) Flujoograma de selección y características de los tarros desechables de hojalata para ser empleados en los bloques ecológicos:



**Figura 14.** Flujoograma de selección características de tarros de hojalata.

Fuente: Elaboración propia.

#### 2.4.8. Del objetivo específico 2.

##### A) *Proceso:*

- a. Diseño teórico de prototipo de bloque ecológico.
- b. Preparación de molde metálico para la elaboración del bloque ecológico de tarros desechables de hojalata.
- c. Disposición de tarros desechables de hojalata para el bloque ecológico.
- d. Dosificación del mortero de adherencia de tarros desechables de hojalata en el bloque ecológico.
- e. Vaciado de mortero e inclusión de tarros desechables de hojalata en el bloque ecológico.
- f. Desencofrado y almacenado del bloque ecológico elaborado con tarros desechables de hojalata.
- g. Flujograma de proceso de la elaboración de bloques ecológicos con tarros desechables de hojalata para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de .17 metros.

##### B) *Marco teórico:*

#### **Bloques ecológicos**

La Norma E 070 establece los requisitos que tiene que contemplar las unidades de albañilería, las especificaciones técnicas y ensayos propios, refiriendo a nuestro bloque ecológico de tarros desechables, y asimismo la norma E 060 de concreto armado detallando su apartado de losas unidireccionales.

## Unidades de albañilería

Según el RNE – E 070 (2006) indica sobre las unidades de albañilería “Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de síliceal. Puede ser sólida, hueca, alveolar ó tubular” (p. 9) e indicando también sobre “Unidad de Albañilería Tubular (o Pandereta). Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento” (p. 9).

Se hace referencia a las unidades de albañilería de tipo tubular, motivo por en esta investigación se reemplazará las unidades de albañilería tipo tubular que es propio de ser usado en losas unidireccionales por el bloque ecológico de tarros desechables.

Las Normas Técnicas Peruanas 339.008 y 331.040 regulan el uso de bloques contruidos de arcilla y concreto, respectivamente, para usos en losas, considerados como elementos simples en forma de prisma recto, con huecos longitudinales y de una resistencia y peso adecuado, con las siguientes dimensiones nominales:

**Tabla 3**  
*Dimensiones de bloques para losas*

Alto (cm)	Arcilla				Concreto		Tecnopor	
	Ancho (cm)	Largo (cm)			Ancho (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)
10								
12					30			
15	30	30	33	40	40	20	30	120
20					50	25		
25					60			
30								

*Fuente:* NTP 331.040 y NTP 339.008

Según página Ecología Verde (s/f) señala:

Los ladrillos son un material contaminante ya que, entre otras cosas, requieren mucha energía en su fabricación, por lo que su impacto ambiental es importante. Esto no ocurre en aquellos ladrillos ecológicos (bloques ecológicos) también llamados eco ladrillos. Sin embargo, su uso en la actualidad es muy raro, aunque históricamente sí que se han utilizado materiales más sostenibles en la construcción (p. 2).

Existen bloques ecológicos hechos diversos materiales y sus beneficios asimismo pueden ser diferentes, pero todos tienen en usual algunas ventajas a nivel ambiental y de sostenibilidad. Un tipo de material utilizado para fabricar bloques ecológicos, son los tarros desechables metálicos propuesto en esta investigación.

### **Tipos de bloques ecológicos**

Existen diversos materiales que a través del reciclaje son utilizados para la confección de ladrillos o bloques ecológicos, entre los más utilizados se tiene a los que usan material plástico de desecho; el proceso del reciclado mecánico del plástico según Gaggino (2008) "(...) lleva varias etapas donde se realiza: la separación manual, el triturado en partículas, clasificación de partículas por aire, lava-do, inmersión en agua y separación electrostática" (p. 141).



*Figura 15.* Tipo de ladrillo PET.

Fuente: Gaggino (2008).

Además, recoge las experiencias de confección de ladrillos en base a tres tipos de materiales reciclados:

- Ladrillos de polietileno tereftalato (PET) con productos procedentes de envases de bebidas descartables.
- Ladrillos de plásticos diversos que proceden de embalajes de alimentos o de perfumería, además de residuos de fábrica descartados.
- Ladrillos de poliestireno expandido (PS) procedentes de residuos de fabricación de placas de aislamiento térmico para construcciones

Para la elaboración de los ladrillos de cemento con adición de PET es necesario el cálculo de densidades, que en un experimento de Martínez y Cote (2014), tomando en consideración que  $d = m/v$ , obtuvo los resultados siguientes:

**Tabla 4**  
*Materiales para bloques*

	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Masa (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Agua	1000	0.19	0.00019
PET	263.16	0.05	0.00019
Cemento	1052.63	0.2	0.00019

*Fuente:* Martínez y Cote (2014)

***Ventajas en el uso de eco ladrillo (bloque ecológico):***

- Ahorro, tanto al adquirirlos o fabricarlos artesanalmente como por el ahorro de energía que generan.
- En algunos casos, más capacidad de aislamiento de la humedad, el ruido, el calor o el frío.
- Menor impacto ambiental y una mayor preservación de los ecosistemas y biodiversidad que propicia la fabricación de muchos de ellos.
- Son más ligeros y, de esta manera, reducen los tiempos de construcción y el esfuerzo de los obreros.
- La forma de trabajo y colocación es la misma que se emplea para la colocación de cualquier otro bloque (teniendo la precaución de caminar sobre las tablas durante el cargado y el armado).

***Mezcla de adherencia***

La mezcla de adherencia de cemento con madera de aserrín, también conocida como arbolit, muestran propiedades de aislamiento térmico y absorción acústica, son

una opción ecológica, confiable, asequible en la construcción de edificaciones bajos y económicos (Decorexpro, s/f).

### ***Composición de la mezcla de adherencia (%)***

#### **55% Aserrín (astillas de madera)**

Son los residuos de la industria carpintera, estas astillas pueden contener hasta un 30% de aserrín y viruta de madera. Deberán estar libres de mohos, hongos y materias extrañas (Optolov, s/f).

#### **26% Arena**

Es el agregado fino proveniente de la desintegración natural de las rocas (NTP 400.037:2018).

#### **12% Cemento Portland tipo I**

Cemento portland tipo I, para uso general que no requiera propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo (NTP 334.009:2020).

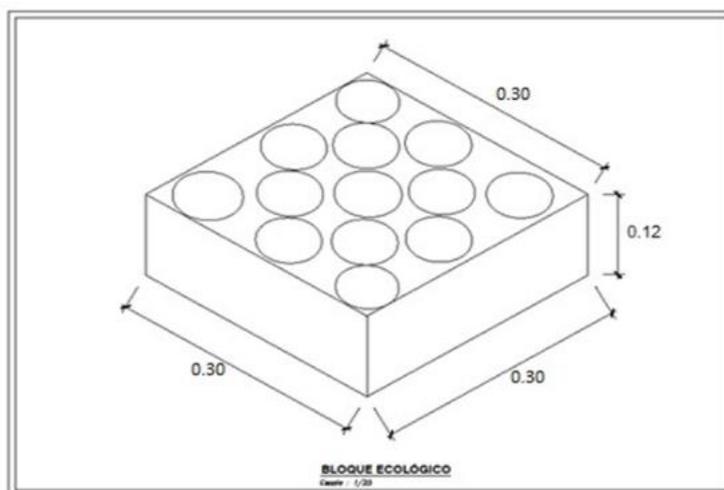
#### **7% Agua potable**

Agua potable, es aquella apta para consumo humano y cumple con los requisitos físicos, químicos, organolépticos, microbiológicos establecidos en esta norma (NTP 214.003:2014).

**C) Desarrollo:**

**a) Diseño teórico de prototipo de bloque ecológico.**

La forma y medidas del bloque ecológico serán las mismas de un bloque de arcilla cocida (0.30 x 0.30 x 0.12) m.



**Figura 16.** Diseño del bloque.  
Fuente: Elaboración propia.

La disposición de los tarros desechables presentara una distribución que permita una estructura homogénea del bloque ecológico; se dispuso de un molde metálico con medidas establecidas para este bloque. Cada bloque contiene 13 tarros desechables que estarán unidos por una mezcla de cemento, aserrín y agua.

**b) Preparación de molde metálico para la elaboración del bloque ecológico de tarros desechables de hojalata.**

Se fabricó molde metálico con dimensiones internar de (0.30 x 0.30 x 0.12) m. para la elaboración del prototipo de bloque ecológico.

El molde metálico fabricado está conformado por 4 piezas laterales y 2 piezas haciendo un total de 6 piezas desmontables constituidos de planchas de acero de espesor 1.5 mm reforzados con perfil de acero tipo T y ángulo de 0.38 x.38 x 3mm de que se ajustaran con 12 tornillos de 6 x 2 mm, tuercas y arandelas de sujeción. Las 6 piezas metálicas recibirán tratamiento de pintura con base zincromato y pintura epoxica con la finalidad de proteger el molde de la corrosión.



**Figura 17.** Molde metálico diseñado.  
Fuente: Elaboración propia.

Se recubre con plástico las caras interiores del molde metálico con la finalidad de facilitar el desencofrado y controlar la pérdida de humedad en el espécimen, la misma que debe estar libre de polvo e impurezas.



**Figura 18.** Preparación del molde.  
Fuente: Elaboración propia.

### c) Disposición de tarros desechables de hojalata para el bloque ecológico.

La disposición de los 13 tarros desechables de hojalata se realizó conforme al diseño elaborado, ayudando la fijación con cinta masking tape para evitar la deformación del orden de disposición al momento de colocarlos en el molde y luego con la mezcla de relleno.



**Figura 49.** Disposición de los tarros en el molde.  
Fuente: Elaboración propia.

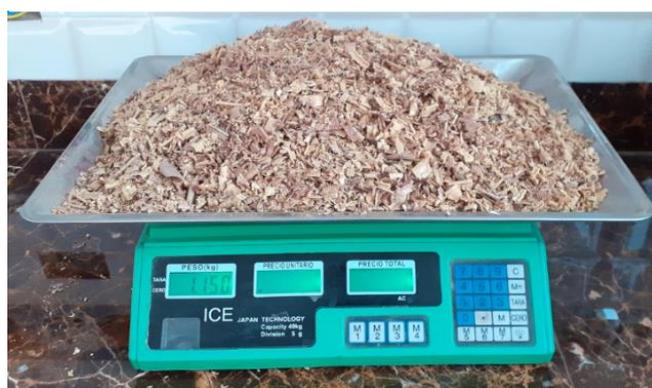
**d) Dosificación de la mezcla de adherencia de tarros desechables de hojalata en el bloque ecológico.**

Se utilizó como materiales para la mezcla de (dosificación en masa): 2.5 Kg. de cemento portland tipo I. cemento empleado para estructuras y acabados en general con poca presencia de sulfatos (menor a 150 ppm de sulfatos solubles en agua).



**Figura 20.** Pesaje del cemento portland tipo I.  
Fuente: Elaboración propia.

1.15 Kg. de aserrín (astillas y virutas) Residuos de actividades industriales de carpintería desde aserrín fino, viruta y astillas de madera.



**Figura 21.** Pesaje del aserrín (astillas y virutas).  
Fuente: Elaboración propia.

3 Lt.  $\cong$  3 Kg de agua potable (6 probetas de 500 ml) agua apta para consumo humano y que cumple con los requisitos: físico, químico, organolépticos y microbiológicos estipulados en la norma.



**Figura 22.** Agua potable para la mezcla.  
Fuente: Elaboración propia.

**e) Vaciado de mezcla de relleno e inclusión de tarros desechables de hojalata en el bloque ecológico.**

En el fondo del molde se colocó una capa de mezcla cemento-aserrín de 1 centímetro de espesor, de forma que como constituya como recubrimiento del bloque.

Luego se procedió al colocado de los tarros en el molde para posteriormente realizar el vaciado de la mezcla. Para evitar que la mezcla colocada en el molde pueda contener espacios vacíos en su interior como consecuencia del aire atrapado en el proceso de vaciado, se procedió a la compactación de la mezcla introduciendo y retirando de forma vertical una varilla de fierro de forma repetida. Se realizarán 4 chuzadas como máximo en cada intersticio de tarros desechables de hojalata.



**Figura 23.** Vaciado de la mezcla, Izquierda conformación de base y Derecha chuzadas de mezcla en intersticios de tarros desechables de hojalata.  
Fuente: Elaboración propia.

Luego de vaciada la mezcla, se procedió a la colocación de una última capa de mezcla de un centímetro de espesor a manera de recubrimiento superior, culminando esta fase con el nivelado y alisado del bloque ecológico.



**Figura 245.** Nivelado y alisado de bloque.  
Fuente: Elaboración propia.

Paso seguido, se procedió a tapar el molde y dejar que fragüe el cemento



**Figura 256.** Tapado del molde.  
Fuente: Elaboración propia.

**f) Desencofrado y almacenado del bloque ecológico elaborado con tarros desechables de hojalata.**

Luego de 24 horas de la elaboración del bloque se procedió al desmolado del mismo, teniendo como resultado el bloque ecológico que se muestra en la figura 17.



**Figura 267.** Bloque ecológico terminado  
Fuente: Elaboración propia

Los especímenes de bloques ecológicos elaborados con tarros desechables de hojalata, no recibirán la curación en inmersión en una fosa de curado ni aspersión de agua directa, por los 2 motivos expuestos a continuación: como primer punto, la madera tiene la propiedad de absorción de humedad por lo cual tendrá al cemento en un medio húmedo hasta alcanzar su fraguado óptimo. Segundo punto el bloque al estar constituido de residuos de madera y 13 unidades tarros de hojalata con aire en el interior, no será posible la inmersión en una fosa de curado. Se recomienda dejar los especímenes en un ambiente controlado durante los 21 días que tomaran en secar.

La presentación final del bloque ecológico seco posterior a 21 días presenta una cara inferior con rugosidad de manera que se optimice la adherencia del mortero en el revoque del cielo raso; asimismo las caras laterales con rugosidad para una mejor

adherencia entre el concreto de las viguetas y bloque ecológico elaborados con tarros de hojalata.



**Figura 27.** Presentación final del bloque ecológico

Fuente: Elaboración propia.

g) Flujograma de proceso de la elaboración de bloques ecológicos con tarros desechables de hojalata para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de .17 metros.

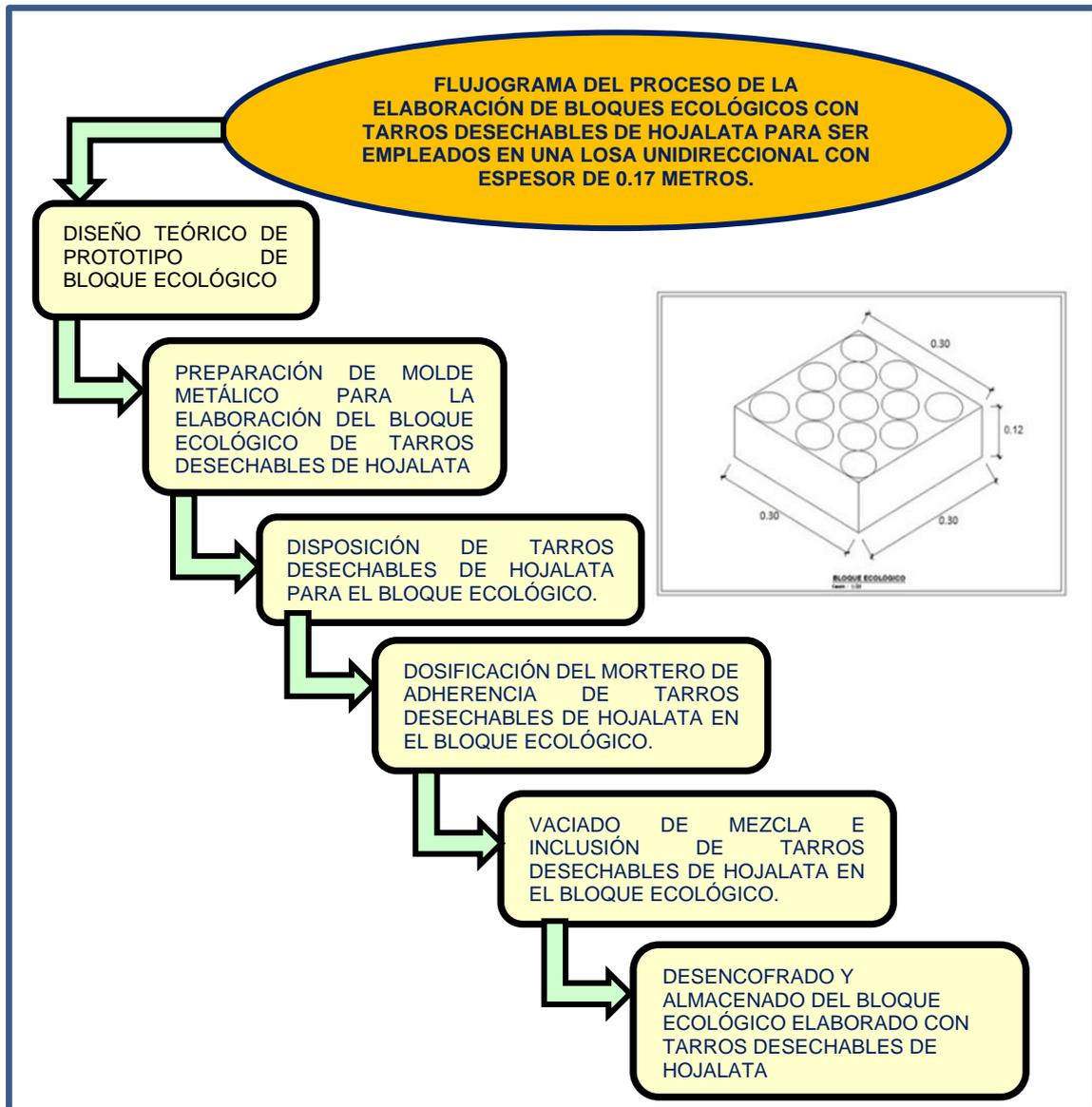


Figura 28. Flujograma del proceso de la elaboración de bloques ecológicos con tarros desechables de hojalata para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.9. Del objetivo específico 3

#### A) *Proceso:*

- a) Medición de dimensiones, peso y densidad
- b) Medida de Alabeo
- c) Módulo de rotura (flexión)
- d) Resistencia a la compresión
- e) Elaboración de ficha técnica de bloque ecológico con tarros desechables de hojalata para ser empleado en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros.
- f) Determinación del costo del bloque ecológico.
- g) Ficha técnica de ladrillo de arcilla convencional.
- h) Costo de ladrillo de arcilla convencional.

#### B) *Marco Teórico:*

Las Normas Técnicas Peruanas 339.604, 339.613. detallan los métodos de muestreo y ensayos de las unidades de albañilería de concreto y arcilla cocida:

##### a) **Medición de dimensiones, peso y densidad:**

- i. La medición de dimensiones según, NTP 339.604: 2015, detalla que tomas de dimensiones que se realizarán con los siguientes aparatos: una regla de acero graduada (1.0 mm) y los espesores de las paredes laterales se medirán con un calibre Vernier graduado (0,4 mm). Sobre el número de especímenes, se tomarán 3 unidades enteras para el registro de dimensiones del ancho (A), altura (H) y longitud (L).
- ii. La determinación de peso según, NTP 339,613: 2017, detalla que el registro de peso se realizara en una balanza con capacidad no menor a

- 3000 g y una aproximación de 0.5 g, el reporte de los resultados se indicara con una aproximación de 0,1 g. sobre el número de especímenes, se tomaran 5 unidades enteras secos.
- iii. La determinación de la densidad.

### **Ecuación 1**

*Densidad del espécimen.*

$$D = \frac{M}{V}$$

M = Masa del espécimen seco (gr).

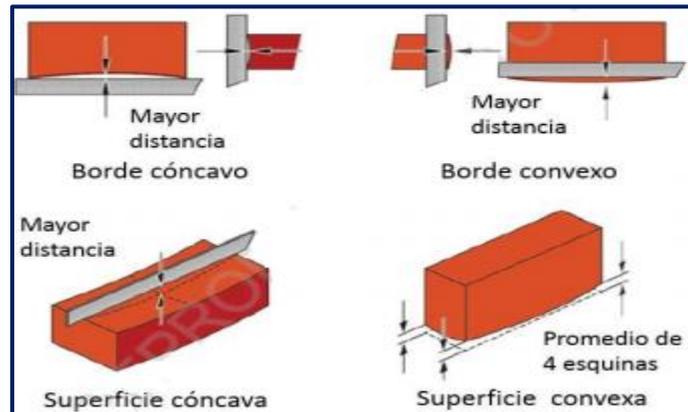
V = Volumen (cm<sup>3</sup>).

D = Densidad del espécimen(gr/cm<sup>3</sup>).

Fuente: Arracue y Cano (2017).

### **b) Medida de Alabeo**

- i. La determinación del alabeo según, NTP 399,613: 2017, describe que se realiza con la finalidad de evaluar la concavidad en superficie y bordes y convexidad en superficie y bordes de las muestras sobre una superficie plana. Se emplearán los siguientes instrumentos: cuña de medición, superficie plana (regla), escobilla. El número de especímenes serán de 10 unidades. Las superficies de los especímenes deben estar libres de polvo. Las medidas reportadas de distorsión en los especímenes se registrarán con una aproximación de 1 mm.



**Figura 29.** Medida de alabeo.

Fuente: NTP 399.613:2017.

### c) Resistencia a la compresión

- i. La determinación de la resistencia a la compresión, Según NTP 339.613: 2017, es la propiedad principal de la unidad de albañilería, la cual determina la resistencia a la compresión axial del muro de albañilería y a corte, señalando su calidad en fines estructurales y de exposición a la intemperie.
- ii. Los instrumentos necesarios para el ensayo serán. Máquina de ensayo. bloque de soporte de acero, bloques de acero endurecido, la numero de especímenes para el ensayo serán 3 unidades enteras. Las unidades enteras serán refrendadas con mortero de cemento, arena fina y agua (1:2:1) por ambas superficies de mayor dimensión superior e interior (la carga deberá ser aplicada en dirección perpendicular a la superficie de asiento del ladrillo). El centro de la esfera deberá ajustarse al centro de la superficie del bloque con contacto con el espécimen.
- iii. Se calculará la resistencia a la compresión de los especímenes con la ecuación 1, resultados con aproximación a 69 KPa.

## **Ecuación 2**

*Resistencia a la compresión del espécimen*

$$C = \frac{W}{A}$$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (Kg/cm<sup>2</sup>) o (Pa.10<sup>4</sup>).

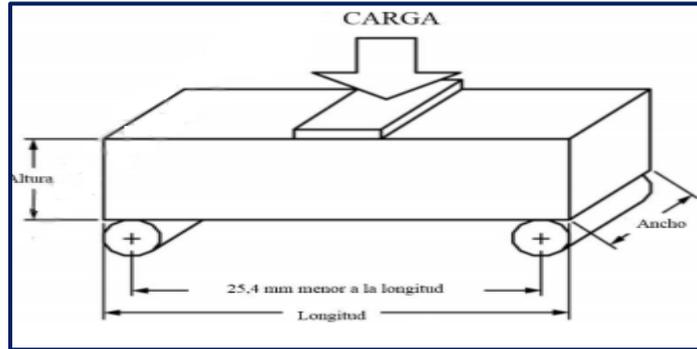
W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, Kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm<sup>2</sup>.

Fuente: NTP 399.613.

### **d) Módulo de rotura (flexión)**

- i. La determinación del módulo de rotura (flexión), Según NTP 339.613: 2017, la propiedad como criterio de durabilidad y permiten entender el mecanismo de falla de la albañilería cuando se solicitan esfuerzo de compresión y flexión. Donde el espécimen será sometido a una carga puntual en el centro de la pieza, una vez registrada la falla y se tomará dato de la carga de rotura en el área de contacto, así determinar el esfuerzo de compresión máximo.
- ii. El espécimen del ensayo se apoyará en su mayor dimensión, la carga se aplicará en dirección del espesor de la unidad, sobre un tramo menor a 25.4mm y cargado en el centro. La carga será aplicada en una plancha de acero de 6 mm de espesor y 40 mm de ancho, y de una longitud por lo menos igual que el ancho del espécimen. Los apoyos del espécimen deben estar libres de rotar en las direcciones longitudinales y transversales y ajustada que no ejerzan fuerza alguna en esas direcciones.



**Figura 30.** Ensayo de módulo de rotura.

Fuente: NTP 399.613:2017.

- iii. La velocidad de ensayo no debe exceder los 8900 N/m. Los módulos de rotura de los especímenes se calcularán con la Ecuación 2, con una aproximación a 0.01 MPa.

### Ecuación 3

*Módulo de rotura (flexión)*

$$S = \frac{3W(l/2 - x)}{bd^2}$$

S	=	Modulo de rotura del espécimen en el plano de falla, Pa.
W	=	Máxima carga aplicada con la máquina de ensayo, N.
L	=	Distancia entre apoyos, mm.
b	=	Ancho neto (entre caras, restando los huecos) del espécimen en el plano de falla, mm.
d	=	Espesor del espécimen en el plano de falla, mm.
x	=	Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla, medida en la dirección entre apoyos, a lo largo de la línea central de la superficie sujeta a tracción, mm.

Fuente: NTP 399.613.

### C) Desarrollo:

#### a) Medición de dimensiones, peso y densidad

- i. Se procederán a tomar las medidas de los especímenes, denominando: ancho (A), longitud (L) y la altura (H).



Figura 31. Medición de ancho(A) y longitud (L).

Fuente: Elaboración propia.



Figura 32. Medición de altura(H).

Fuente: Elaboración propia.

- ii. Se registran las medidas siguientes de los especímenes:

**Tabla 5**

. Medición de ancho(A), longitud (L) y altura (H).

IDENTIFICACIÓN	ANCHO (A) (cm)	LONGITUD (L) (cm)	ALTURA (H) (cm)
E - 1 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	30.00	30.01	12.01
E - 2 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	30.01	30.02	12.00
E - 3 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	30.01	30.01	12.02
E - 4 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	30.02	30.00	12.00

Fuente: Elaboración propia.

- iii. Se procederán a registrar la masa de los especímenes:



**Figura 33.** Registro de masas de especímenes.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 6**

*Registro de masa de especímenes.*

IDENTIFICACIÓN	MASA (g)
E - 1 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	4955.1
E - 2 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	5145.2
E - 3 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	5180.1
E - 4 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	5195.0

Fuente: Elaboración propia.

- iv. Con la determinación del volumen y masa de los especímenes se calcula la densidad:

**Tabla 7**

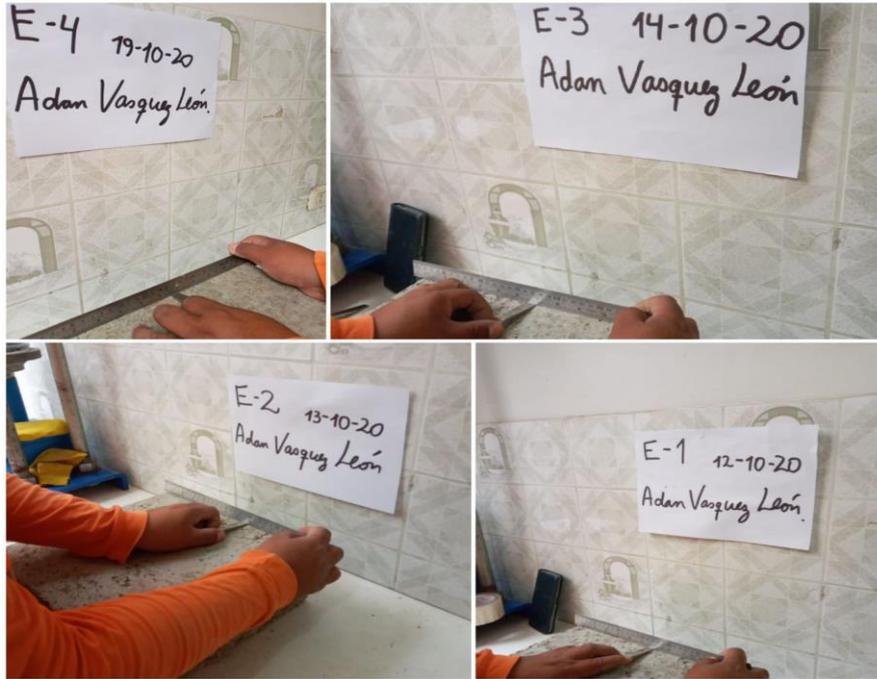
*Determinación de la masa, volumen y densidad de los especímenes.*

IDENTIFICACIÓN	ANCHO (A) (cm)	LONGITUD (L) (cm)	ALTURA (H) (cm)	MASA (g)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	FECHA DE ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES
E - 1 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	30.00	30.01	12.01	4955.1	10812.6	0.458	12/10/2020
E - 2 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	30.01	30.02	12.00	5145.2	10810.8	0.476	13/10/2020
E - 3 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	30.01	30.01	12.02	5180.1	10825.2	0.479	14/10/2020
E - 4 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	30.02	30.00	12.00	5195.0	10807.2	0.481	15/10/2020

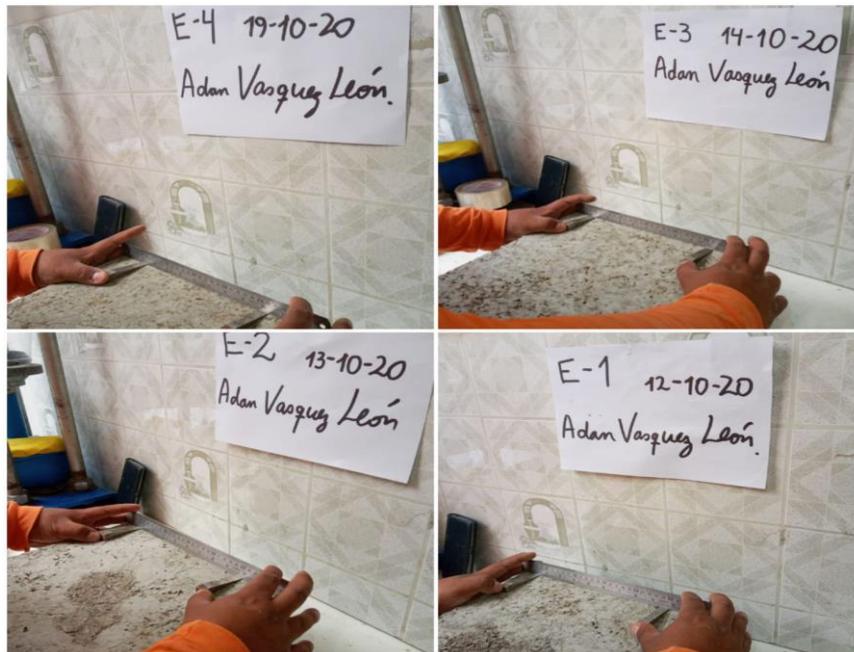
Fuente: Elaboración propia.

## b) Medida de Alabeo

- i. Con los instrumentos: cuña y una superficie plana de (regla metálica de 30cm), se procederán a inspeccionar la superficies y bordes cóncavos de los especímenes.

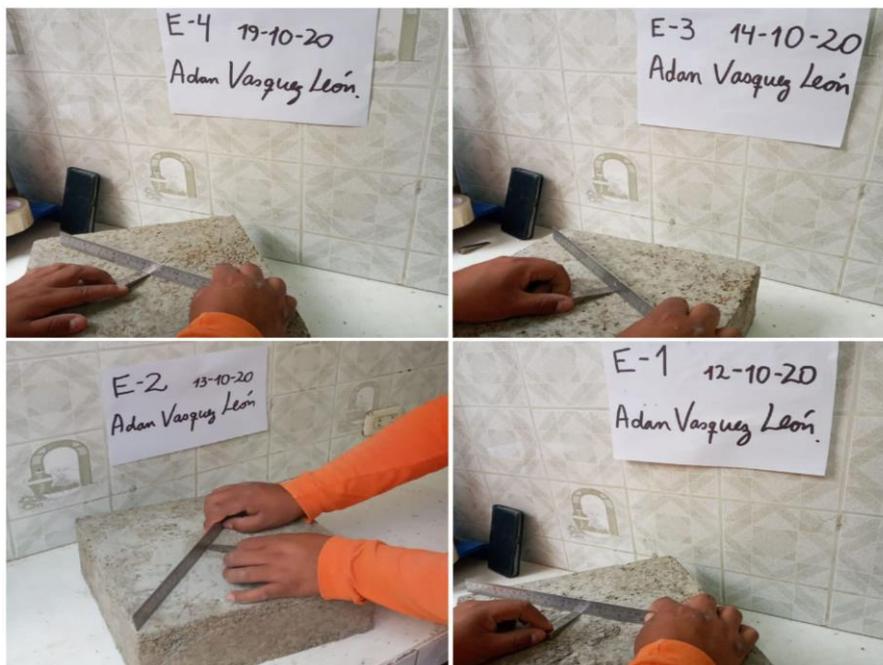


**Figura 34.** Inspección de superficies cóncavas.  
Fuente: Elaboración propia.



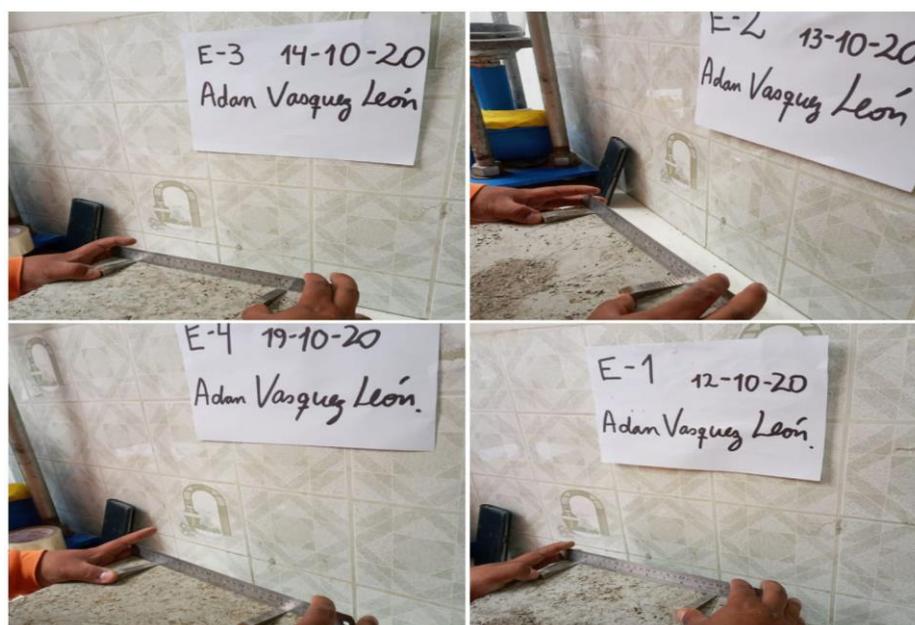
**Figura 35.** Inspección de bordes cóncavos.  
Fuente: Elaboración propia

- ii. Con los instrumentos: cuña y una superficie plana (regla metálica de 30cm) se procederán a determinar la superficies y bordes convexos de los especímenes.



**Figura 36.** Inspección de superficies convexos.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 37.** Inspección de bordes convexos.

Fuente: Elaboración propia.

Las figuras 34, 35, 36, 37, muestran el control de alabeo de los 4 especímenes en convexidad y concavidad, con la finalidad de estar dentro de los máximos permitidos en la norma NTP 339:613. Así asegurar una correcta distribución de mortero y concreto y distribución de las fuerzas externas en el elemento constructivo.

- iii. Se registrarán los datos durante los ensayos de superficies y bordes cóncavos y convexos de los especímenes.

**Tabla 8**

*Registro de concavidad y convexidad en los especímenes.*

DENOMINACIÓN	CÓNCAVO (mm)		CONVEXO (mm)		FECHA DE ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES
	SUPERFICIE	BORDE	SUPERFICIE	BORDE	
E - 1 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	1	0	0	1	12/10/2020
E - 2 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	0	0	0	0	13/10/2020
E - 3 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	0	0	1	0	14/10/2020
E - 4 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	1	0	1	0	15/10/2020

Fuente: Elaboración propia.

**c) Módulo de rotura (flexión)**

- i. Los especímenes E – 1, E – 2, deben estar secos, se apoyará los especímenes en su mayor dimensión.



**Figura 38.** Especímenes E-1 y E - 2 antes de ensayo de módulo de rotura (flexión).  
Fuente: Elaboración propia.

La figura 38, lado izquierdo se aprecia el espécimen E – 1 ubicado en el equipo de ensayo de flexo tracción y lado derecho se aprecia el espécimen E – 2 ubicado en el equipo de ensayo de flexo tracción.

- ii. La carga aplicada será en dirección del espesor de la unidad, sobre un tramo aproximadamente menor a la longitud de la unidad menos de 25.4 mm y cargado en el centro del tramo, la carga se aplicará a través de una plancha de acero de 6 mm de espesor y 40 mm de ancho y una longitud igual al ancho del espécimen.



**Figura 39.** Especímenes E-1 y E-2 posterior a ensayo de módulo de rotura (flexión).  
Fuente: Elaboración propia.

La figura 39, lado izquierdo se aprecia el espécimen E – 1 después de fallar en el equipo de ensayo de flexo tracción y lado derecho se aprecia el espécimen E – 2 después de fallar en el ensayo de flexo, se tomaron datos de la carga máxima y distancia de falla respecto al eje central de la luz.



**Figura 40.** Especímenes E-1 y E -2 retirados de la máquina de módulo de rotura.  
Fuente: Elaboración propia.

- iii. Registrado la carga máxima en el equipo de ensayo se procederá a determinar el módulo de rotura de los especímenes.

**Tabla 9**

*Registro de carga máxima en el equipo y módulo de rotura (flexión).*

IDENTIFICACIÓN	CARGA (Kgf)	LUZ LIBRE (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES
E - 1 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	385.4	27.51	30.00	12.01	3.68	12/10/2020
E - 2 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	401.5	27.50	30.00	12.02	3.82	13/10/2020

Fuente: Elaboración propia.

**d) Resistencia a la compresión**

- i. Los especímenes E – 3, E – 4, deben estar secos y las superficies de contacto serán refrendados, con mortero de cemento, arena y agua (proporción 1:2:1), los especímenes tendrán que reposar 48 horas después de ser refrendados.



**Figura 41.** Refrendado de especímenes E-3 y E-4.  
Fuente: Elaboración propia.

- ii. Los especímenes se ensayarán sobre su mayor dimensión, en la parte superior e inferior se emplearán bloques metálicos planos endurecidos, asentado esféricamente y fijado al centro del cabezal superior e inferior del equipo de compresión.



**Figura 42.** Especímenes E-3 y E-4 antes de ensayo de compresión.  
Fuente: Elaboración propia.

La figura 42, lado izquierdo se aprecia el espécimen E – 3 ubicado en el equipo de ensayo compresión y lado derecho se aprecia el espécimen E – 4 ubicado en el equipo de ensayo de compresión.



**Figura 43.** Especímenes E-3 y E -4 posterior al ensayo de compresión.  
Fuente: Elaboración propia.

La figura 43, lado izquierdo se aprecia el espécimen E – 3 después de fallar en el ensayo de compresión en el equipo y lado derecho se aprecia el espécimen E – 4 después fallar en el ensayo de compresión en el equipo, se tomaron datos de la carga máxima.



**Figura 44.** Especímenes E-3 y E -4 retirados de la máquina de compresión.  
Fuente: Elaboración propia.

- iii. Registrado la carga máxima en el equipo de ensayo se procederá a determinar la resistencia de compresión de los especímenes.

**Tabla 10**

*Registro de carga máxima en el equipo y resistencia a compresión.*

IDENTIFICACIÓN	ANCHO (A) (cm)	LONGITUD (L) (cm)	ALTURA (H) (cm)	A (mm <sup>2</sup> )	W (Kgf)	C (Kg/cm <sup>2</sup> )	C (Mpa)	FECHA DE ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES
E - 3 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	300.0	300.1	120.1	900030	8110.4	9.01	0.88	14/10/2020
E - 4 BLOQUE ECOLÓGICO DE 12 X 30 X 30 cm	300.1	300.2	120.0	90060	7984.2	8.86	0.87	15/10/2020

Fuente: Elaboración propia.

e) **Elaboración de ficha técnica de bloque ecológico elaborados con tarros desechables de hojalata ara ser empleado en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros.**

Los resultados de los ensayos realizados permiten la presentación de una ficha técnica del bloque ecológico como producto final que se detalla a continuación.

**Tabla 11**

*Ficha técnica de bloque ecológicos elaborados con tarros desechables de hojalata.*

DEFINICIÓN DE PRODUCTO				
		<b>BLOQUE ECOLÓGICO DE TARROS DESECHABLES DE HOJALATA</b>		
<b>USO:</b>		para techos y entrepisos aligerados		
<b>MATERIAS PRIMAS:</b> Cemento, aserrín y tarros de aluminio		<b>unidad</b>	<b>Especificación interna</b>	<b>Requisitos normados:</b> <b>NTP 399.613:2017</b>
PROPIEDADES FÍSICAS				
PESO : mínimo - máximo		kg	4.950-5200	
DIMENSIONES: Largo		cm	30.00	2mm 29.80 min. 30.20 max.
Ancho		cm	30.00	2mm 29.80 min. 30.20 max.
Alto		cm	12.00	2mm 11.80 min. 12.20 max.
ALABEO		mm	+/- 2.0 mm	+/- 2 mm
DENSIDAD		g/cm <sup>3</sup>	0.458 -0.481	-
EFLORESCENCIA		-	No presenta	No presenta
RENDIMIENTO		Und/m <sup>2</sup>	9	9
PROPIEDADES MECÁNICAS				
RESISTENCIA A LA FLEXO - TRACCIÓN		Kg/cm <sup>2</sup>	> 3.6	Min 2.0
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		Kg/cm <sup>2</sup>	> 8.8	-

Fuente: Elaboración propia

**f) Determinación del costo del bloque ecológico.**

En el cálculo del costo del bloque ecológico se ha tomado en cuenta los materiales componentes y sus respectivos precios unitarios, con lo cual se tiene el siguiente resultado.

**Tabla 12**  
*Costo del bloque ecológico*

Partida	<b>01.01.01 BLOQUE ECOLÓGICO (12*30*30)cm</b>					
Rendimiento	Und/DIA	180.000	EQ	0.0000	Costo unitario directo por :	2.29
					Und	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>					
00000001	PEÓN	hh	1.0000	0.0444	16.79	0.75
	<b>0.75</b>					
	<b>Materiales</b>					
00000002	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bls		0.0588	19.32	1.14
00000003	AGUA	m3		0.0030	6.00	0.02
	<b>1.16</b>					
	<b>Equipos</b>					
00000005	HERRAMIENTAS MANUALES	3%MO		0.0300	1.16	0.03
	<b>0.03</b>					
	<b>Costo</b>					
	<b>Costo + I.G.V.(18%)</b>					
	<b>1.94</b>					
	<b>2.29</b>					

Fuente: Elaboración propia

Los detalles del rendimiento empleados en el análisis de costo unitario de la tabla 9. se detallan en el anexo 2 y en el anexo 3 se encuentran los precios de los insumos de materiales de construcción y mano de obra que fueron extraídos del suplemento técnico de la revista Costos julio 2021.

g) Ficha técnica de ladrillo de arcilla convencional.

## FICHA TÉCNICA

Actualizado el 01 de Marzo 2017

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO				
		<b>HUECO 12 LISO</b>		
<b>USO:</b>		<i>Ladrillo para techos y entrepisos aligerados.</i>		
<b>MATERIAS PRIMAS:</b>				<b>Requisitos Normados:</b>
<i>Mezcla de arcillas.</i>		<b>Unidad</b>	<b>Especificación Interna</b>	NTP. 399.613 NTP. 331.040 RNE. 070
PROPIEDADES FÍSICAS:				
<b>PESO: Mínimo - Máximo</b>		Kg	6.330 - 6.800	-
<b>DIMENSIONES:</b>				
	Largo	cm	30.0	2% 29.4 Min. 30.6 Máx.
	Ancho	cm	30.0	2% 29.4 Min. 30.6 Máx.
	Alto	cm	12.0	2% 11.8 Min. 12.2 Máx.
<b>ABSORCIÓN DE AGUA</b>		%	< 22.0	Máx. 22.0
<b>ÁREA DE VACÍOS</b>		%	68 - 72	-
<b>ALABEO</b>		mm	< 4.0	Máx. 4.0
<b>DENSIDAD</b>		g/cm <sup>3</sup>	1.90 - 2.00	-
<b>EFLORESCENCIA</b>		-	No presenta	No presenta
<b>RENDIMIENTO</b>		Und/m <sup>2</sup>	9	9
PROPIEDADES MECÁNICAS:				
<b>RESISTENCIA A LA FLEXO-TRACCIÓN</b>		Kg/cm <sup>2</sup>	> 2.0	Mín. 2.0

Nota:

Ladrillo utilizado para la construcción de losas en techos transitables, que requieren gran aislación térmica y acústica.

**Figura 45.** Ficha técnica de ladrillo de arcilla hueco 12 liso.

Fuente: Ladrillos pirámide.

**h) Costo de ladrillo de arcilla convencional.**

**Tabla 13**

*Costo de ladrillos de arcilla hueco 12 liso convencionales.*

<b>COSTO DE LADRILLO DE ARCILLA HUECO 12 CONVENCIONAL</b>		
TIENDA	MARCA	COSTO (S/)
SODIMAC	MAXX	3.02
	PIRÁMIDE	2.79
	ITAL	2.69
	FORTES	2.45
PROMART HOMECENTER	PIRÁMIDE	2.97
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo por unidad incluye IGV.</li> <li>• Consulta de precios realizas en el mes octubre del 2021.</li> </ul>		

Fuente: Elaboración propia.

Para sustentar los precios por unidad del ladrillo de arcilla hueco 12 liso, se presenta en el anexo 4 capturas de pantalla de los precios y marcas consultados en las tiendas Sodimac y Promart Homecenter.

## Capítulo III. Resultados

### 3.1. Del objetivo específico 1.

La siguiente tabla 11 presenta la tabla 11. Los criterios generales de selección de los tarros de hojalata como materia prima:

**Tabla 14**  
*Criterio de selección de tarros de hojalata*

CRITERIOS DE SELECCIÓN:		
•	<b>Resistencia química de especímenes de hojalata:</b>	
✓	Láminas de acero (99%) recubierto con estaño (1%), resistente a productos químicos y abrasión exterior	
✓	Barnizado interior, optimizar la conservación de los alimentos.	
•	<b>Propiedades físicas del tarro desechable de hojalata:</b>	
✓	Dimensiones	: Altura = 10 cm y Diámetro = 7.04 cm.
✓	Peso de envase vacío	: 48.0 g.
✓	Color interno / externo	: Dorado / plata.
✓	Número de piezas	: 3 pza (base, cuerpo y tapa).
✓	Tipo de apertura	: Sellado.
•	<b>Características mecánicas del tarro desechable de hojalata:</b>	
✓	Maleabilidad	: Tapa superior e inferior = 0.191 mm, Cuerpo = 0.258 mm
✓	Resistencia física	: Resistencia radial = 1.70 kg/ cm <sup>2</sup> y resistencia axial = 255 Kg.
✓	Temperatura de fusión	: 300 – 400 °C.

*Fuente:* Elaboración propia

Recalcando así mismo la característica más resaltante en la materia prima la disgregación de los tarros de hojalata de leche evaporada de 410 gr, con dimensiones de 74 mm de diámetro y 100 mm de alto y que no presenten deformaciones ni corrosión en su estructura.



**Figura 46.** Determinación de dimensiones e inspección de estado físico del tarro.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Del objetivo específico 2.

El proceso empleado en la elaboración del bloque ecológico con tarros desechables de hojalata, se emplearon materias primas como producto innovador y mezclas de adherencia empleadas en el Europa, y tomando de referencia las normas técnicas peruanas y los cuidados técnicos operativos en la manipulación de los materiales hasta obtener el bloque ecológico siguiendo los pasos detallados a continuación:

- a. Diseño teórico de prototipo de bloque ecológico.

Es considerado el primer paso, iniciando con el diseño ideal de nuestro prototipo (bosquejo), con la cual tendremos una información de las dimensiones del espécimen y materiales a emplear.

- b. Preparación de molde metálico para la elaboración del bloque ecológico de tarros desechables de hojalata.

Segundo paso, será necesario la habilitación de un molde metálico con las dimensiones internas que aseguren una superficie de acabado óptimo de nuestros especímenes.

- c. Disposición de tarros desechables de hojalata para el bloque ecológico.

Tercer paso, las disposiciones de los 13 tarros desechables de hojalata deben presentar una distribución que permita una estructura homogénea del bloque ecológico.

- d. Dosificación del mortero de adherencia de tarros desechables de hojalata en el bloque ecológico.

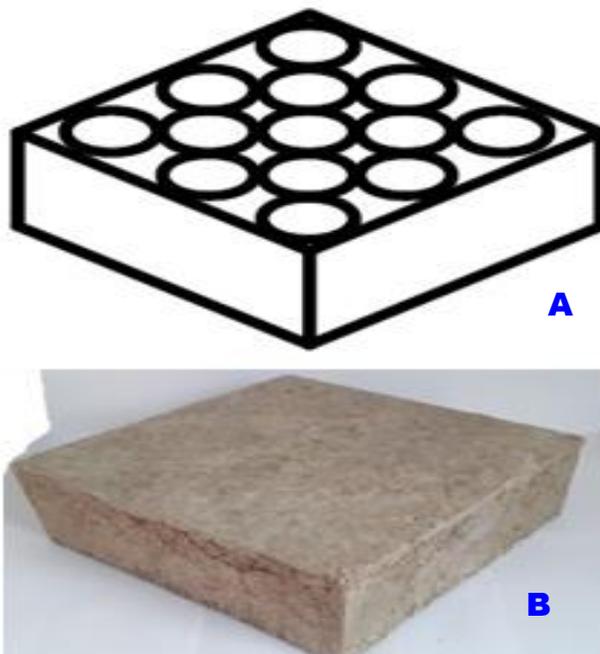
Cuarto paso, para carácter aplicativo será necesario conocer la dosificación en masa de la mezcla de adherencia que estará conformado de cemento portland tipo I, agua potable, aserrín (astillas y virutas).

- e. Vaciado de mortero e inclusión de tarros desechables de hojalata en el bloque ecológico.

Quinto paso, el vaciado se realizará en 3 etapas, primero la conformación de la base de espesor de 1 cm, segundo el llenado de los intersticios de los 13 tarros de hojalata y el molde respetando el número máximo de chuzadas con la finalidad de eliminar los vacíos y tercero la conformación de la capa superior a través del enrasado y nivelado.

- f. Desencofrado y almacenado de bloque ecológico elaborado con tarros desechables de hojalata.

Sexto paso, transcurrido las 24 horas se procederá a desmontar el molde metálico y retirar el bloque ecológico, y esperar los 21 días de secado de espécimen en un ambiente controlado.



**Figura 47.** Bloque ecológico: A, concepción teórica; B, espécimen elaborado.  
Fuente: Elaboración propia.

- g. Flujograma de proceso de la elaboración de bloques ecológicos con tarros desechables de hojalata para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de .17 metros.
- h. Nos permitirá tener una visión clara de los pasos a seguir para cumplir el objetivo

### **3.3. Del objetivo específico 3.**

#### **3.3.1. Propiedades físicas – mecánicas del bloque ecológico y ladrillo convencional de arcilla.**

Las propiedades física – mecánicas de los bloques ecológicos elaborados con tarros desechables de hojalata respecto al ladrillo convencionales de arcilla para una losa unidireccional, se tiene como datos resultantes que se detallan en la tabla siguiente:

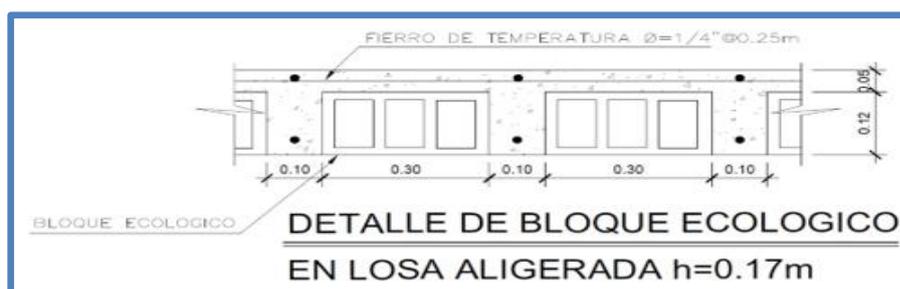
**Tabla 15**

*Comparativo de propiedades físicas – mecánicas de bloque ecológico y ladrillo convencional de arcilla.*

COMPARATIVO DE PROPIEDADES FÍSICAS – MECÁNICAS DE BLOQUE ECOLÓGICO Y LADRILLO CONVENCIONAL DE ARCILLA				
ESPÉCIMEN	PESO	ALABEO (+/-)	FC	FLEXO TRACCIÓN
Bloque ecológico	4.95 -5.20 Kg	2 mm	8.8 kg/cm <sup>2</sup>	3.6 kg/cm <sup>2</sup>
Ladrillo convencional de arcilla	6.33- 6.80 kg	4 mm	0.81 kg/cm <sup>2</sup>	2 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

En el comparativo se evidencia que el bloque ecológico elaborados con tarros desechables de hojalata, en las propiedades físicas presentan una variación en el peso los bloques ecológicos son 22% más livianos frente al ladrillo convencional de arcilla, por tanto, disminuye la carga muerta en la losa aligerada y en las dimensiones del bloque ecológico presentan el alabeo, menor que los ladrillos de arcilla lo cual resulta favorable para su utilización. La propiedad mecánica de la resistencia a la compresión es mayor que las unidades de ladrillo de arcilla y en flexo tracción se observa un resultado superior al ladrillo de arcilla convencional, como indicador de resultado óptimo para su uso en las losas unidireccionales con espesor de 0.17 metros.



**Figura 48.** Detalle de bloque ecológico en losa aligerada.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2. Comparativo de costo por unidad de bloque ecológico y ladrillo convencional de arcilla.

El costo por unidad de los bloques ecológicos elaborados con tarros desechables de hojalata respecto al ladrillo convencionales de arcilla para una losa unidireccional, se obtiene del análisis de costo unitario del bloque ecológico (tabla 9) y se tomará como referente al menor costo de ladrillo de arcilla (tabla 10), se presentan los datos en la tabla siguiente:

**Tabla 16**

*Comparativo de costo por unidad de bloque ecológico y ladrillo convencional.*

COMPARATIVO DE COSTO POR UNIDAD DE BLOQUE ECOLÓGICO Y LADRILLO CONVENCIONAL		
ESPÉCIMEN	MARCA	COSTO (S/)
Ladrillo convencional de arcilla hueco 12	FORTES	2.45
Bloque ecológico elaborados con tarros desechables de hojalata	S/M	2.29
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo por unidad incluye IGV.</li> <li>• Consulta de precios realizas en el mes octubre del 2021.</li> </ul>		

Fuente: Elaboración propia.

En el comparativo se evidencia que el costo por unidad de bloques ecológicos elaborados con tarros desechables de hojalata es de S/. 2.29 soles, mientras que el ladrillo convencional de arcilla se cotiza en S/. 2.45, por lo que el bloque ecológico es un producto económico, factible de ser utilizado en la construcción de lozas aligeradas de espesor 0.17 metros.

## Capítulo IV. Discusión y conclusiones

### 4.1. Discusiones

#### A. Del objetivo específico 1.

La investigación de Domínguez & Guemez (2010) en la fabricación y evaluación de paneles aplicables a la industria de la construcción a partir del reciclaje de envases de multicapas (tetra pack) indican sobre los envases de tetra pack que se encuentran constituidos en un 75% de cartón, 20% de polietileno de baja densidad y 5% de aluminio. En la fase colecta y selección de la materia prima, se realizaron a través de puntos de acopio, recolectando 1500 envases de 6 tipos de envases de tetra pack, para posteriormente seleccionar de 4 tipos: tetra brick 85%, tetra wedge 12%, tetra recart 2% y tetra classic 1% de un total de 35 Kg.

Para la elaboración del bloque ecológico en base a tarros desechables de hojalata se tuvo que tener en consideración características como la composición química constituidas con láminas de acero (90%) y recubierto con estaño (1%) que garantiza la resistencia a productos químicos y abrasión exterior, presentando un barnizado interior que optimiza la conservación de alimentos. Así como también las características físicas - mecánicas, dimensiones de altura de 10 cm y diámetro de 7.04 cm, peso de envase vacío es de 48 gr, color interno dorado y externo plata, conformado por 3 piezas maleables de espesor de base y tapa de 0.191 mm y cuerpo de 0.258 mm, las características antes mencionadas corresponden a los tarros de hojalata de leche evaporada de 410 gr, una vez identificadas las características se procedió establecer un punto de acopio, se logró la recolección de 78 envases de materia prima en buen estado físico sin presencia de corrosión ni deformación en su superficie.

La consideración de las características y los criterios de selección de la materia prima en las investigaciones responden a una realidad propia en el entorno desarrollado, siendo los materiales reciclados como los envases de tetra pack y tarros de hojalata con mayor empleo y

eliminación, el conocimiento de las características del material reciclable son relevantes para el tratamiento e inclusión en la elaboración que van desde la constitución química, aspectos físicos. En la elaboración de paneles con la inclusión de envases de tetra pack el investigador emplea gran cantidad de muestras debido al proceso de trituración e inclusión como material reciclado en la elaboración de paneles, mientras en nuestra investigación agregamos los tarros de hojalata de determinadas características definidas en el diseño teórico del bloque ecológico.

## **B. Del objetivo específico 2.**

La investigación de Arrascue & Cano (2017) sobre la utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la fabricación de ladrillos vibrocompactado de cemento, menciona sobre proceso de fabricación presenta las siguientes etapas que inician de la selección de los materiales, disponibilidad de equipos, dosificación y mezclado, moldeado y fraguado, curado, almacenado y control de calidad de los especímenes.

Para la elaboración del bloque ecológico en base a tarros desechables de hojalata se estableció el proceso que inicio en el diseño teórico del prototipo, preparación del molde metálico, disposición de los tarros desechables, dosificación de la mezcla de adherencia, vaciado de mezcla e inclusión de tarros y finalmente concluye con el desencofrado y almacenado de los bloques ecológicos.

Los especímenes desarrollados en las investigaciones mencionados divergen en uso y tipo de unidad respondiendo cada uno a un proceso de elaboración, control y ensayos. En la investigación desarrollada por Arrascue & Cano se elabora un ladrillo tipo I (King Kong artesanal) con adhesión de plásticos a un 55% y uso de mortero convencional, para un uso estructural en paredes, el proceso amerita el empleo de un molde metálico y una mesa vibratoria para asegurar un producto de calidad. En la elaboración del bloque ecológico en

base a tarros desechables de hojalata en nuestro caso buscamos sustituir un ladrillo tipo tubular para techo, al tratarse de un elemento de relleno en las losas unidireccional, el tarro de hojalata implementados aporta con la disminución de las cargas muertas, y emplea una mezcla de adherencia ecológica durante el proceso nuestro espécimen no necesita de una mesa vibratoria pero si se realiza la liberación del aire atrapado mediante el chuseo con una varilla metálica, los bloques ecológicos no necesitan pasar por el proceso de curado, solo necesitan un lugar de almacenamiento con temperatura de ambiente.

### **C. Del objetivo específico 3.**

La investigación de Arrascue & Cano (2017) sobre la utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la fabricación de ladrillos vibrocompactado de cemento, respecto a las propiedades físicas – mecánicas, determino que sus muestras en 55% de agregado PET, pesan en un 10% (460 gr) menor al ladrillo patrón, respecto al ensayo de compresión los especímenes presentaron  $57 \text{ kg/cm}^2$  cumpliendo con la resistencia mínima para el ladrillo tipo 1 y la densidad es inversamente proporcional al porcentaje adicionado de PET ( $1.792 \text{ gr/cm}^3$ ) con relación al ladrillo patrón ( $1.838 \text{ gr/cm}^3$ ).

Los ensayos para determinar las propiedades físicas – mecánicas muestran que ambas unidades ecológicas como el ladrillo tipo I con adición de plásticos en 55% y el bloque ecológico con tarros de desechables de hojalata, presentan propiedades favorables respecto al uso, peso, compresión, flexo - tracción y alabeo respecto a los convencionales de tipo King Kong artesanal y ladrillo para techo 12 hueco encontrados en el mercado, los resultados de los ensayos practicados confirman que los elementos constructivos con la adición de materiales reciclables (envases de tetra pack y tarros de hojalata) pueden ser utilizados como nuevos elementos constructivos ecológicas amigables al entorno. Así también la atribución de

las propiedades térmicas y acústicas en el producto final debido a la naturaleza de los materiales reciclados empleados.

La investigación de Prieto(2014), determino que los paneles prefabricados de hormigón aliviano a base de el periódico y cartón reciclado evidencian una reducción de precios, respecto a los comerciales como hormypol que se venden paneles macizos de 1.20 m y 0.90 m, a \$ 25.80 dólares y panel de 1.20 m y 0.90 m con placa poliestireno mas malla hexagonal a \$ 30.50 dólares y los desarrollados en la investigación de 1.20 m y 0.90 m tendría un valor de \$ 14.06 dólares y el panel con placa de poliestereno de 1.20 m y 0.90 m a \$ 16.02 dólares.

En la elaboración del bloque ecológico en base a tarros desechables de hojalata se evidencio una diferencia económica favorable. El costo por unidad del bloque ecológico elaborado con tarros de hojalata de dimensiones de (30x30x12) cm corresponde a S/ 2.29 mientras que un ladrillo de arcilla hueco de 12 de dimensiones (30x30x12) presenta un precio de S/ 2.45 por unidad en el mercado local.

Los elementos constructivos elaborados con materiales reciclables como paneles de hormigón aliviano con adhesión de papel y cartón se determinó diferencias favorables de \$ 11.74 y \$ 16.44 y en bloques ecológicos a base de tarros de hojalatas se determinaron diferencias favorables de S/ 0.16 los análisis de precios fueron realizados en la moneda local de soles. Con las diferencias comprobadas en ambas investigaciones la adición de materiales reciclables en los elementos constructivos de albañilería se optimizan los precios y se tienen elementos amigables al entorno. Ambos productos presentan diferencias favorables en su costo.

## 4.2. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

### A. Del objetivo específico 1.

Se logró identificar las características de los tarros desechables de hojalata a emplear en la investigación bajo los criterios de propiedades químicas, físicas y mecánicas, promoviendo la buena práctica de la recolección de los tarros desechables que en su primer uso contenían leche evaporada, cuyas medidas exteriores son de 74 mm de diámetro y 100 mm de altura, pasando el proceso de selección por dimensiones, apariencia física y limpieza para la eliminación de sustancias que puedan afectar a la estructura interna del bloque ecológico, haciéndolos empleables para la elaboración de los bloques ecológicos con dimensiones de (12x30x30x)cm.

### B. Del objetivo específico 2.

El proceso de elaboración de los bloques ecológicos de tarros desechables fue la más óptima considerando los aspectos técnicos durante su elaboración como: tratamiento de la materia prima (tarros de hojalata), la dosificación de la mezcla de adherencia (cemento, agua y aserrín), la disposición de los tarros de hojalata en el molde metálico, vaciado y conformación de la mezcla de adherencia (conformación de la capa inferior, llenado de intersticios, conformación de capa superior), desmoldado y almacenado (molde metálico desmontable) y tiempo de secado indicado de los especímenes, asegurando un producto de calidad que cumpla los ensayos respectivos.

### **C. Del objetivo específico 3.**

Los bloques ecológicos elaborados con tarros desechables de hojalata, presentaron propiedades físicas-mecánicas óptimas para su utilización que fueron comprobados a través de los ensayos de alabeo (menor a 2 mm), peso (4.95 – 5.20 Kg), compresión (8.8 Kg/cm<sup>2</sup>), flexo-tracción (3.6 Kg/cm<sup>2</sup>) y económicamente el costo por unidad del bloque ecológico es de S/ 2.29 respecto al ladrillo convencional de arcilla que tiene un costo de S/. 2.45 por unidad, cumpliendo con las propiedades físicos-mecánicas y económico brindando la factibilidad del uso de estos bloques ecológicos elaborados con tarros desechables para su empleo en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, confirmando la hipótesis general.

## REFERENCIAS

- Aballe, M. (2014) *Reciclado de envases metálicos. Análisis de procedimientos actuales en España y en Europa y perspectivas de mejora para mantener a los materiales permanentes en el ciclo productivo*. CONAM-2014.
- Alavedra, P., Domínguez, J., Gonzalo, E. y Serra, J. (s.f.). *La construcción sostenible. El estado de la cuestión*. Instituto Juan de Herrera.  
<http://habitat.aq.upm.es/boletin/n4/apala.html>
- Altamirano J, Bullón O, Cajacuri, K, Chiok F y Salvatierra J. (2017) *Ladrillos ecológicos con material reciclado PET*. (Investigación de pre grado) Universidad San Ignacio de Loyola. Lima. <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/3272>
- Arrascue, E. y Cano, M. (2017) *Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la fabricación de ladrillos vibrocompactado de cemento*. (Tesis de pre grado). Universidad Nacional del Santa. Perú. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2728>
- Carlessi, H. y Reyes, C. (2017). *Metodología y diseño en la investigación científica*. Quinta ed. Perú: Business Support Aneth.
- Ecoembes (2018) *Gestión de envases domésticos metálicos*. FER, España
- Ecologia Verde. (s/f) *Cómo hacer ladrillos ecológicos con botellas de plástico*. (Blog). <https://www.ecologiaverde.com/como-hacer-ladrillos-ecologicos-con-botellas-de-plastico-1872.html>
- Decorepro. (s/f) *Bloques de cemento y aserrín*. (Blog). <https://es.decorexpro.com/blok-haus/iz-cementa-i-opilok/>
- Domínguez, J, Guemez, D. (2018). *Fabricación y evaluación de paneles aplicables a la industria de la construcción a partir del reciclaje de envases multicapa (tetra brik)*.

Universidad de Autónoma de Yucatán. México.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46715742007>

Econia Empresarial II (2010) *Guía de buenas prácticas para el reciclaje de vehículos fuera de uso en Cataluña*. Agencia de Residuos de Cataluña

Gaggino, R. (2008) *Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción*. Revista INVI, agosto, año/vol. 23, número 063 Universidad de Chile.

Gallardo, J. (2019) Apuntes de clases. EM Ingenieros. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú.

Giraldo, O. (2003) *Estructuras de hormigón I*. Universidad Nacional de Colombia

Hernández R, Fernández C y Bautista P. (2014). *Metodología de la investigación*. 6ta Ed. México: McGraw Hill. México D.F.

Kandelin, E. (2018) *Cómo el aluminio y la hojalata son mejores que los paquetes de plástico*  
<https://www.desjardin.fr/es/blog/how-aluminium-and-tinplate-are-better-than-plastic-packages>

Leiva D y Reyes J (2017) *Ladrillos ecológicos: una estrategia didáctica*. X Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. Sevilla

Martínez, A. y Cote, M. (2014) *Diseño y fabricación de ladrillo reutilizando materiales a base de PET*. ING E CUC, vol.10, N° 2

Ministerio del Ambiente – MINAM (2018) *En el Perú solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables*. <https://sinia.minam.gob.pe/novedades/peru-solo-se-recicla-19-total-residuos-solidos-reaprovechables>.

Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (2009) *Guía de envases y embalajes*. Ed.

Mincetur. Lima.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006). *Reglamento Nacional de edificaciones, RNE – E070 Albañilería*. Lima.

Miranda, L., Neira, E., Torres, R. y Valdivia, R. (2018). *Perú hacia la construcción sostenible en escenarios de cambio climático*. Foro Ciudades para la Vida.

[http://www.cies.org.pe/sites/default/files/files/articulos/economiaysociedad/la\\_construccion\\_sostenible\\_en\\_el\\_peru.pdf](http://www.cies.org.pe/sites/default/files/files/articulos/economiaysociedad/la_construccion_sostenible_en_el_peru.pdf)

Mujica, R. (2004). *Bloques aligerados de papel reciclado*. Universidad de Piura. [Tesis de pregrado]. Perú. [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1438/ICI\\_121.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1438/ICI_121.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

NTP 339.008 (2017). *Norma técnica peruana de unidades de albañilería. Bloques de concreto para techos aligerados*. Requisitos. 4a Edición. INACAL. Lima.

NTP 331.040 (2015). *Norma técnica peruana de unidades de albañilería, Ladrillo hueco cerámico para techos y entrepisos aligerados*. Requisitos. 2a Edición. INACAL. Lima.

NTP 400.037 (2018) *Norma técnica peruana de Agregados, Agregados para concreto. Requisitos*. 4a Edición. INACAL. Lima.

NTP 334.009 (2020) *Norma técnica peruana de Cementos, Cementos Portland. Requisitos*. 7a Edición. INACAL. Lima.

NTP 214.003 (2014) *Norma técnica peruana de Agua potable*, 2a Edición. INACAL. Lima.

NTP 339.604 (2015) *Norma técnica peruana de Unidades de Albañilería, Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto*. 1a Edición. INACAL. Lima.

- NTP 339.613 (2017) *Norma técnica peruana de Unidades de Albañilería, Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usado en albañilería*. 2a Edición. INACAL. Lima.
- Olivera, F. (2016) *Diseño de una red de recolección de botellas PET en Lima* (Tesis de pregrado) Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima  
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7599>
- Optolov. (s/f). *Bloques de arbolite con tus propias manos. ¿Cómo hacer bloques de hormigón de madera con tus propias manos? Bloques de arbolita, construcción: ventajas y desventajas.* (Blog). <https://optolov.ru/es/remont-v-kvartire/arbolitovye-bloki-svoimi-rukami-kak-sdelat-arbolitovye-bloki-svoimi.html>.
- Piñeros, P. y García, A. (2009). *Prácticas ambientales en el sector de la construcción*. El caso de las empresas constructoras españolas. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa. ISSN: 1135-2523.
- Prieto, S. (2014). *Panel prefabricado de hormigón aliviano a base de papel periódico y cartón reciclado*, destinado a vivienda de interés social. Ecuador.  
<https://search.proquest.com/docview/2102331268/5087EC11428842FBPO/5?accountid=36937>
- Reyna, C (2016). *Reutilización de plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Perú.  
<http://www.dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3158>
- Romero, A. y Ahumada, N. (2014). *Desarrollo autosostenible de la implementación de la construcción de la escuela "porvenir" con la utilización de material reciclable*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia. Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/1882>

Villegas, A. (2012). *Uso de materiales reciclados para la construcción*. (Tesis de pregrado).

Universidad de Veracruz. México. [https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/](https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/30606/VillegasRomero.pdf?sequence=1)

[123456789/30606/VillegasRomero.pdf?sequence=1](https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/30606/VillegasRomero.pdf?sequence=1)

Villavicencio, W (2020) *Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE*. Lima - Perú.

[https://waltervillavicencio.com/reglamento-nacional-de-edificaciones-rne-actualizado-](https://waltervillavicencio.com/reglamento-nacional-de-edificaciones-rne-actualizado-con-texto-copiable/)

[con-texto-copiable/](https://waltervillavicencio.com/reglamento-nacional-de-edificaciones-rne-actualizado-con-texto-copiable/)

## ANEXOS

Anexo I - Matriz de Consistencia.

Anexo II. Rendimiento del Análisis de Costo del Bloque Ecológico elaborados con tarros de Hojalata.

Anexo III - Precio de insumos (materiales de construcción y mano de obra).

Anexo IV - Precios de ladrillo de arcilla hueco 12 liso.

Anexo V - Panel fotográfico.

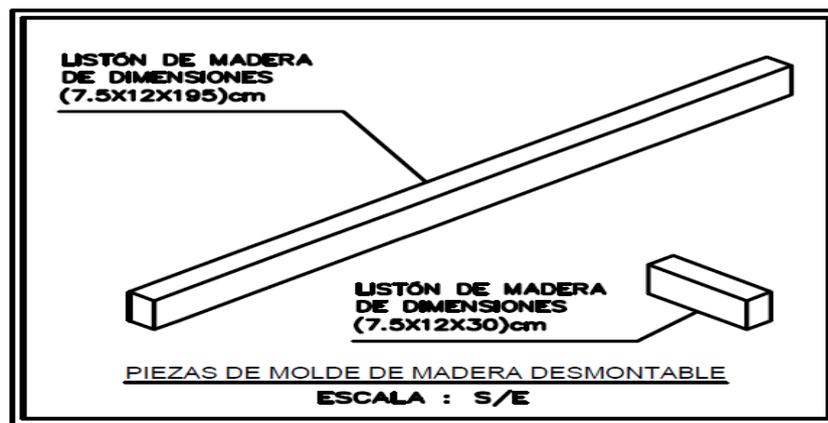
## Anexo I. Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones e indicadores	Metodología	Población
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿Cómo elaborar bloques ecológicos de tarros desechables de hojalata para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020?</p> <p><b>Problema específico 1</b></p> <p>¿Qué características deben tener los tarros desechables de hojalata para ser procesados y empleados en la elaboración de bloques ecológicos para una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020?</p> <p><b>Problema específico 2</b></p> <p>¿Qué proceso se debe seguir en la elaboración de bloques ecológicos con tarros desechables de hojalata para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020?</p> <p><b>Problema específico 3</b></p> <p>¿Cuáles son las propiedades físicas - mecánicas y costo de los bloques ecológicos elaborados con tarros desechables de hojalata con respecto al bloque convencional para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado de Rinconada del Bosque, Lurigancho – Chosica 2020?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Elaboración de bloques ecológicos de tarros desechables de hojalata para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020</p> <p><b>Objetivo específico 1</b></p> <p>Determinar las características que deben tener los tarros desechables de hojalata para ser procesados y empleados en la elaboración de bloques ecológicos para una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020</p> <p><b>Objetivo específico 2</b></p> <p>Determinar el proceso que se debe seguir en la elaboración de bloques ecológicos con tarros desechables de hojalata para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020</p> <p><b>Objetivo específico 3</b></p> <p>Determinar las propiedades físicas - mecánicas y costo de los bloques ecológicos elaborados con tarros desechables de hojalata con respecto al bloque convencional para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado de Rinconada del Bosque, Lurigancho – Chosica 2020</p>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>Los bloques ecológicos elaborados a base de tarros desechables de hojalata podrán ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020.</p> <p><b>Hipótesis específica 1</b></p> <p>Las características que deben tener los tarros desechables de hojalata para ser procesados y empleados ayudaran en la elaboración de bloques ecológicos para una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020.</p> <p><b>Hipótesis específica 2</b></p> <p>El proceso que se debe seguir en la elaboración de bloques ecológicos con tarros desechables de hojalata será el más apropiado para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado Rinconada del Bosque, Lurigancho - Chosica, 2020.</p> <p><b>Hipótesis específica 3</b></p> <p>Las propiedades físicas - mecánicas y costo de los bloques ecológicos elaborados con tarros desechables de hojalata serán favorables con respecto al bloque convencional para ser empleados en una losa unidireccional con espesor de 0.17 metros, en el centro poblado de Rinconada del Bosque, Lurigancho – Chosica 2020</p>	<p><b>Independiente</b></p> <p>Tarros desechables de hojalata.</p> <p><b>Dependiente</b></p> <p>Bloques ecológicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Recolección de material reciclable.</li> <li>▪ Ensayos de laboratorio de bloque ecológico.</li> <li>▪ Materiales amigables al entorno.</li> <li>▪ Aspectos técnicos y económicos favorables del bloque ecológico.</li> </ul>	<p><b>Diseño</b></p> <p>Investigación aplicada, con diseño experimental y enfoque cuantitativo con base en la medición numérica y análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y robar teorías.</p> <p><b>Técnica</b></p> <p>Recolección de material reciclable. Diseño teórico de bloque ecológico. Diseño practico de bloque ecológico. Ensayos en laboratorio Estadística descriptiva Estadística inferencial</p> <p><b>Instrumento</b></p> <p>Balanza con aproximación de 0.01 gr. Probeta de 500 ml Vernier Herramientas manuales Molde metálico de dimensiones interiores (30*30*12) cm</p> <p><b>Análisis de datos</b></p> <p>Cuadros de datos Fórmulas Fotos</p>	<p>Para esta investigación el número de población y muestra serán iguales, según la norma NTP 399.604:2002, establece que se seleccionarán 6 especímenes cada lote de 10 000 unidades o menos y 12 especímenes cuando sea mayores a 10 000 unidades. para nuestra investigación se desarrollarán 6 especímenes para aplicar los respectivos ensayos.</p> <p><b>Población</b></p> <p>180 bloques ecológicos elaborados con tarros desechables de hojalata.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>6 bloques ecológicos elaborados con tarros desechables de hojalata.</p>

**Anexo II.** Rendimiento de los análisis de costo del bloque ecológico elaborados con tarros de hojalata.

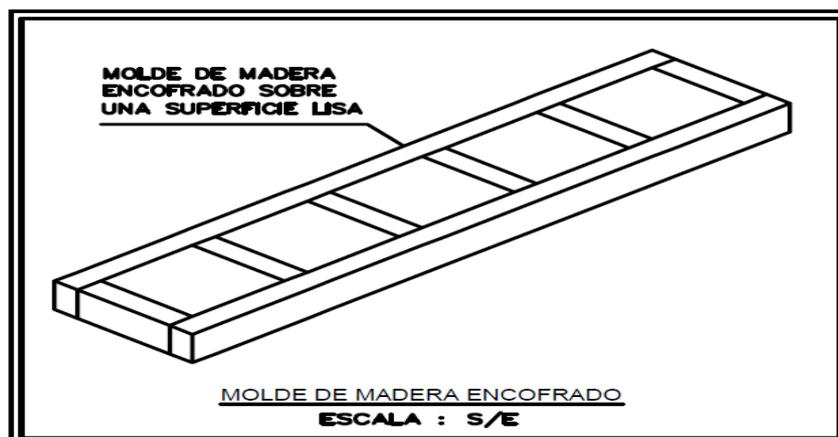
### **Rendimiento de los análisis de costo del bloque ecológico elaborados con tarros de hojalata**

En el rendimiento propuesto en el análisis de costo unitario, se reemplazará el molde metálico usado en la elaboración del prototipo del bloque ecológico, con la finalidad de optimizar la producción de los bloques ecológicos a mayor escala, para la cual se emplearán encofrados de madera, cada molde estará conformado por 1 juego de 2 listones de (7.5x12x195) cm y 6 listones de (7.5x12x30) cm. (Figura 1).



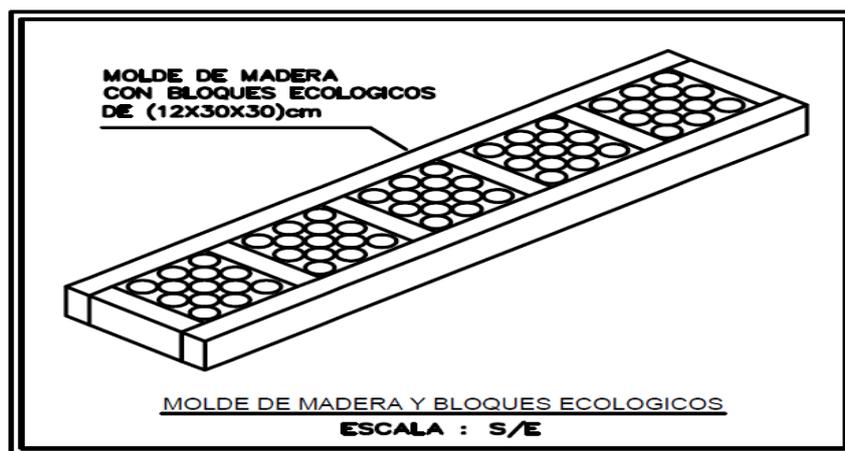
*Figura 1.* Piezas de molde de madera desmontable.  
Fuente: Elaboración propia.

El montaje y desmontaje del encofrado de madera (Figura 2) para los bloques ecológicos serán realizados por un peón, sobre una superficie nivelada y lisa.



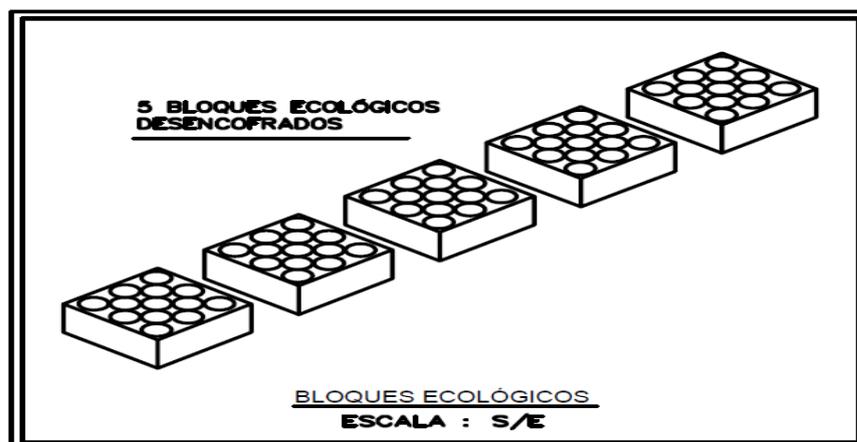
*Figura 2.* Montaje de encofrado de madera.  
Fuente: Elaboración propia.

La preparación de la mezcla de adherencia, disposición de los tarros de hojalata, el vaciado de la mezcla en el molde de madera serán desarrolladas por un peón previamente capacitado, sobre los controles técnicos de calidad como la dosificación de la mezcla, conformación de capas superior e inferior, chuzado en el proceso de vaciado concerniente a un juego de molde de madera (Figura 3).



*Figura 3.* Molde de madera y bloques ecológicos.  
Fuente: Elaboración propia.

El desmontaje y almacenamiento de los bloques ecológicos deben ser en un lugar fresco hasta el secado, la temperatura debe ser al ambiente y endurecimiento de los especímenes todos estos trabajos deberán ser realizados por un peón capacitado (figura, 4).



*Figura 4.* Desmoldado de los bloques ecológicos  
Fuente: Elaboración propia.

Para la elaboración de 180 unidades de bloques ecológicos serán necesarios emplear 18 moldes de madera, las cuales se realizarán en 2 tandas de producción, primera tanda 90 unidades y segunda tanta 90 unidades, como se detalla en la tabla N° 1. Dicho trabajo se desarrollará con la participación de un peón previamente capacitado. Esta propuesta de elaboración a gran escala de los bloques ecológicos no contempla la etapa de recolección, selección y limpieza de la materia prima (tarros de hojalata).

**Tabla 1** *Producción de bloques ecológicos.*

TANDAS DE PRODUCCIÓN	CANTIDAD PARCIAL (Und)	CANTIDAD TOTAL (Und)
Primera tanda	90	180
Segunda tanda	90	

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo III.** Precio de insumos (materiales de construcción y mano de obra), fuente revista costos.

# SUPLEMENTO TÉCNICO

## Julio 2021

**COSTOS** le ofrece la información técnica más completa para el sector construcción, en páginas diferenciadas por el color del papel. Nuestra información es confiable y es producto de nuestra propia investigación, procesada mensualmente con el software S10.



### DATOS TÉCNICOS

Difusión de Fichas Técnicas de Productos, Valores por m<sup>3</sup> de diferentes Tipologías de obras, y otros datos técnicos de ayuda para el lector.

### PRECIOS DE PARTIDAS

Edificaciones - Pisos en Zonas Urbanas - Saneamiento

Se incluye lista de partidas con precios unitarios, desglosados por materiales, mano de obra y equipos. Los precios unitarios no han considerado los gastos generales ni las utilidades. Comprenden las leyes sociales para mano de obra.

Los precios de insumos para las partidas no incluyen fletes a menos que se indiquen en el Capítulo 3. Los precios son referenciales y no incluyen I.G.V.



### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Diversas Especialidades

Se detalla rendimientos diarios, las incidencias y los precios de materiales, mano de obra (inc. Leyes sociales), equipo y herramientas para cada partida. Los rendimientos suponen días de 8 horas.

Los precios de insumos para las partidas no incluyen fletes a menos que se indique en el Capítulo 3. Es importante considerar que las incidencias que conforman los análisis deben ser considerados como referenciales.



### PRECIOS DE RECURSOS

Materiales de Construcción - Mano de Obra - Equipos

Los precios de materiales rigen para la ciudad de Lima. Están expresadas en nuevos soles o dólares y no consideran descuentos por volumen, fletes y descuento a proveedores (a menos que se indique al final de cada lista). Son referenciales, es decir el usuario deberá considerar forma de pago, volumen, etc. Los cálculos de Costo de hora-hombre que se publican en este capítulo son los preparados por el Ing. Jesús Ramos Salazar, que obedecen a condiciones promedio, y son de carácter referencial. Cada Ingeniero o Empresa debe elaborar el propio de acuerdo con los condicionantes que se presenta en la elaboración del Presupuesto o en la gestión de Costos que realice. Los cálculos de % de Leyes Sociales han sido determinados en base a los días del año correspondiente.



### ESTADÍSTICAS Y LICITACIONES

Índices - Dólar - Inflación - Producción y Venta de Principales materiales

Estadísticas: Índices unificados de precios, Factores de reajuste para obras de edificación privadas, Cuadros de variación diaria del dólar americano de los últimos 12 meses, índice de inflación, cuadro de valores oficiales de edificaciones, producción y venta de principales materiales. Licitaciones: Listado de convocatorias a licitación, concursos públicos y buenas para para ejecución de obras publicadas en El Peruano durante el último mes.

Este suplemento contiene información que ha sido preparada con fines informativos y recopilada de buena fe. Utilizando información que han puesto a disposición de nuestra empresa diversas empresas e instituciones, así como información pública disponible.

**Figura 1.** Suplemento técnico julio 2021 de revista costos.

Fuente: Revista Costos.

### COSTO DE HORA HOMBRE EN OBRAS DE EDIFICACIÓN (VIGENTE AL 1 DE ENERO DEL 2021)

ITEM	CONCEPTOS	CATEGORÍA		
		OPERARIO	OFICIAL	PEÓN
1.00	REMUNERACIÓN BÁSICA VIGENTE (RB) (vigente del 01.06.2020 al 31.05.2021)	71.80	56.55	50.80
2.00	BONIFICACIÓN UNIFICADA DE CONSTRUCCIÓN (BUC) (vigente del 01.06.2020 al 31.05.2021)	22.98	16.97	15.24
3.00	LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE LA RB (114.21%)	82.00	64.59	58.02
4.00	LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE EL BUC (12.00%)	2.76	2.04	1.83
5.00	BONIFICACIÓN POR MOVILIDAD ACUMULADA	8.00	8.00	8.00
6.00	OVEROL (2 und. anuales)	0.40	0.40	0.40
	<b>COSTO DÍA HOMBRE ( DH )</b>	<b>187.94</b>	<b>148.55</b>	<b>134.29</b>
	<b>COSTO HORA HOMBRE ( HH )</b>	<b>23.49</b>	<b>18.57</b>	<b>16.79</b>

1.- El Acta Final de Negociación Colectiva en Construcción Civil 2020-2021, Expediente N° 204-2020-DGT de 24.08.2020, ítem I. Incremento de Remuneraciones, Clausula Primera, acuerda a partir del 1 de junio de 2020 un aumento general sobre el jornal básico diario, según las siguientes categorías: Operario: S/. 1.50 Oficial: S/. 1.15 Peón: S/. 1.10

2.- El Acta Final de Negociación Colectiva en Construcción Civil 2019 -2020, modifica el nombre de "Bonificación por Movilidad Acumulada" por el de "BONIFICACION POR MOVILIDAD" cuyo monto a nivel nacional será de S/.8.00 por día laborado y S/. 5.00 cuando se labora en día domingo o feriado. (Ítem II. Condiciones de Trabajo: Bonificación por Movilidad")

3.- El Acta Final de Negociación Colectiva en Construcción Civil 2015-2016, ítem II Condiciones de Trabajo conviene en crear la la BONIFICACION POR TRABAJOS CON ALTAS TEMPERATURAS EN INFRAESTRUCTURA VIAL (Mezcla Asfáltica) por un monto de S/. 3.50 por día de trabajo, para la compra de una bebida hidratante solo para la cuadrilla que labora en contacto con altas temperaturas en Obras de Infraestructura Vial en los trabajos con mezcla asfáltica. No es base de cálculo para las leyes sociales y/o beneficios sociales tales como CTS, Gratificaciones, vacaciones, horas extras y otros; y se pagará los días domingo y feriados eventualmente trabajados.

4.- El Acta Final de Negociación Colectiva en Construcción Civil 2013-2014, ítem II Condiciones de Trabajo conviene en elevar la BONIFICACION POR ALTA ESPECIALIZACION - BAE , bajo las mismas condiciones establecidas en el Convenio 2012-2013 de la siguiente manera: - Operario Operador de Equipo Mediano, del 6% al 8% de su Jornal Básico. - Operario Operador de Equipo Pesado, del 8% al 10% de su Jornal Básico. - Operario Electromecánico,

**Figura 2.** Costo de hora hombre en obras de edificación.

Fuente: Revista Costos.

CLAVO C/CABEZA P/CONSTRUCCION 2 1/2"	KG	0,96	\$
CLAVO C/CABEZA P/CONSTRUCCION 3"	KG	0,96	\$
CLAVO C/CABEZA P/CONSTRUCCION 4"	KG	0,96	\$
<b>CEMENTO PUESTO EN OBRA</b>			
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS :42.5 KG) EL SOL	BLS	19,32	
CEMENTO PORTLAND TIPO V (BLS: 42.5 KG) ANDINO	BLS	23,05	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS :42.5 KG) ANDINO	BLS	20,08	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 KG) APU	BLS	17,37	
CEMENTO ANDINO TIPO HS	BLS	20,59	
CEMENTO PORTLAND TIPO I A GRANEL X KG - SOL	KG	0,37	
CEMENTO PORTLAND TIPO I A GRANEL X KG - ATLAS	KG	0,34	
CEMENTO PORTLAND TIPO I A GRANEL X KG- APU -(KG)	KG	0,34	
CEMENTO ANDINO TIPO HS A GRANEL X KG	KG	0,38	
<b>CONCRELISTO</b>			
CONCRELISTO F'C=100 (40 KG) TIPO I	BLS	4,86	
CONCRELISTO F'C=140 (40 KG) TIPO I	BLS	5,17	
CONCRELISTO F'C=175 (40KG) TIPO I	BLS	5,42	
CONCRELISTO F'C=210 (40 KG) TIPO I	BLS	5,87	
CONCRELISTO F'C=245 (40 KG) TIPO I	BLS	6,57	
CONCRELISTO F'C=280 (40 KG) TIPO I	BLS	6,65	
CONCRELISTO F'C=315 (40 KG) TIPO I	BLS	6,98	
CONCRELISTO F'C=350 (40 KG) TIPO I	BLS	7,58	
CONCRELISTO F'C=100 (40 KG) TIPO V	BLS	5,52	
CONCRELISTO F'C=140 (40 KG) TIPO V	BLS	5,93	
CONCRELISTO F'C=175 (40 KG) TIPO V	BLS	6,26	
CONCRELISTO F'C=210 (40 KG) TIPO V	BLS	6,85	
CONCRELISTO F'C=245 (40 KG) TIPO V	BLS	7,79	
CONCRELISTO F'C=280 (40 KG) TIPO V	BLS	7,9	
CONCRELISTO F'C=350 (40 KG) TIPO V	BLS	8,34	
CONCRELISTO LIQUIDO (BLS=40 KG) TIPO I	BLS	6,18	
CONCRELISTO LIQUIDO (BLS=40 KG) TIPO V	BLS	7,29	
<b>SUPERMORTERO</b>			
SUPERMORTERO 1:4 (40 KG) TIPO I	BLS	6,01	
SUPERMORTERO 1:4 (40 KG) TIPO V	BLS	7,13	
SUPERMORTERO 1:5 (40 KG) TIPO I	BLS	5,52	
SUPERMORTERO 1:5 (40 KG) TIPO V	BLS	6,47	
<b>TARRAJEOLISTO</b>			
TARRAJEOLISTO 1:4 (40 KG) TIPO I	BLS	5,88	
TARRAJEOLISTO 1:4 (40 KG) TIPO V	BLS	6,99	
TARRAJEOLISTO 1:5 (40 KG) TIPO I	BLS	5,37	

*Lista de precios incluye flete dentro de Lima Metropolitana. No incluye IGV.*

**OXIGAS CONTRATISTAS GENERALES SRL**

**EQUIPO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS**

CARGADOR RETROEXCAVADOR BL744 82 KW	HM	45,04	\$
-------------------------------------	----	-------	----

**EQUIPO PARA COMPACTACION**

RODILLO COMPACTADOR 2.5 TON. WACKER NEUSON RD27 37.41 HP	HM	38	
PLANCHA COMPACTADORA REVERSIBLE 9.5 HP	HM	24,02	\$
VIBROAPISONADOR 2.4 HP	HM	9	\$

**VEHICULOS (CAMIONES Y CAMIONETAS)**

CAMIONETA PICK-UP 4X4 DOBLE CABINA 161-197 HP	HM	48,5	
VOLQUETE 6X4 19M3 338KW	HM	150	

*No incluye traslado a obra. Equipos mayores minimo alquiler 8 hrs. No incluye IGV.*

**PARARAYOS S.A.C.**

**PARARRAYOS**

PARARRAYOS FRANKLIN TETRA PUNTAL BR.CR.	PZA	114	\$
PARARRAYOS PDC THOR	PZA	890	\$
PARARAYOS IONIFLASH MACH 60 R.104 NIVEL III.	PZA	1153	\$
PARARAYO FRANKLIN TETRA PUNTAL DE BR. PUNTA BLUNT	PZA	108	\$
CONTADOR DE RAYOS DIGITAL CITEL LSC-A	PZA	230	\$

**PUESTA A TIERRA Y ACCESORIOS**

DOSIS QUIMICA THOR-GEL \$	PZA	21,6	\$
CONECTOR BR BARRA 5/8 3/4 P/PUESTA A TIERRA	PZA	5,4	\$
BARRA CU 3/4" C/PUNTA 2.4M	PZA	92	\$
BARRA CU 5/8" C/PUNTA 2.4M	PZA	63	\$
CEMENTO CONDUCTIVO THOR-CEM \$	BLS	25,4	\$
CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO 0.4X0.4M CON TAPA	PZA	10,5	\$
CAJA DE REGISTRO DE POLIPROPILENO CON TAPA AMARILLA	PZA	8,9	\$
CEMENTO CONDUCTIVO SAN-EARTH \$	BLS	55	\$
VIA CHISPAS CITEL BF-PC250	PZA	115	\$

**DETECTORES DE TORMENTAS**

DETECTOR DE TORMENTAS PORTÁTIL STORM PRO 2	PZA	897	\$
DETECTOR DE TORMENTAS PORTÁTIL SKYSCAN P5	PZA	367	\$

**PROTECTORES DE SOBRETENSIONES Y PICOS DE VOLTAJE**

TVSS CITEL DS42-230 MONOFÁSICO 220VAC 40KA PARA RIEL DIN.	PZA	125	\$
TVSS CITEL DS43-230 TRIFÁSICO 220VAC 40KA PARA RIEL DIN.	PZA	160	\$
TVSS CITEL DS250VG-300 UNIPOLAR 220VAC 70KA PARA RIEL DIN.	PZA	193	\$
TVSS CITEL MSB230HF MONOFÁSICO 220VAC 10KA, 16A, CONEXIÓN	PZA	169	\$

SERIE

*Los precios no incluyen fletes*

**PERU TOOL COMPANY E.I.R.L.**

**PRODUCTOS ELECTRICOS**

ALARGADOR MULTIUSO 4 SALIDAS UYUSTOOLS	UND	15,76	
--	-----	-------	--

Precios sin I.G.V. vigentes al 30/06/2021

- 3.23 -

**COSROS**

**Figura 3.** Costo de cemento portland tipo I (bls :42.5 Kg).

Fuente: Revista Costos.

OE.4.6.5.15*   CAJA DE REG. ALB. - 12" X 24" TAPA FQ. FDO.				276,21
Rendimiento : 5.00				
0101010001	CAPATAZ	hh	0,3200	28,19
0101010002	OPERARIO	hh	3,2000	23,49
0101010004	PEON	hh	1,2000	16,79
0220010003	ARENA GRUESA	m3	0,0428	48,31
0220030001	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4" Huso 67	m3	0,2500	54,15
0222010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)	bls	1,5000	18,92
022L010004	LADRILLO ARCILLA KING KONG 18 HUECOS (TIPO IV) 9x12.5x23cm	mil	0,0400	970,00
0220140005	CLAVO C/CABEZA P/CONSTRUCCION D. PROMEDIO	kg	0,5000	5,85
023B270001	AGUA	m3	0,0075	6,00
02P8570002	MARCO-TAPA FIERRO FUNDIDO P/CAJA REGISTR. 12X24"	pza	1,0000	82,97
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO	3,0000	104,34

OE.4.6.5.21*   CAJA CIEGA DE 10"X20"				214,82
Rendimiento : 4.00				
0101010001	CAPATAZ	hh	0,2000	28,19
0101010002	OPERARIO	hh	2,0000	23,49
0101010004	PEON	hh	2,0000	16,79
0220010001	ARENA FINA	m3	0,0300	42,37
0220010003	ARENA GRUESA	m3	0,0600	48,31
0220030001	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4" Huso 67	m3	0,2500	54,15
0222010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)	bls	1,5000	18,92
022L010004	LADRILLO ARCILLA KING KONG 18 HUECOS (TIPO IV) 9x12.5x23cm	mil	0,0350	970,00
0220140005	CLAVO C/CABEZA P/CONSTRUCCION D. PROMEDIO	kg	0,8600	5,85
023B270001	AGUA	m3	0,0100	6,00
0231100008	ACERO LISO GDO.60 PRECIO PROM. P/kg	kg	10,0000	4,09
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO	3,0000	86,20

OE.4.6.5.22*   CAJA CIEGA DE 24"X24"				258,96
Rendimiento : 3.00				
0101010001	CAPATAZ	hh	0,2667	28,19
0101010002	OPERARIO	hh	2,6667	23,49
0101010004	PEON	hh	2,6667	16,79
0220010001	ARENA FINA	m3	0,0300	42,37
0220010003	ARENA GRUESA	m3	0,0600	48,31
0220030001	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4" Huso 67	m3	0,2500	54,15
0222010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)	bls	1,5000	18,92
022L010004	LADRILLO ARCILLA KING KONG 18 HUECOS (TIPO IV) 9x12.5x23cm	mil	0,0500	970,00
0220140005	CLAVO C/CABEZA P/CONSTRUCCION D. PROMEDIO	kg	0,8600	5,85
023B270001	AGUA	m3	0,0100	6,00
0231100008	ACERO LISO GDO.60 PRECIO PROM. P/kg	kg	10,0000	4,09
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO	3,0000	114,93

OE.4.6.5.31*   BUZONES DE DESAGUE STD.				1.939,01
Rendimiento : 0.50				
0101010001	CAPATAZ	hh	1,6000	28,19

OE.5.2.1.13*   SALIDA DE TECHO C/TUB.SEL(3/4) CABLE TW14,CAJAS LIVIANAS				96,49
Rendimiento : 5.00				
0101010001	CAPATAZ	hh	0,1600	28,19
0101010002	OPERARIO	hh	1,6000	23,49
0101010004	PEON	hh	1,6000	16,79
02JP870003	TUBO PVC ELECTRICO SEL 3/4" X 3 m	pza	1,5000	3,81
02KJ300003	CURVA PVC ELECTRICA SEL 3/4" X 45"	pza	3,0000	0,42
02KK720003	UNION PVC ELECTRICA SEL 3/4"	pza	1,0000	0,59
02KL150003	CONEXION A CAJA PVC ELECTRICA SEL 3/4"	pza	1,0000	0,42
02TS100001	CINTA AISLANTE ELECTRICA	pza	0,1000	5,93
02UK030001	CAJA DE PASE OCTOGONAL F.G. LIVIANA 4"	pza	1,0000	1,02
02UL100001	CABLE TW 14 AWG	m	9,0000	1,61
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO	5,0000	68,95

OE.5.2.1.14*   SALIDA DE TECHO C/TUB.SEL(3/4) CABLE TW14,CAJAS PESADAS				99,28
Rendimiento : 5.00				
0101010001	CAPATAZ	hh	0,1600	28,19
0101010002	OPERARIO	hh	1,6000	23,49
0101010004	PEON	hh	1,6000	16,79
02JP870003	TUBO PVC ELECTRICO SEL 3/4" X 3 m	pza	1,5000	3,81
02KJ300003	CURVA PVC ELECTRICA SEL 3/4" X 45"	pza	3,0000	0,42
02KK720003	UNION PVC ELECTRICA SEL 3/4"	pza	1,0000	0,59
02KL150003	CONEXION A CAJA PVC ELECTRICA SEL 3/4"	pza	1,0000	0,42
02TS100001	CINTA AISLANTE ELECTRICA	pza	0,1000	5,93
02UK030003	CAJA DE PASE OCTOGONAL F.G. PESADA 4"	pza	1,0000	3,81
02UL100001	CABLE TW 14 AWG	m	9,0000	1,61
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO	5,0000	68,95

OE.5.2.1.15*   SALIDA DE TECHO C/TUB.SAP(3/4) ALAMBRE TW 12,CAJAS LIVIANAS				106,72
Rendimiento : 5.00				
0101010001	CAPATAZ	hh	0,1600	28,19
0101010002	OPERARIO	hh	1,6000	23,49
0101010004	PEON	hh	1,6000	16,79
02JP860003	TUBO PVC ELECTRICO SAP 3/4" X 3 m	pza	1,5000	7,54
02KJ320003	CURVA PVC ELECTRICA SAP 3/4" X 45"	pza	3,0000	1,53
02KK730003	UNION PVC ELECTRICA SAP 3/4"	pza	1,0000	0,85
02KL160003	CONEXION A CAJA PVC ELECTRICA SAP 3/4"	pza	1,0000	0,51
02TS100001	CINTA AISLANTE ELECTRICA	pza	0,1000	5,93
02UK030001	CAJA DE PASE OCTOGONAL F.G. LIVIANA 4"	pza	1,0000	1,02
02UL070005	ALAMBRE TW 12 AWG	m	9,0000	1,87
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO	3,0000	68,95

OE.5.2.1.16*   SALIDA DE TECHO C/TUB.SAP(3/4) ALAMBRE TW 12,CAJAS PESADAS				109,51
Rendimiento : 5.00				
0101010001	CAPATAZ	hh	0,1600	28,19
0101010002	OPERARIO	hh	1,6000	23,49

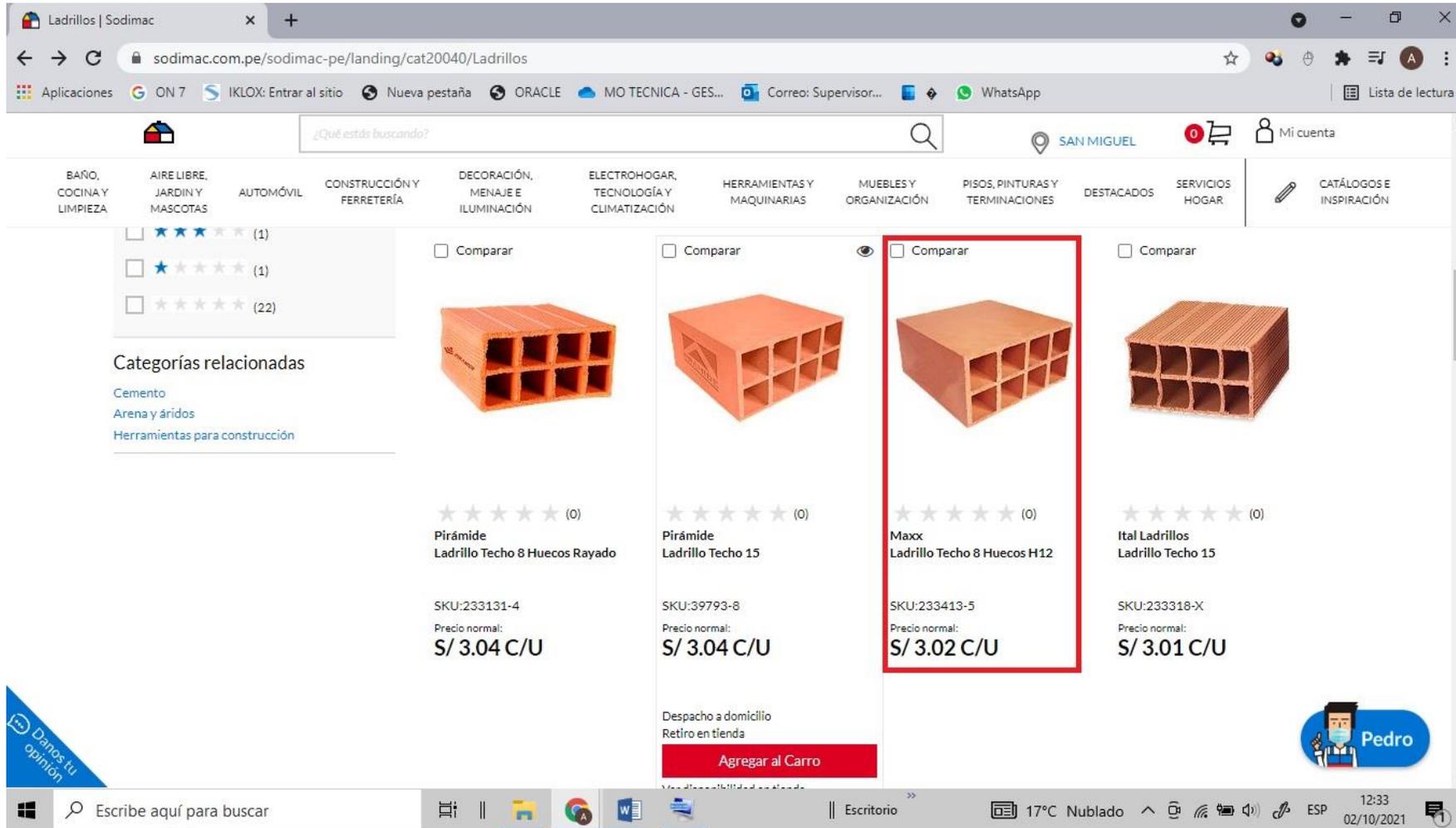
Sin I.G.V. en S/. vigentes al 30/06/2021

- 2.3 -

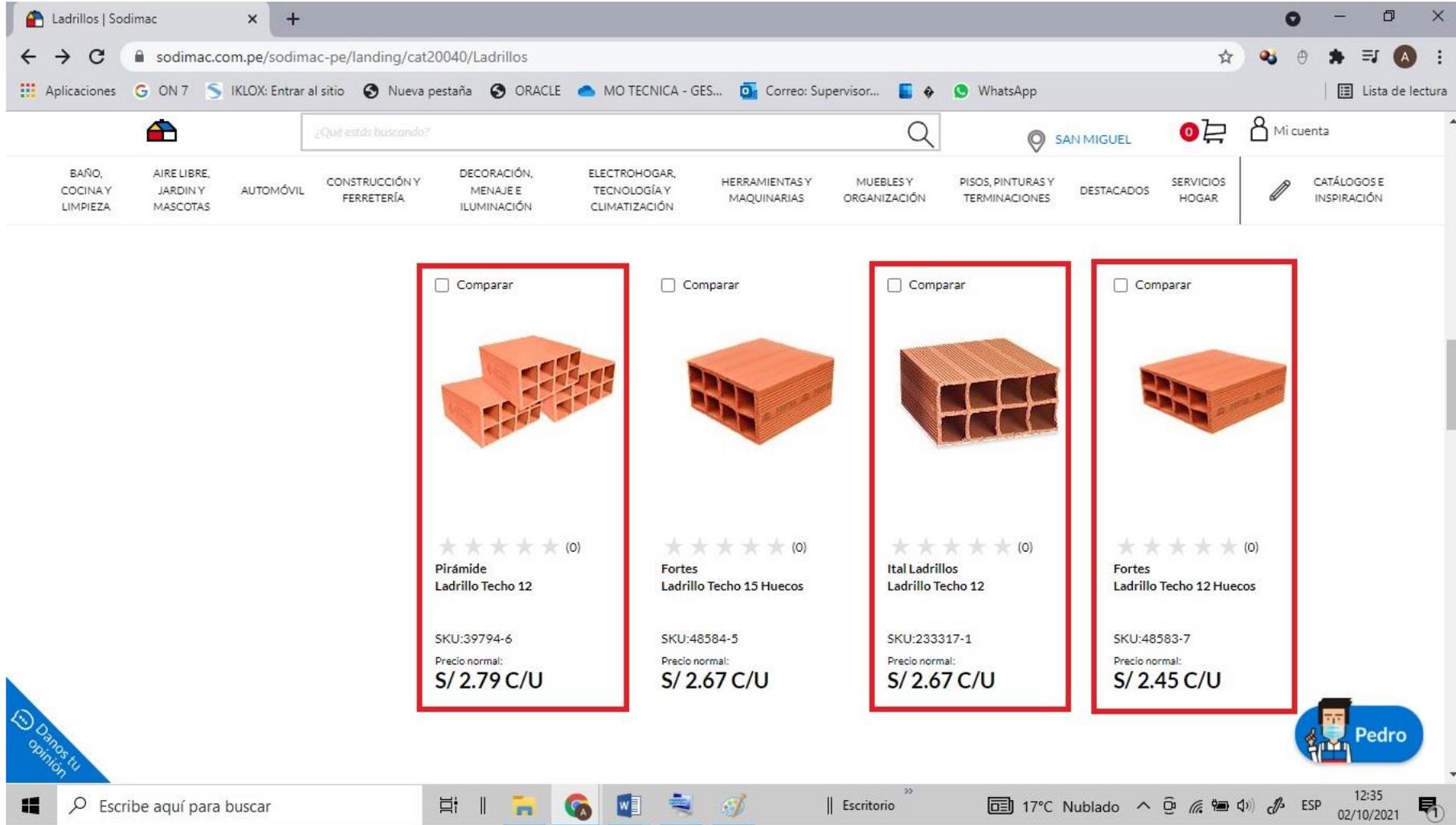
COSTOS

Figura 4. Costo de agua potable (m<sup>3</sup>).  
Fuente: Revista Costos.

**Anexo IV. Precios de ladrillo de arcilla 8 huecos 12H liso.**

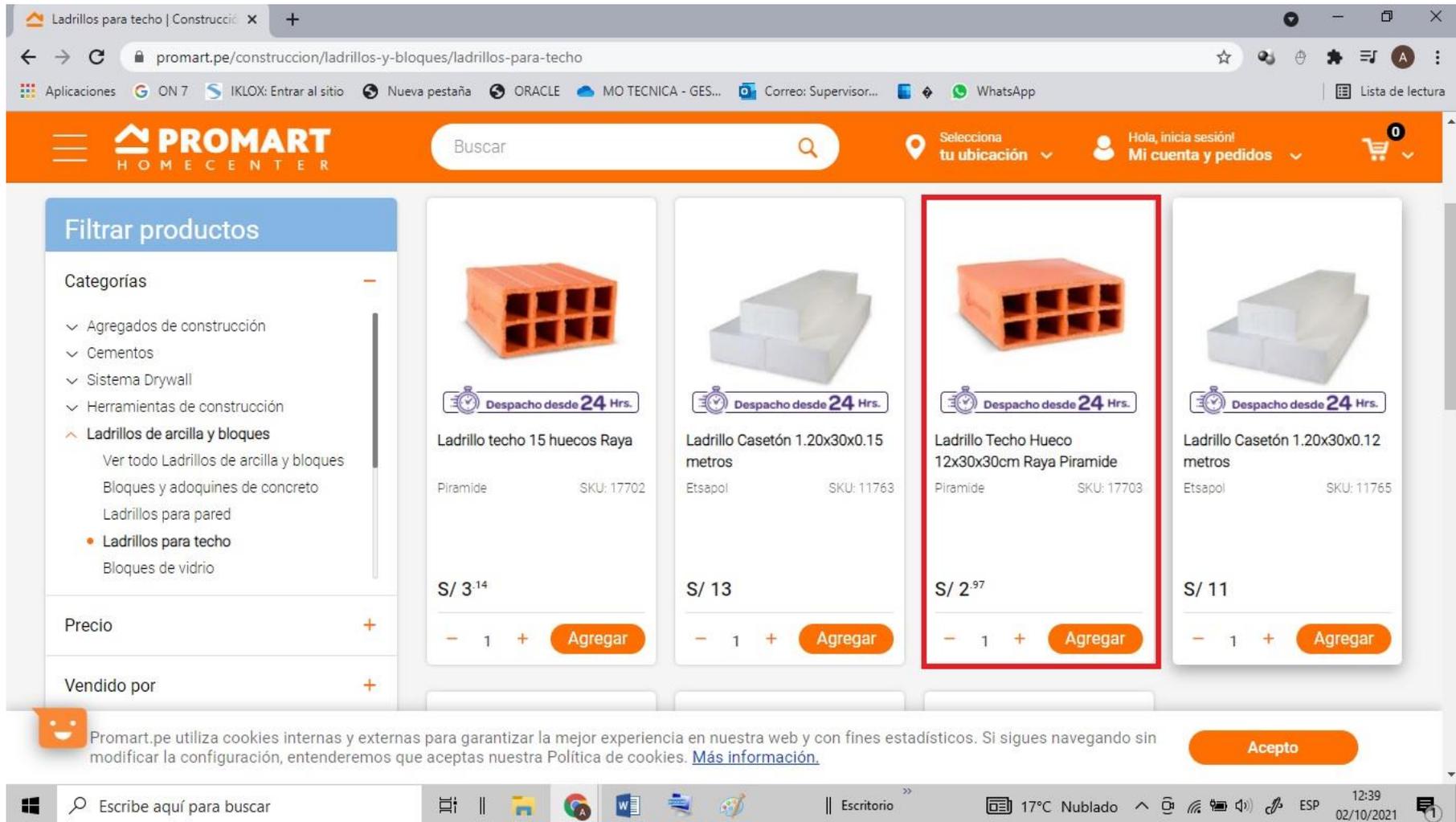


**Figura 1.** Costo de ladrillo techo 8 huecos H12, Marca MAXX.  
Fuente: Tienda SODIMAC.



Marca	Producto	SKU	Precio normal
Pirámide	Ladrillo Techo 12	SKU:39794-6	S/ 2.79 C/U
Fortes	Ladrillo Techo 15 Huecos	SKU:48584-5	S/ 2.67 C/U
Ital Ladrillos	Ladrillo Techo 12	SKU:233317-1	S/ 2.67 C/U
Fortes	Ladrillo Techo 12 Huecos	SKU:48583-7	S/ 2.45 C/U

**Figura 2.** Costo de ladrillo techo H12. Marca Pirámide, Marca Ital y Marca Fortes.  
Fuente: Tienda SODIMAC.



**Figura 3.** Costo de ladrillo tech huecos 12x30x30cm, Marca Pirámide.  
Fuente: Tienda Promart Homecenter.

**Anexo V.** Panel fotográfico.



*Figura 01.* Tarros de hojalata reciclados. Fuente propia.



*Figura 02.* Trece (13) tarros de hojalata utilizados dentro del molde metálico. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 03.** Chuzadas para eliminar los vacíos en los intersticios del bloque. Fuente propia.



**Figura 04.** Conformación de lado superior del espécimen. Fuente propia.



**Figura 05.** Espécimen seco en vista frontal lado inferior. Fuente propia.



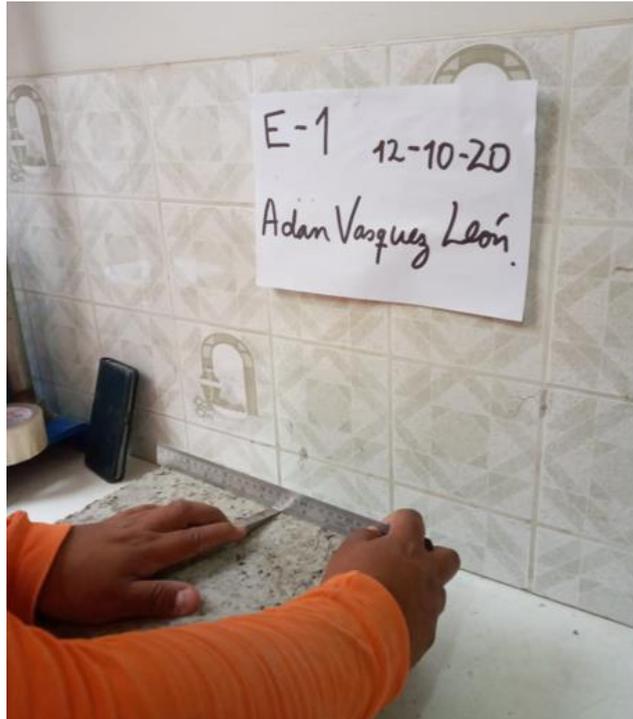
**Figura 06.** Espécimen seco en vista frontal lado superior. Fuente propia.



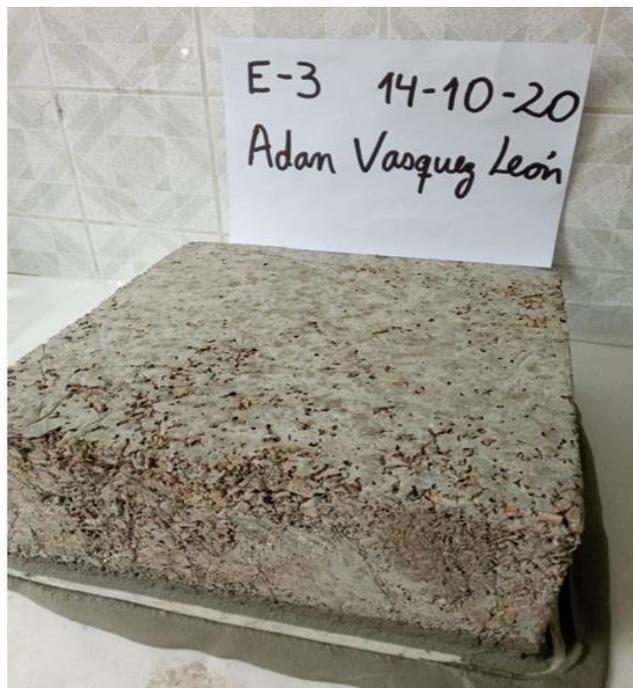
**Figura 07.** Espécimen seco en vista de perfil. Fuente propia.



**Figura 08.** Toma de dimensiones de Espécimen 2. Fuente propia.



**Figura 09.** Inspección de alabeo en espécimen 1.  
Fuente propia.



**Figura 10.** Refrendado espécimen 3. Fuente propia.



**Figura 11.** Ensayo de compresión de espécimen 4.  
Fuente propia.



**Figura 12.** Especimen 4 posterior a ensayo de compresión. Fuente propia.



**Figura 13.** Espécimen 1 en ensayo de flexo – tracción.  
Fuente propia.



**Figura 14.** Espécimen 2 posterior a ensayo de flexo – tracción.  
Fuente propia.