

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**Estudio de prefactibilidad de una planta para producir ladrillo usando  
residuos de construcción y demolición en el distrito de Chiclayo**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR**

**Jesus Alberto Garcia Paredes**

**ASESOR**

**Cesar Ulises Cama Pelaez**

**<https://orcid.org/0000-0002-7530-7344>**

**Chiclayo, 2023**

**Estudio de prefactibilidad de una planta para producir ladrillo  
usando residuos de construcción y demolición en el distrito de  
Chiclayo**

PRESENTADA POR  
**Jesus Alberto Garcia Paredes**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR

Alexander Querevalu Morante  
PRESIDENTE

Arnold Oscar Flores Paucar  
SECRETARIO

Cesar Ulises Cama Pelaez  
VOCAL

## **Dedicatoria**

A mis padres, Luis y Rosa por brindarme su apoyo incondicional durante esta etapa universitaria.

A mi esposa por brindarme su tiempo y transmitirme su conocimiento profesional en el transcurso de esta etapa universitaria.

A mi hermano por su ayuda y apoyo en los momentos que lo requería.

## **Agradecimientos**

A Dios por brindarme salud y bienestar en mi vida, a mis padres por su apoyo incondicional, a mi esposa por todo el apoyo brindado, a mi asesor por su tiempo y conocimientos brindados en el desarrollo de este estudio.

## final

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>6%</b>
<b>2</b>	<b>tesis.usat.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>core.ac.uk</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorioacademico.upc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>tesis.pucp.edu.pe:8080</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.urp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>docplayer.es</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>1library.co</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## Índice

Resumen .....	6
Abstract .....	7
Introducción .....	8
Revisión de literatura .....	9
Materiales y métodos .....	12
Resultados y discusión .....	13
Discusión .....	31
Conclusiones .....	31
Recomendaciones .....	32
Referencias .....	33
Anexos .....	35

## Resumen

En esta investigación se estudia la prefactibilidad de una planta para producir ladrillos a partir de residuos de construcción y demolición en el distrito de Chiclayo, a raíz de que se observó grandes cantidades de desmonte ocasionando una contaminación visual y paisajística a los alrededores del distrito de Chiclayo, ocasionando problemas ambientales y sociales.

Asimismo, tiene como objetivo general determinar la prefactibilidad de una planta de producción de ladrillo para el aprovechamiento de residuos de construcción y demolición. Los métodos del proyecto residieron en hacer un estudio de viabilidad comercial para calcular la demanda insatisfecha del proyecto, precio y características del producto, realizar un diseño técnico y tecnológico en el que se detalló paso a paso el proceso de rcd; también se hallaron indicadores y se utilizó el método de Guerchet para diseñar la planta, y una estimación económico-financiera de la propuesta para determinar la rentabilidad del proyecto.

En los resultados se obtuvo que la mejor ubicación de la planta es a la salida de Chiclayo, camino al distrito de San José, a pesar de la viabilidad comercial y tecnológica, el proyecto no es viable financiera y económicamente obteniendo los siguientes resultados VAN (– S/362 286,23) y TIR (-21,8%), debido a la alta inversión de los equipos, maquinaria y costo del terreno implicado.

**Palabras claves:** residuos de construcción y demolición, prefactibilidad, viabilidad.

## Abstract

In this investigation, the prefeasibility of a plant to produce waste from construction and demolition waste in the Chiclayo district is studied, as a result of which large amounts of clearing were observed, generating visual and landscape contamination in the surroundings of the Chiclayo district. causing environmental and social problems.

Likewise, its general objective is to determine the prefeasibility of a waste production plant for the use of construction and demolition waste. The methodology of the project consisted of carrying out a commercial feasibility study to determine the unsatisfied demand of the project, price and characteristics of the product, carry out a technical and technological design in which the RCD process was detailed step by step; indicators were also found and the Guerchet method was used to design the plant, and an economic-financial evaluation of the proposal to determine the profitability of the project.

As results, it was obtained that the plant will be located at the exit of the highway to the San José district; despite the commercial and technological viability, the project is not financially and economically viable, obtaining the following results VAN (– S/362,286.23) and TIR (-21.8%), due to the high investment of the equipment, machinery and cost of the land involved.

**Keywords:** construction and demolition waste, prefeasibility, feasibility.

## Introducción

El sector construcción es causante del 35% del uso final de energía total de casi el 40% de las emisiones generales directas e indirectas de CO<sub>2</sub> y de más del 45% de la procreación de residuos de construcción a nivel mundial [1].

A nivel nacional la totalidad de residuos sólidos según el origen de procreación está formado por los generados en domicilio con un 68%, el 13% nacen del centro de abasto públicos, el 5% de construcción civil, compuestos especialmente por residuos de desmonte, el 2% por desechos de jardines y parques, y el 2% por desechos de centros de salud, el 1% generado de limpieza de las vías públicas [2].

En el año 2019 en el distrito de Chiclayo se generó 8 425,87 T/año de desmonte de construcción civil de acuerdo al Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) de la Provincia de Chiclayo, región Lambayeque; los cuales son volcados en “botaderos a cielo abierto” y en zonas impropias (lados de redes viales de transporte, en terrenos urbanos públicos o privados no utilizados, bordes de canales de acequias, drenes, en linderos de zonas agrícolas), que como consecuencia contaminan el suelo, ecosistemas, degradación paisajística y el ambiente en general afectando la calidad de vida de la población y en ciertos casos generando problemas sociales [3].

El paisaje se ve alterado por la acumulación de residuos sólidos, el cual lo van deteriorando con los olores y la proliferación de bacterias que estos generan cuando llegan al estado de descomposición, desfavorables para la salud y medio ambiente. Al verter estos residuos sólidos y desmonte a las acequias generan obstrucción, además deterioran la calidad del agua porque transportan estos residuos en su recorrido; afectándola ya que es usada en el sembrío de diferentes cultivos, especialmente el arroz.

La captación, carga y su disponibilidad final de los residuos sólidos son netamente responsabilidad municipal de cada distrito. El (PIGARS) de la Provincia de Chiclayo, muestra en su cuadro N° 44 que la captación de residuos sólidos municipales del distrito de Chiclayo tiene un alcance del 85% con una cantidad de 194,51 T/día; sin embargo, este valor no es del todo real, por lo que la totalidad de los vehículos recolectores no acopian desmonte y el recojo de este residuo no es competencia de la municipalidad (lo que genera costos); por lo tanto, significa que la cobertura es menor [3].

La población del departamento de Lambayeque según el boletín demográfico N° 39 del INEI, la población viene aumentando a una tasa anual de 1,4%, duplicando al promedio nacional, lo que ha generado un crecimiento en la necesidad de vivienda en un 2,8% del mismo periodo [4]. En consecuencia, surgen las industrias que elaboran insumos para la construcción; entre ellas

tenemos las ladrilleras de la región Lambayeque. A partir de ello se plantea la siguiente interrogante ¿Cómo se realizará la prefactibilidad de una planta productora de ladrillo para aprovechamiento de residuos de construcción y demolición?

Por lo tanto, en la actual investigación se planteó como objetivo general determinar la prefactibilidad de una planta de producción de ladrillo para el aprovechamiento de residuos de construcción y demolición; cuyos objetivos específicos son: Evaluar la viabilidad comercial, Determinar la viabilidad técnica y tecnológica, y Determinar la viabilidad económica y financiera de una planta para producir ladrillo usando residuos de construcción y demolición en el distrito de Chiclayo.

El Perú cuenta con una ordenanza para la ejecución y manejo de los residuos de las labores de construcción y demolición, D.S. N° 003-2013-VIVIENDA. el cual en su art. 23 detalla que su objetivo "minimizar la magnitud de residuos sólidos para la disponibilidad final, la creación de una ventaja a partir de su reciclaje y reutilización" [5].

En su art. 25.2 nos indica que "Los residuos sólidos aprovechables son incluidos al procedimiento cuando su utilización no afecte la calidad ambiental, salud y sus aspectos sean similares con las exigencias técnicas de mencionado procedimiento" [5].

En el Perú existe una normativa para la gestión y manejo de los residuos sólidos de construcción y demolición, sin embargo, los organismos locales y correspondientes a este ámbito del distrito de Chiclayo no le dan el cumplimiento. Toda esta despreocupación tiene como consecuencias de que los residuos sean arrojados en lugares públicos, generando un problema social y ambiental; este impacto negativo se puede reducir mediante la reutilización.

Es por ello que este proyecto tiene como finalidad el Estudio de Prefactibilidad de una planta para producir ladrillo usando residuos de construcción y demolición en el distrito de Chiclayo.

## **Revisión de literatura**

### **Antecedentes**

- Según Jiji Antony, *et al.*(2016) [6]. "Potential of Construction and Demoslshed Wastes as Pozzonana" investigación realizada realizado en la ciudad de la India; los desechos de construcción y demolición (C&D) constituyen el 25% de la generación de desechos sólidos de esta ciudad, los cuales generan problemas sociales y ambientales; se identifica 4 tipos de desechos de construcción y demolición los cuales son cenizas de aserrín(SDA),polvo de tejas (RTP),polvo de hormigón residual (WCP) y polvo de laterita residual (WLP)los cuales analiza través de un programa experimental de

caracterización de materiales y al ensayo de puzolanicidad, el cual llega a la conclusión que los residuos (RTP),(SDA) tienen potencial de material puzolanico, mientras que (WCP),(WWLP) tienen propiedades inferiores.

- Domínguez Lepe, *et al.* [7] publican en su artículo “Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas” menciona que el sector de la construcción demanda altas cantidades de recursos, siendo una de las que genera un alto porcentaje de residuos sólidos; pero estas no son aprovechadas. Se tiene como primer objetivo de este artículo: mostrar si es viable el uso de desechos de construcción y demolición para ser nuevamente utilizado en la construcción de casas, el segundo es aportar a la noción de dichos materiales para aprovechar aquellas características y promover su uso. Como metodología se tiene lo siguiente: muestreo de los materiales directos, producción y caracterización de agregados, proceso de elaboración de bloques, proceso de elaboración de los mosaicos, En este estudio se ha considerado un módulo de vivienda a una escala 1:1 para aplicar la metodología antes mencionada con el fin aprovechar los residuos, obteniendo como resultado una buena asimilación de los materiales que fue mencionados, aunque no se alcanzó la totalidad de patrones. Finalmente, se concluye que es factible la inserción de dichos residuos como materia prima, ya que se estaría dando un uso adecuado y además es una excelente alternativa para producir un nuevo producto para el mismo rubro, en este caso la construcción.
- Cruzado. J (2018) [8] en su tesis “elaboración de ladrillos de 18 huecos tipo IV con residuos de demolición y cemento” evalúa las características físicas y mecánicas de un ladrillo tipo bloque de concreto de 18 huecos con residuos de demolición y cemento ; utilizo un diseño de mezcla de manera empírica llegando a acercamientos sucesivos, de esta manera cumplir con los exigencias principales de resistencia de la Norma Técnica Peruana E 0.70. teniendo como resultado un tipo de mezcla (agregado fino – cemento)  $99.8 \text{ kg/cm}^2$  con la cual no se llegó a cumplir las exigencias mínimas para un ladrillo tipo IV como indica la normatividad mencionada anteriormente. Para mejorar la resistencia y absorción de recomienda utilizar residuos de concreto y demolición, también incrementar la dosis de cemento o modificar el diámetro del agujero del ladrillo.
- Chávez Ericsson, *et al* (2019) [9] en su tesis “Influencia de los residuos de construcción y demolición RCD en la resistencia a la compresión y succión del ladrillo de hormigón artesanal” se indagó como influye el material reciclado del concreto (RCD) de la demolición de veredas, que sirve para remplazar de porción del agregado grueso para la

obtención de la mezcla y su estudio en la producción de ladrillos de concreto artesanal. El RCD se logró a través de un proceso chancado de manera artesanal del tipo de desmonte mencionado anteriormente, para lograr un tamaño de  $\frac{3}{4}$ ", el cual se mezcló en proporciones de 0%, 5%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60% y 75% con el agregado grueso, para llegar a obtener una mezcla semi seca. Después de realizar distintas proporciones de mezcla; da como resultado que los porcentajes de 0% ,5% están dentro de los parámetros que exige la Norma E.070 los cuales son 116 kg/cm<sup>2</sup>, 127 kg/cm<sup>2</sup> estando por sobre el rango el cual es  $f'c = 100\text{kg/cm}^2$ . También determinan que el m<sup>3</sup> de rcd puede llegar a costar S/28.00.

- Quispe. J (2018) [10] en su tesis “Adición de Residuos Sólidos de Construcción para la Elaboración de Ladrillo Hueco de Concreto” realiza un estudio el cual evalúa incorporar RCD para optimizar sus características mecánicas de los ladrillos hueco de concreto. se añadió escombros de demolición y construcción, se someten a un proceso de triturado de los mismos, con el fin de utilizarlo, como un insumo fino para la mezcla. En esta situación la fabricación de ladrillos con las siguientes dimensiones 12 cm x 22 cm x 8 cm. En los resultados obtenidos dio como resultados que al añadir RCD un 40% del peso del insumo fino ayuda a la resistencia de compresión pues este abarca 8.31 % de mejora del ladrillo modelo.
- Blácido Ruth, *et al* (2019) [11] En su tesis “Propuesta de un bloque de concreto con áridos reciclados procedentes del hormigón para la albañilería confinada en Lima Metropolitana” propone la fabricación de un bloque de concreto en el que se utiliza materiales reciclados que proceden de una demolición de vivienda y los muros de una piscina. De los cuales solo se eligieron residuos de concreto y posteriormente ser triturados y estudiados como agregados según la normativa peruana y española EHE-08. El bloque de concreto para el estudio tiene las dimensiones de 15x19x40 cm; se ejecutó el balance de dosis por el método ACI y el método Walker. Se eligió la dosificación por el método ACI. Se utiliza el 100% de RCD. Se concluye que el bloque de concreto fabricado cumplió los estándares de la normativa peruana E070 como bloque tipo P.
- Residuos de la construcción y demolición RCD.  
Son formados en labores y procedimientos de construcción reparación, rehabilitación, renovación y demolición de fabricación e infraestructura. (Artículo 6 del Decreto Supremo n.º 003-2013-VIVIENDA).

Las producciones de desechos en los procesos de construcción se pueden generar de distintas formas y en diferentes procesos que forman el total de la obra [9].

➤ Clasificación

Pueden clasificarse en peligroso y no peligroso [9]; ver anexo 1.

➤ Aprovechamiento

Aprovechamiento es la reutilización de los residuos sólidos a través de un proceso de recuperación o reutilización para darle otro uso generando un sub producto sin llegar al punto de eliminar los residuos [6].

➤ Cemento Portland tipo I

Es un conglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico que pasa por proceso de molido para obtener partículas finas, al mezclar con agua, se obtiene una masa que fragua, endurece y conserva su resistencia y firmeza, inclusive bajo el agua. Este paso es llamado hidratación [13].

➤ Ladrillo

Aquella unidad que por sus dimensiones permite ser maniobrada con una mano; y de ser bloque requiera de ambas manos para su manejo [10].

Según la norma E0.70 de albañilería para efectos de diseño estructural las unidades de albañilería tendrán las siguientes características como se indica en la tabla 1; ver anexo 2.

## **Materiales y métodos**

La investigación es de tipo aplicada, dado que se manejó dicha información obtenida para realizar la prefactibilidad de una planta de producción de ladrillo de para el aprovechamiento de residuos de construcción y demolición. El nivel de la investigación es descriptiva-longitudinal, porque describen el comportamiento de la oferta, demanda, producción de ladrillos. A la vez la investigación tuvo un diseño cuantitativo no experimental, porque realizan estudios sin manipular deliberadamente las variables, se evidencian los hechos en su contexto natural luego se analizan, utilizando estudios bibliográficos.

En cuanto al desarrollo de la investigación, para estudiar la oferta y demanda de ladrillos en el Departamento Lambayeque, se inició con la definición, composición, propiedades del producto. A continuación, se analizó la situación actual en la que se encuentra la oferta y demanda mediante diferentes fuentes de información para después determinar la demanda insatisfecha y proyectarla a 5 años a través de la regresión lineal.

## Resultados y discusión

- **Evaluar la viabilidad comercial de una planta para producir ladrillo usando residuos de construcción y demolición en el distrito de Chiclayo.**

### Producto

El ladrillo es un elemento de residuos de concreto, cemento y agua; con forma ortodédrica con huecos en la superficie de asiento, se utiliza generalmente en la construcción de muros o tabiques.

Tabla 2. Composición de ladrillo a base de residuo de construcción y demolición

Materia Prima	Unid.	Composición
<b>RCD</b>	gr.	81%
<b>Cemento</b>	gr.	12%
<b>Agua</b>	ml. (*)	7%
<b>total</b>		100%

(\*) 1ml=1gr

Fuente: elaboración propia basado en el trabajo de investigación [18]

- Las dimensiones del ladrillo serán de 39\*19\*19 cm.
- El ladrillo cumplirá con las normas técnicas E 0.70.

### Especificaciones técnicas del producto

El producto está conformado por una mezcla de agua, cemento y RCD, en el siguiente cuadro se muestran las especificaciones técnicas y atributos más importantes que contara el producto:

Tabla 4. Cuadro comparativo de ladrillos

	Unidad	Ladrillos arcilla	Bloques de concreto	Ladrillo con RCD
<b>Rendimiento/trabajador día</b>	m <sup>2</sup> /día	6,8 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>
<b>Rendimiento x m<sup>2</sup></b>	unidad/m <sup>2</sup>	41 unid	12 unid	12 unid
<b>Resistencia</b>	kg/cm <sup>2</sup>	25 a 35kg/cm <sup>2</sup>	70,5 kg/cm <sup>2</sup>	70,5 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Espesor de junta (mortero)</b>	cm <sup>2</sup>	junta de 2.5 cm <sup>2</sup>	junta de 1 cm <sup>2</sup>	junta de 1 cm <sup>2</sup>
<b>Tarrajeo</b>	-	obligatorio	opcional	opcional
<b>Precio soles</b>	S/.	790-800	2100-2500	1800-2000
<b>Costo</b>	S/-m <sup>2</sup>	32,39	25,2	21,6

Fuente: Elaboración propia

### Índice de la Producción de la Construcción Año base 2007

- A través de estadísticas mostradas según el INEI, el índice de producción de la construcción hasta marzo del 2022 ha registrado un aumento de 1.63%, muestra el crecimiento del consumo interno de cemento y avance físico de obras [11].ver anexo 4
- De acuerdo al informe del índice de precios de materiales de construcción hasta agosto del 2021, se presenta un aumento de 0,76%, en un periodo anual de los postremos doce

meses un incremento de 15,46%. el precio del ladrillo incremento en un 0,28% [12].ver anexo 5

### **Resumen de la evolución del PBI de la construcción en la región Lambayeque en los últimos 14 años**

En los últimos años en la región Lambayeque ha experimentado un aumento en el PBI en su sector de la construcción, siendo un indicador favorable para el estudio ver anexo 3.

#### **Análisis de la demanda**

##### **Características de los consumidores**

La investigación tiene como consumidor final a compañías y personas dedicadas a la construcción que examinan un precio seductor; al mismo tiempo busquen seguridad y confianza en los patrones de calidad según la norma técnica peruana E 070. Empresas constructoras comprometidas por el desarrollo de la construcción sostenible, que tienen como principio evitar la depredación de los recursos naturales.

##### **Situación actual de la demanda**

En la presente investigación por ser un producto nuevo no se tiene una demanda histórica para poder elaborar un estudio. es por ello que para determinar la demanda actual se realizó el estudio con fuentes secundarias de estudios ya realizados basados en demanda de ladrillos cerámicos.

Tabla 5. Demanda anual de tonelada de ladrillos en Lambayeque

<b>AÑO</b>	<b>CONSUMO (t)</b>
<b>2006</b>	150,539.60
<b>2007</b>	142,248.80
<b>2008</b>	162,152.70
<b>2009</b>	185,175.50
<b>2010</b>	216,700.20
<b>2011</b>	254,288.50
<b>2012</b>	259,940.60
<b>2013</b>	288,420.50
<b>2014</b>	334,185.70
<b>2015</b>	368,919.40
<b>2016</b>	462,880.30
<b>2017</b>	483,251.00
<b>2018</b>	468,880.30
<b>2019</b>	518,091.20

Fuente: elaboración propia basado a Pozo Suclupe [13]

#### **Método y proyección de la demanda**

Se realizó la repercusión de la demanda en toneladas de ladrillos con el método regresión lineal para ello se utilizará datos de la tabla 2. Se consiguió un coeficiente de correlación mayor ( $R^2$ )

0.96, que nos da a entender que la relación entre demanda y los años es directamente proporcional. Ver anexo 6

Teniendo en cuenta la ecuación obtenida en la regresión lineal, se procedió hacer el cálculo para la proyección de la demanda

Tabla 6. Proyección de la demanda en toneladas

AÑO	DEMANDA (t)
2023	635,309.71
2024	666,593.67
2025	697,877.63
2026	729,161.59
2027	760,445.55

Fuente: Elaboración propia

### Análisis de la oferta

En la presente investigación por ser un producto nuevo no se cuenta con una oferta histórica de fabricantes de ladrillos a base de residuos de construcción y demolición; para poder elaborar el análisis respectivo de la oferta actual se realizó el estudio con fuentes secundarias de estudios ya realizados basados a la oferta de ladrillos cerámicos.

Tabla 7. Oferta anual de tonelada de ladrillos en Lambayeque

AÑO	PRODUCCIÓN(t)
2006	69,373.10
2007	65,552.40
2008	74,724.80
2009	85,334.30
2010	99,861.80
2011	117,183.60
2012	119,188.30
2013	132,912.70
2014	154,002.60
2015	170,009.00
2016	213,308.90
2017	222,696.30
2018	216,073.90
2019	238,751.70

Fuente: Fuente: elaboración propia basado a Pozo Suclupe [13]

### Proyección para 5 años

Se realizó la proyección de la oferta en toneladas de ladrillos con el método regresión lineal para ello se utilizará datos de la tabla 3. Se consiguió un coeficiente de correlación mayor ( $R^2$ )

0.96, que nos da a entender que la relación entre demanda y los años es directamente proporcional. Ver anexo 7

Teniendo en cuenta la ecuación obtenida en la regresión lineal, se procedió hacer el cálculo para la proyección de la oferta.

Tabla 8. Proyección de la oferta Toneladas

<b>AÑO</b>	<b>OFERTA (t)</b>
<b>2023</b>	292,736.67
<b>2024</b>	307,154.56
<b>2025</b>	321,572.45
<b>2026</b>	335,990.34
<b>2027</b>	350,408.23

**Fuente: Elaboración propia**

### **Demanda insatisfecha**

Para calcular la demanda insatisfecha de ladrillos del Departamento de Lambayeque se estableció la diferencia entre la demanda potencial y la oferta del mercado. A continuación, se detalla las proyecciones de la demanda insatisfecha para el periodo 2023-2027.

Tabla 9. Demanda insatisfecha en toneladas

<b>AÑO</b>	<b>DEMANDA</b>	<b>OFERTA</b>	<b>DEMANDA INSATISFECHA</b>
<b>2023</b>	635,309.71	292,736.67	342,573.04
<b>2024</b>	666,593.67	307,154.56	359,439.11
<b>2025</b>	697,877.63	321,572.45	376,305.18
<b>2026</b>	729,161.59	335,990.34	393,171.25
<b>2027</b>	760,445.55	350,408.23	410,037.32

**Fuente: Elaboración propia**

A través del cálculo mencionado anteriormente en el mercado de Lambayeque se estableció la demanda insatisfecha real y proyectada. El porcentaje de la demanda insatisfecha establecen una tendencia al incremento.

### **Análisis de la demanda del proyecto**

Con los datos mostrados se procede a establecer la demanda del proyecto, con el propósito de abarcar el 5% del mercado lambayecano.

### **Determinación del precio**

Para determinar el precio por millar de ladrillo de concreto se realizó una evaluación de precios a 4 centros de abastecimiento de ladrillos teniendo como resultado los valores que se muestran en la siguiente tabla 10.

Tabla 10. Precio del millar de ladrillo en Lambayeque

Ferretería	Precio S/ x millar
Dino	2978.76
el Marañón	2200
ladrillera local	2100
ferretería AV. Chiclayo	2300

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta los precios del millar de ladrillo en Lambayeque, el tipo de ladrillo propuesto a compuesto de RCD costara entre S/1900 a S/2000.

- **Determinar la viabilidad técnica y tecnológica de una planta para producir ladrillo usando residuos de construcción y demolición en el distrito de Chiclayo.**

#### **Estudio Técnico**

Se detallará la ubicación, distribución, proceso productivo y el tamaño de la planta para la elaboración el ladrillo. También se hallará el requerimiento total de maquinaria y personas que trabajaran en producción.

#### **Ubicación**

Para establecer la adecuada ubicación de la planta de producción, se ejecutará la macro localización y posteriormente la micro localización.

#### **Macro localización**

Como se menciona anteriormente, el presente proyecto está enfocado en el distrito de Chiclayo, por ende, la macro localización realizara la valorización utilizando método de Factores Ponderados, las 3 siguientes provincias: Lambayeque, Chiclayo y Lambayeque. Ver anexo 8 Criterios para realizar la selección de la macro localización. Ver anexo 9

- Distancia a proveedores: se tendrá en cuenta la proximidad a los distribuidores de cemento, es el segundo insumo a emplear para la producción del ladrillo. Y se puede ubicar en las distribuidoras en diferentes partes de Chiclayo.
- Cercanía a botaderos: sitios donde se ubican y se encuentran los botaderos con mayor porcentaje de rcd. Teniendo en cuenta en los últimos años el incremento de construcciones. Es la materia prima importante a emplear, pues será el factor con mayor peso.
- Cercanía al mercado objetivo: este factor se evaluará porque cada año se realizan

trabajos constantes en distintos distritos de Chiclayo.

- Costos de transporte: el recorrido entre la planta y el comprador afecta de manera directa en los costos de transporte del ladrillo. Así mismo los costos que se generaran al recoger los rcd de distintas obras o botaderos.

Luego de analizar los factores de cada provincia se concluye que Chiclayo, logró el puntaje más alto, por ello resulta ser la más conveniente para la ubicación de la planta para producir ladrillos.

Ver anexo 12

### **Micro localización**

Como se sabe que la planta tendrá como ubicación el distrito de Chiclayo, el análisis de micro localización establecerá el lugar en el que se localizará la planta. Los factores a estudiar son: ver anexo 13.

- Alquiler del terreno: es el factor importante a tener en cuenta ya que se debe evaluar el precio favorable para la inversión.
- Acceso a servicios: disponer de agua y energía eléctrica para asegurar funcionamiento de la planta. Epsel es el ente encargado de abastecer de agua y alcantarillado; y Ensa se encarga de abastecer energía eléctrica.
- Seguridad: la planta se ubicará en la salida en la cual exista un menor riesgo potencial de mermas económicas para la empresa.
- Vías de acceso: con fácil acceso para el traslado de materia prima e insumos y comercialización del producto.
- Clima: este factor se considera relevante porque que se necesita de tener un clima cálido en la mayor parte del tiempo, para el secado de los ladrillos se ejecutará en la intemperie dentro de la planta.

Luego de analizar los factores la salida a San José, logró el puntaje más alto ver anexo 15, por ello resulta ser la más conveniente para la ubicación de la planta para producir ladrillos. Ver anexo 16

## Tamaño de la planta

Para establecer la dimensión de la planta, es importante saber la capacidad de producción para abarcar la demanda del proyecto y la capacidad máxima de producción.

Tabla 20. Unidad de ladrillos

PORCENTAJE DE AJUSTE:		5%	PESO POR LADRILLO:		17	
año	demanda insatisfecha (tn)	demanda ajustada al proyecto (tn)	demanda mensual (tn)	demanda diaria (tn)	demanda diaria (kg)	ladrillos diarios (unidad)
<b>2023</b>	342,573.04	17,128.65	1,427.39	64.88	64,881.26	3,816.54
<b>2024</b>	359,439.11	17,971.96	1,497.66	68.08	68,075.59	4,004.45
<b>2025</b>	376,305.18	18,815.26	1,567.94	71.27	71,269.92	4,192.35
<b>2026</b>	393,171.25	19,658.56	1,638.21	74.46	74,464.25	4,380.25
<b>2027</b>	410,037.32	20,501.87	1,708.49	77.66	77,658.58	4,568.15
<b>TOTAL DE MILLARES</b>						<b>4.57</b>
<b>DIARIOS:</b>						

**Fuente: Elaboración propia**

Según la proyección realizada se trabajará el tamaño de la planta en base a 4568 unidades diarias.

## Proceso productivo

Se describirá el proceso necesario para la producción del ladrillo tipo bloque de concreto [18].

1. Recepción y pesaje de RCD: en esta operación se acogen los RCD y pasa por la balanza de plataforma para registrar cuantas toneladas ingresan.
2. Descarga y acopio: los RCD se descargan en el área establecida en cantidades adecuadas para tener una mejor manipulación y ser clasificados.
3. Segregación y clasificación: los RCD se separan y ordenan para conseguir residuos de ladrillos, hormigón, piedras y arena, los que se utilizaran en la producción del ladrillo. En esta etapa se consiguen residuos que no se emplea en el proceso como el plástico, vidrio, madera y fierros.
4. Trituración: se trituran los RCD que se seleccionan en la operación anterior para obtener una adecuada medida de partícula máximo 2,35 milímetros aproximadamente. En este proceso se obtendrá 2 productos, las partículas finas las cuales se utilizarán en la elaboración de los ladrillos, y las partículas gruesas, que no cumplen con la dimensión requerida.
5. Tamizado: el rcd triturado pasa por un proceso de tamizado, en el cual se usa 2 tamices, el tamiz número 8 (2,35 mm) y tamiz 100 (150 um).al siguiente proceso

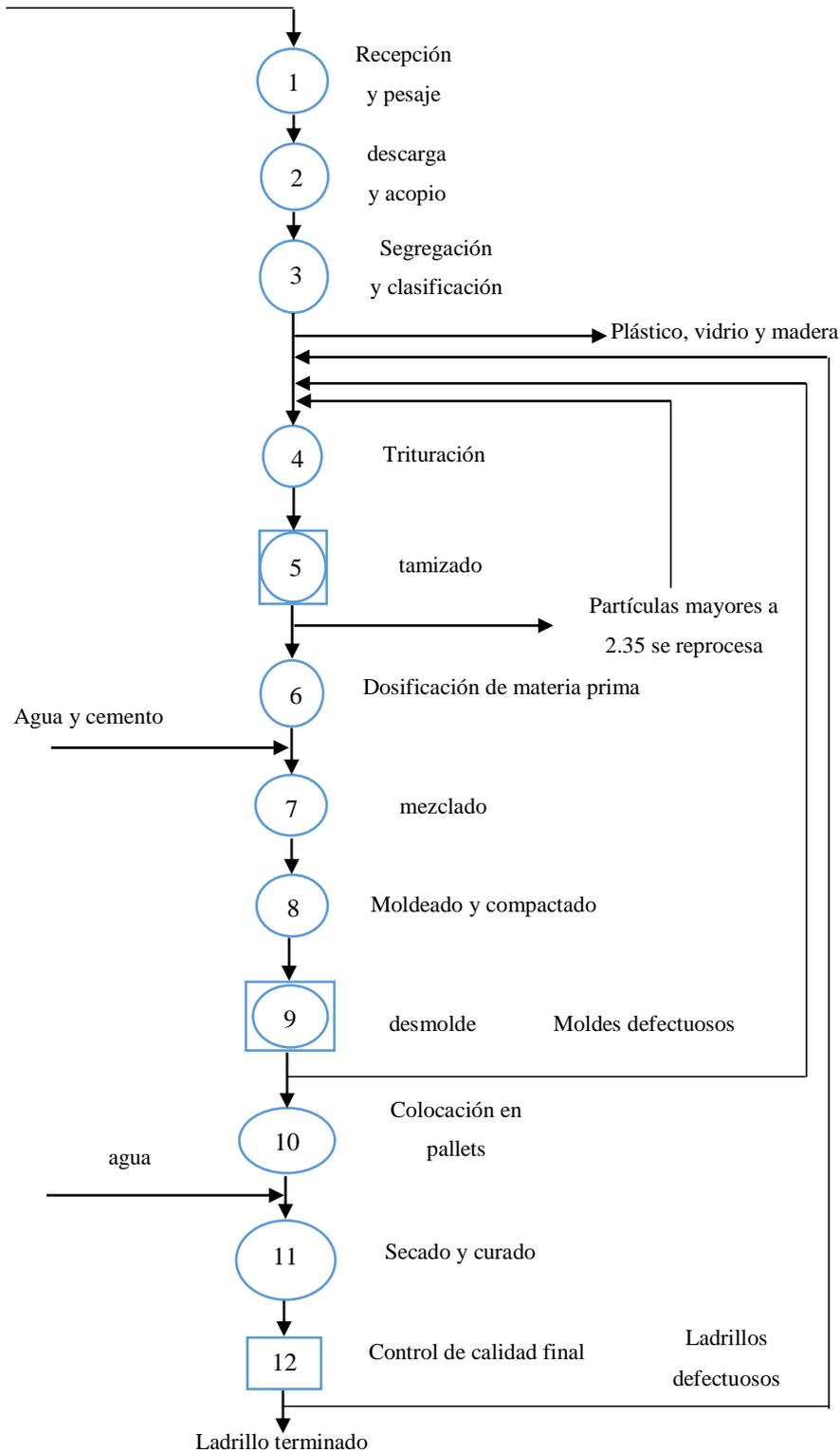
pasara las partículas menor o igual 150um. Las partículas mayores a 2.35 mm se retornan al proceso de trituración.

6. Dosificación de insumos: después de obtener las partículas adecuadas de rcd se agregará cemento y agua en proporciones ya establecidas.
7. Mezclado: se procederá a realizar un mezclado uniforme para obtener la masa adecuada para el ladrillo.
8. Moldeado y compactado de la mezcla: la mezcla pasa por los moldes que tienen las dimensiones del ladrillo deseado. La mezcla se compactará con la finalidad de obtener homogeneidad estando dentro del molde).
9. Desmoldado: en este proceso el ladrillo húmedo se retirará de los moldes para trasladar a los siguientes procesos.
10. Colocación en pallets: después de obtener los ladrillos del proceso anterior, se ponen en distintos pallets de manera vertical para obtener a la cantidad adecuada.
11. Secado y curado: el proceso de curación se ejecuta sobre los pallets, mientras el ladrillo reposa se vierte agua sobre la superficie a través de aspersión, durante 3 días. El secado se realizará al aire libre en su área determinada.
12. Control de calidad final: al terminar el proceso de secado y curado se ejecuta una última evaluación que inspecciona el curado y secado de ladrillo de una correcta manera, y así asegurar un producto de calidad.

**Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)**

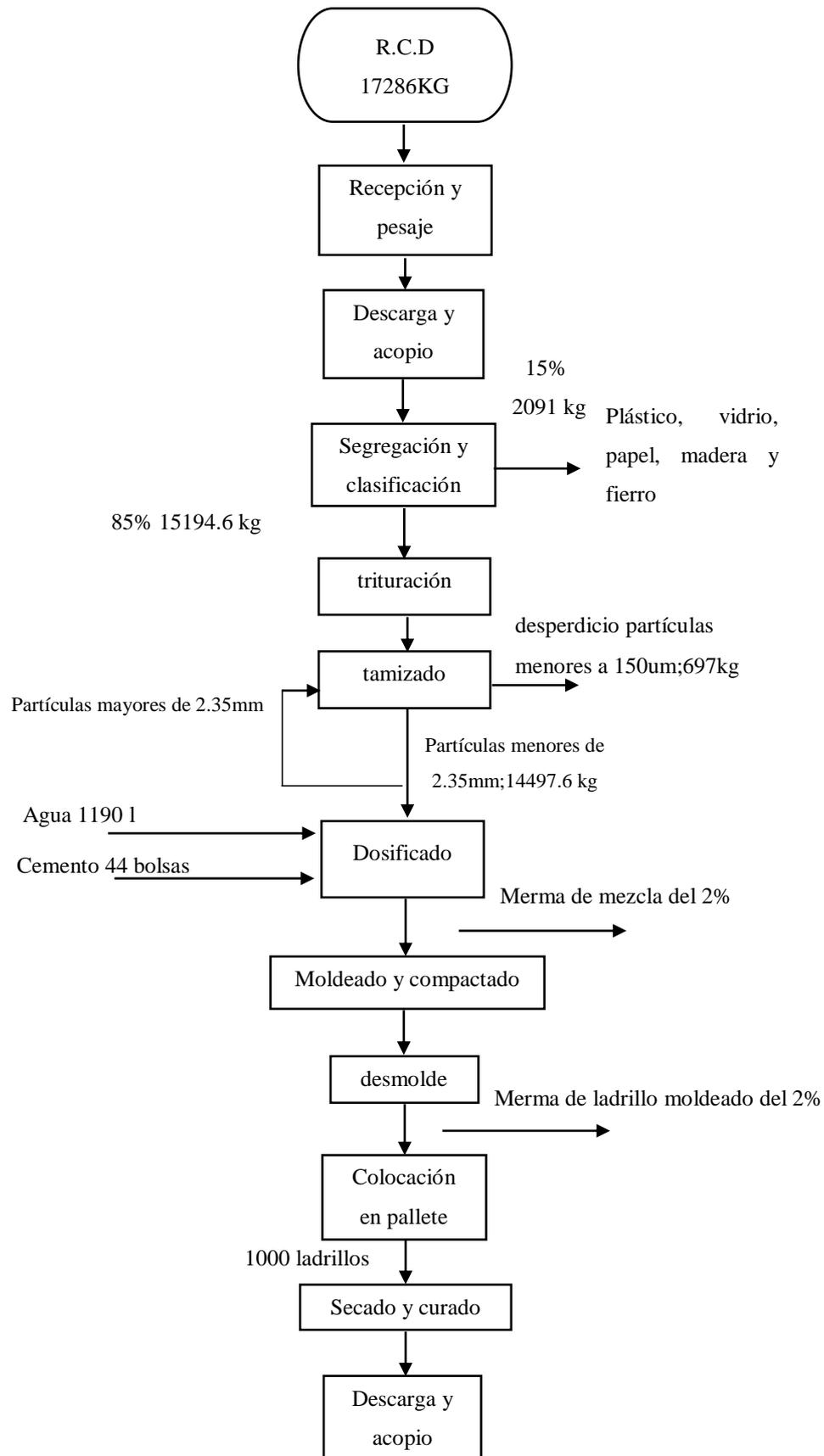
En la siguiente imagen se visualiza los procedimientos anteriormente descritos, para estudiar la producción y la sucesión de las operaciones [18].

Residuo de construcción y demolición



**Figura 6. diagrama de operaciones del proceso**

Fuente: elaboración propia basado en Cordero Principe[18]



**Figura 7. Balance de masa de ladrillo tipo bloque de concreto**

Fuente: elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

### **Características de las instalaciones y equipos**

El proceso de producción del ladrillo utiliza distintas maquinas que permitirán llevar a cabo el proceso respectivo, así de esta manera elaborar la demanda más alta del proyecto 4570 unidades diarias. Se propone establecer 6 días laborables de producción semanal (lunes a sábado), con un turno de trabajo (de 8:00am- 5:00pm) y una hora de refrigerio.

**Maquinaria:** ver características en anexo 17

- Alimentador vibratorio: se utilizará para transportar los rcd de mayor tamaño a través de una estructura que tiene una placa de acero especial. A demás tiene una estructura tipo rejilla que sirve para pre seleccionar el rcd.
- Separador magnético: sirve para separar las partículas ferrosas, estará situado sobre la parte superior de la faja transportadora.
- Trituradora de impacto: usado en obtener una trituración semi-fina o fina de los rcd clasificados. El residuo que salga sin haber obtenido la medida adecuada, volverá a pasar por este proceso, para que de este modo se logra aprovechar al máximo el rcd y reducir desperdicios.
- Zaranda vibratoria: en este equipo se ejecuta el proceso de tamizado que clasifica las partes finas y semi-finas conseguidas con la máquina trituradora. Cuenta con 2 tamices para la adecuada separación de partículas, uno de número 8 (2,35 mm de tamaño), luego estas partes pasan por el tamiz posterior de número 100 (150 um).

Las partes que no pasan por el tamiz número 8 se retornan a la trituradora de impacto, para un reproceso. las partículas que quedan en el tamiz número 100, son las que pasan al siguiente proceso, las que pasan a través de este se separan, porque incurren en un porcentaje mayor de cemento para su mezclado, no cumplen con las requeridas para el proceso.

- Mezcladora planetaria: utilizada en la combinación de los RCD con agua y cemento, y así obtener una mezcla semi-húmeda que se requiere en el proceso posterior.
- Máquina bloquera: es de funcionamiento automática que cuenta con sistema hidráulico para la operación de prensado en los moldes de los ladrillos tipo bloque. La cual ejerce una fuerza de 5 toneladas y a su vez realiza una vibración para poder darle un mejor fraguado a la mezcla dentro del molde.

## **Capacidad instalada**

### **Calculo de numero de máquinas y operarios requeridos**

Para calcular la cantidad de maquinaria y operarios, sé tomo como base el balance de masa del proceso de ladrillos tipo bloque de concreto, en este cálculo se utilizarán las maquinas mencionadas anteriormente; se utilizará como dato la cantidad de residuo que ingresa para ser procesado para dividirlo con la capacidad de proceso de cada máquina. Teniendo como resultado 1 unidad de cada equipo mencionado. Ver anexo 18

### **Maquinaria auxiliar**

- Mini cargador: para poder manipular, recepcionar y clasificar los rcd.
- Monta carga: para poder realizar la correcta manipulación de la materia prima y ladrillos terminados.
- Sistema de regadío: cuenta con un sistema de aspersion que gira 360° que se ejecutara en el proceso de fraguado.
- Balanza para camiones: cuantifica la cantidad del ingreso de RCD.
- Fajas transportadoras: transportan el rcd a las diferentes áreas del sistema de producción.

### **Mano de obra**

Teniendo en cuenta el número de equipos, se necesitará 7 operarios considerando el operario del mini cargador, y montacargas; se tendrá en cuenta que los operarios realizaran distintas funciones en el proceso.

Se tendrá en cuenta que los equipos son semi automáticas por ende no requieren de operadores, pero sí de la supervisión y regulación de las mismas. Ver anexo 19

### **Infraestructura**

Requerirá diferentes áreas para el proceso productivo, almacenamiento de materias primas, producto terminado y oficinas administrativas. Para alcanzar estándares aceptables con calidad dentro del ambiente laboral, se necesita realizar un buen diseño y adaptar el local requerido.

Se examinará la infraestructura y factores con influencia en los procesos para la producción de ladrillos a base de RCD:

- ✓ Zona apta para realizar los procesos de manera correcta.
- ✓ Lograr minimizar la distancia de los recorridos para los productos en proceso

y así de esta manera obtener flujo continuo.

- ✓ Contar con suministro de agua y desagüe.
  - ✓ Correcta segregación aguas residuales.
  - ✓ Áreas de fabricación contará con la adecuada iluminación y ventilación.
- 
- Agua y desagüe: aptos para poder realizar la higiene adecuada del personal y las instalaciones, es necesario que la planta tenga correcto sistema de desagües y alcantarillados.
  - Instalación de iluminación: Se contará con reflectores adecuados que cumplan con la adecuada incandescencia en la iluminación de la planta, en las oficinas y baños se usarán focos ahorradores para minimizar el uso de energía y contribuir a la conservación del medio ambiente.
  - Conexiones eléctricas: contará con corriente trifásica para energizar las maquinarias e instalaciones de planta. Se requiere suministro eléctrico de la empresa ENSA.
  - Paredes y pisos: la fabricación de ladrillos generará polvo por ende Las infraestructuras del área de producción será tarrajeadada y no se adhiera el polvo a las paredes de ladrillo y así de esta manera facilitar la limpieza. los pisos contarán con una adecuada inclinación a los drenajes para su mejor limpieza. Estos drenajes estarán cubiertos con rejillas para brindar seguridad en el área.
  - Techos: estarán a 4 metros de altura para tener una adecuada ventilación en el área de producción. El área de producto terminado y secado no tendrá techo porque se necesita aire libre y sol adecuado como se menciona en el proceso anteriormente.

### **Determinación de las zonas físicas requeridas**

- Planta: es el área donde se realiza el proceso de producción, el cual cuenta con máquinas y personal para elaborar el producto.
- Comedor: consta de utensilios de cocina, microondas, refrigeradora el cual conservará los alimentos de los colaboradores.
- Servicios higiénicos: deben ubicarse cerca de la zona de producción. Para los caballeros serán urinarios más inodoros y para las damas sólo inodoro, los cuales contarán con papeleras, dispensadores de jabón, papel toalla y papel higiénico.
- Vigilancia: estará disponible una caseta de vigilancia para que identificar quien ingrese a la planta, junto a ello el mobiliario. Debe estar ubicado cerca al ingreso de las instalaciones.
- Tópico: estará implementado con camilla y botiquín de primeros auxilios para brindar la atención de urgencias, emergencias o accidentes que sufran los trabajadores.

### **Cálculo de áreas para cada zona**

Para aplicar el método Guerchet, se evalúa el área con que debe contar la zona de producción.

Por lo tanto, se toman el número de elementos estáticos (máquinas y equipos) y los elementos móviles (operarios y almacenes móviles), considerando a los operarios la superficie estática de  $0,57 \text{ m}^2$  y altura promedio 2.8 m. y coeficiente de evolución 0.57.ver anexo 20

Utilizando tiene como resultado que el área mínima de producción de la planta debe tener  $183.68 \text{ m}^2$ .

Para el área total se tienen que incluir el área de producción, los almacenes de materiales, materia prima y de producto terminado, servicios higiénicos de la planta, vigilancia, tópico, patio de maniobras.

### **Áreas administrativas**

Para el área administrativa y servicios higiénicos se requiere un área de  $67.84 \text{ m}^2$ . ver anexo 21

### **Áreas de almacén**

Teniendo en cuenta el requerimiento de insumos, RCD, agua y cemento, ver anexo 22.

El cemento se abastecerá cada 15 días, por ende, su rotación de inventario será de 2. Y con respecto a los rcd se dependerá de la generación en las obras de construcción y demolición. Por ello los camiones acopiadores de manera semanal, para luego clasificar

y almacenar, por lo que su movimiento de inventario será de 4 veces al mes.

Se usarán estantes de 2 niveles para poner los pallets de 1.2 x 1.2m que almacenarán las bolsas de cemento, y así de esta manera se almacenara un pallet sobre otro al momento de almacenarlos. Para obtener la cantidad bolsas de cemento que entran en un pallet se tuvo en cuenta sus dimensiones las cuales son 42,5kg: ancho: 40cm, largo: 60cm y alto: 12cm. Se consideró que se realizara un apilado de 6 capas, obteniendo un resultado de 36 bolsas/pallet. Se establecerán pasadizos de 2,5m de ancho. Ver anexo 23

**Área requerida:**

teniendo en cuenta las áreas obtenidas en los cálculos anteriores se tiene que nuestra planta tendrá un área de 1800m<sup>2</sup>.

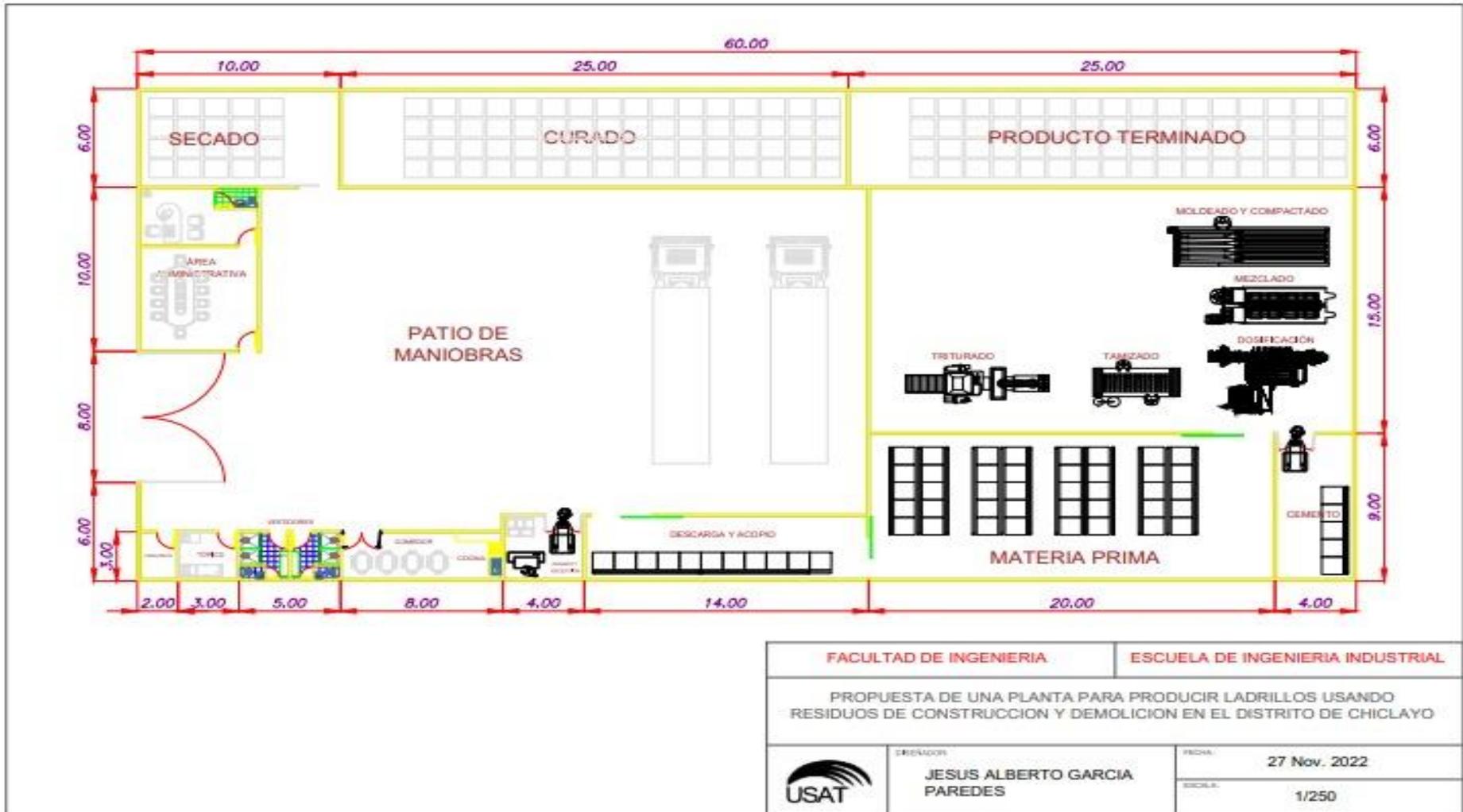


Figura 8. Plano de planta

Fuente: elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

➤ **Determinar la viabilidad económica y financiera de una planta para producir ladrillo usando residuos de construcción y demolición en el distrito de Chiclayo.**

en este estudio se determinó la evaluación para la inversión de:

maquinaria y equipos: en el anexo 23 se especifican los costos totales de maquinarias y equipos siendo S/475,985.

Software/programas: se instalaron software para el funcionamiento de los equipos administrativos, con un costo de S/2000.

Mantenimiento de maquinaria y equipo: para el mantenimiento de maquinaria y equipos se estimó un costo anual de S/20,000.

alquiler de local: se realizó un recorrido en la zona donde se instalará la planta para obtener datos de alquiler de locales, teniendo como resultado un costo mensual de S/3500, siendo el más favorable para el estudio.

interés de préstamo: el interés que se calculó para la inversión es de S/214,193.

Mano de obra: la mano de obra estimada para el funcionamiento de la planta tiene un costo anual S/250,207.3.

Materia prima e insumos: para la producción de los ladrillos tipo bloque de concreto se necesitan como materia prima rcd, cemento y agua los cuales incurren en un costo anual S/1,626,240.

Energía: el consumo anual de energía eléctrica para el funcionamiento de la planta tiene un costo de S/51,239.

El monto de la inversión se considera maquinaria y equipos, equipos de oficina y software/programas, teniendo un costo de S/477,985.00 se detalla en el anexo 24 y 25.

Tabla 32: Resumen de egresos

		<b>INVERSION</b>	<b>COSTO ANUAL</b>	<b>DEPRECIACION</b>
<b>COSTOS</b>	Maquinaria y equipo	S/475,985		S/97,557
	Software/programas	S/2,000		
	Mantenimiento de maquinaria y equipo		S/20,000	
	alquiler de local		S/42,000	
	intereses de préstamo		S/214,193	
	Mano de obra		S/250,207.3	
	Materia prima e insumos		S/1,626.240	
	Energía		S/51,239	
<b>TOTAL</b>		<b>S/477,985.00</b>	<b>S/2,203,879</b>	<b>S/97,557.00</b>

**Fuente: elaboración propia**

Tabla 33. Gastos administrativos y ventas

Descripción		costo mensual	costo anual
<b>Publicidad</b>	S/	500.00	S/6,000
<b>gastos oficina</b>	S/	100.00	S/1,200
<b>internet</b>	S/	150.00	S/1,800
<b>teléfono</b>	S/	150.00	S/1,800
<b>otros e imprevistos</b>	S/	200.00	S/2,400
<b>TOTAL</b>			<b>S/13,200</b>

Fuente: elaboración propia

Tabla 34. Resumen de beneficios

		Unids/año	valor venta	Ingreso Anual
INGRESOS	Ventas netas	1320000.00	S/1.69	S/2,237,288.14
<b>TOTAL</b>		<b>1320000.00</b>	<b>S/1.69</b>	<b>S/2,237,288.14</b>

Fuente: elaboración propia

Tabla 35. Estado de resultado

Año	0	1	2	3	4	5
<b>Ingresos</b>		S/2 237 288,14	S/2,237,288.14	S/2,237,288.14	S/2,237,288.14	S/2,237,288.14
<b>costos operativos</b>		S/2 203 879,19	S/2,203,879.19	S/2,203,879.19	S/2,203,879.19	S/2,203,879.19
<b>depreciación</b>		S/97,557.00	S/97,557.00	S/97,557.00	S/97,557.00	S/97,557.00
<b>GAV</b>		S/13,200.00	S/13,200.00	S/13,200.00	S/13,200.00	S/13,200.00
<b>utilidad antes de impuestos</b>		-S/77,348.05	-S/77,348.05	-S/77,348.05	-S/77,348.05	-S/77,348.05
<b>Impuestos (29.5%)</b>		-S/22,817.68	-S/22,817.68	-S/22,817.68	-S/22,817.68	-S/22,817.68
<b>utilidad después de impuestos</b>		<b>-S/54,530.38</b>	<b>-S/54,530.38</b>	<b>-S/54,530.38</b>	<b>-S/54,530.38</b>	<b>-S/54,530.38</b>

Fuente: elaboración propia

## Discusión

- Respecto al estudio de mercado, la macro y micro localización son comparables con la investigación de cordero [18] en los que se utilizó los criterios para determinar la adecuada ubicación de la planta y determinar la cercanía para la captación de materia prima.
- La determinación del proceso productivo y balance de masa del presente estudio son comparables con la investigación de cordero [18] debido a que se utiliza el mismo proceso para la elaboración del ladrillo a base de residuo, el balance de masa se desarrollo teniendo en cuenta sus porcentajes de perdidas ; cabe resaltar que la dimensiones del ladrillo de la presente investigación tiene dimensiones superiores a la del antecedente mencionado.
- Cordero [18] toma el 3% de la demanda proyectada para determinar su producción y capacidad de planta, sin embargo en la presente investigación de tomo en cuenta el 5% el cual no es suficiente para que los indicadores financieros resulten favorables.
- Los resultados del análisis económico financiero del presente proyecto son comparables con la investigación de cordero [18] la cual realiza un estudio de factibilidad para la inversión de una planta para la producción de ladrillos; a diferencia que en el presente estudio los costos son muy elevados en la inversión de equipos y maquinaria donde, se obtiene los indicadores no favorables VAN (- S/362,286.23) y TIR (-21.8%).

## Conclusiones

- El estudio comercial, muestra una tendencia en el aumento de la demanda y oferta proyectada creando una demanda insatisfecha cada vez mayor, debido al incremento de la población por el crecimiento vegetativo la cual genera en paralelo el crecimiento de la necesidad de vivienda; por ende, el incremento de la construcción de casas, departamentos y edificios. Asimismo, en estas construcciones se utilizan distintos tipos de insumos, entre los más importantes los ladrillos, lo que permite a los productores de estos tener una oportunidad de ampliar sus ventas; ya que existe una demanda insatisfecha por cubrir en el año 2023 de 325000 Tn con proyección de un crecimiento del 80% al año 2027.

- Se determinó que la mejor localización de la planta para producir ladrillos tipo bloque de concreto dentro del distrito de Chiclayo sería en la salida a la carretera de San José debido a que la materia prima (RCD) se encuentra disponible cerca a esta zona. Otros factores que se han tenido en cuenta para delimitarla son distancia a proveedores, cercanía al mercado y costos de transporte, Asimismo, a partir del estudio técnico y tecnológico se determinó que la capacidad de planta para atender la demanda insatisfecha sería del 5% de la demanda proyectada. Existe pues viabilidad tecnológica para desarrollar la producción de ladrillos en base a 5 millares diarios de ladrillo tipo bloque de concreto.
- En el desarrollo de la evaluación económica y financiera se calcularon los indicadores VAN ( $-S/362,286.23$ ) y TIR (-21.8%), lo cual nos da un resultado negativo por lo cual, se concluye que, a pesar de la viabilidad comercial y la viabilidad tecnológica, el proyecto no es viable debido a la alta inversión de los equipos, maquinaria y costo del terreno implicado.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda estudiar procesos productivos con tecnología alternativa que permita reducir el monto de la inversión y realizar más cotizaciones para obtener información técnica y de costos en equipos que tengan mayor capacidad en el procesamiento de materia prima.
- Se recomienda constituir alianzas estratégicas con empresas de construcción y demolición para invitarlas a que se unan a este tipo de proyectos, para que de esta manera se pueda obtener RCD y evitar riesgo de desabastecimiento y el incremento de botaderos informales.
- Se recomienda abarcar un mayor porcentaje de la demanda proyectada para obtener resultados positivos en los estados económicos y financieros para obtener un proyecto viable.

## Referencias

- [1] Construyr 2025, abril 2019. [En línea]. Available: <https://construye2025.cl/tag/residuos-de-construccion-y-demolicion/>. [Último acceso: 3 mayo 2022].
- [2] INFORME DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES, octubre 2009. [En línea]. Available: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fredrress.minam.gob.pe%2Fmaterial%2F20101021014024.pdf&clen=435686&chunk=true>. [Último acceso: 5 mayo 2022].
- [3] Municipalidad Provincial de Chiclayo, «Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque,» Lambayeque, 2012.
- [4] área de estadística departamento lambayeque , «carpeta georeferencial departamento de lambayeque,» enero 2020. [En línea]. Available: <https://www.congreso.gob.pe/Docs/DGP/GestionInformacionEstadistica/files/geo-2020/31-01-20-lambayeque.pdf>. [Último acceso: 4 mayo 2022].
- [5] El peruano , «Decreto Supremo que modifica el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición, aprobado por Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA,» 2016. [En línea]. Available: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-modifica-el-reglamento-para-la-gestion-y-decreto-supremo-n-019-2016-vivienda-1444264-1/>. [Último acceso: 14 mayo 2022].
- [6] Jiji, Antony; Deepa G, Nair, «Potential of Construction and Demolished Wastes as Pozzolana,» 22 septiembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017316304443#bibl0005>. [Último acceso: 17 mayo 2022].
- [7] Dominguez Lepe, J; Martinez, L, «Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas,» 16 mayo 2007. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46711305>. [Último acceso: 25 mayo 2022].
- [8] J. L. C. Ruiz, «Elaboración de ladrillos de 18 huecos tipo IV con residuos de demolición y cemento,» 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3544/cruzado-ruiz-jose-luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 17 mayo 2022].
- [9] Chavez Ruiz Ericsson Alen , Nakayo Cabada Luis Alberto, «repositorio institucional UPN,» 3 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21195>. [Último acceso: 1 octubre 2022].
- [10] Q. N. Jhuston, «repositorio digital institucional universidad Cesar Vallejo,» 14 diciembre 2018. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35464>. [Último acceso: 2 octubre 2022].
- [11] Blacido Rivera Ruth Estefani, Mallqui Chavez Maneth Guiovana, «repositorio académico de la universidad de ciencias aplicadas,» 11 octubre 2019. [En línea]. Available: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628037/B1%C3%A1cido\\_RR.pdf?sequence=3](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628037/B1%C3%A1cido_RR.pdf?sequence=3). [Último acceso: 12 septiembre 2022].

- [12] Ministerio del Ambiente direccion general de la calidad ambiental, «manejo de residuos de construccion y demolicion,» mayo 2016. [En línea]. Available: chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fredrrss.minam.gob.pe%2Fmaterial%2F20160622094218.pdf&clen=5867730&chunk=true. [Último acceso: 10 mayo 2022].
- [13] cemex, «cemex,» 19 junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.cemex.com.pe/-/hablando-de-cementos-portland>. [Último acceso: 30 octubre 2022].
- [14] A. T. Carrillo, «12. norma técnica e.070 albañilería,» [En línea]. Available: <http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/2012/total/12.%20norma%20t%C3%A9cnica%20e.070%20alba%C3%B1iler%C3%ADa.pdf>. [Último acceso: 27 mayo 2022].
- [15] INEI, «Producción nacional,» 5 mayo 2022. [En línea]. Available: chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://www.inei.gob.pe/media/principales\_indicadores/05-informe-tecnico-produccion-nacional-mar-2022.pdf. [Último acceso: 28 mayo 2022].
- [16] INEI, «Variación de los indicadores de precios de la economía,» 3 2022 marzo. [En línea]. Available: chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/03-informe-tecnico-variacion-de-precios-feb-2022.pdf. [Último acceso: 23 mayo 2022].
- [17] P. S. L. Antonio, «repositorio institucional UPNRG,» 2018. [En línea]. Available: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/2287>. [Último acceso: 1 Mayo 2022].
- [18] N. G. C. Principe, 1 agosto 2021. [En línea]. Available: [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/20103/CORDERO\\_PRINCIPE\\_NILSA\\_ESTUDIO\\_FACTIBILIDAD\\_PRODUCCI%c3%93N.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/20103/CORDERO_PRINCIPE_NILSA_ESTUDIO_FACTIBILIDAD_PRODUCCI%c3%93N.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Último acceso: 15 septiembre 2022].
- [19] INEI, «Principales indicadores macroeconómicos,» mayo 2022. [En línea]. Available: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>. [Último acceso: 19 mayo 2022].

## Anexos

## Anexo 1: clasificación de residuos peligrosos y no peligrosos

No Peligroso	Peligroso
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mobiliario fijo de cuartos de baño.</li> <li>✓ Mobiliario fijo de cocina</li> <li>✓ Tejas</li> <li>✓ Soleras prefabricadas</li> <li>✓ Tragaluces y claraboyas</li> <li>✓ Tableros</li> <li>✓ Placas sándwich</li> <li>✓ Mamparas</li> <li>✓ Tabiquerías móviles o fijas</li> <li>✓ Barandillas</li> <li>✓ Puertas</li> <li>✓ Ventanas</li> <li>✓ Cielo raso</li> <li>✓ Pavimentos flotantes</li> <li>✓ Alicatados</li> <li>✓ Elementos de decoración</li> <li>✓ Vigas y pilares</li> <li>✓ Elementos prefabricados</li> <li>✓ Hormigón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Restos de madera tratada</li> <li>✓ Envases de removedores de pinturas aerosoles</li> <li>✓ Envases de pinturas, pesticidas, contrachapados de madera, colas, lacas.</li> <li>✓ Restos de tubos de fluorescentes, transformadores, condensadores, etc.</li> <li>✓ Restos de PVC (solo luego de ser sometidos a temperaturas mayores a 40 °C)</li> <li>✓ Restos de planchas de fibrocemento con asbesto, pisos de vinilo asbestos, paneles divisiones de asbestos</li> <li>✓ Envases solventes</li> <li>✓ Envases de preservantes de madera</li> <li>✓ Restos cerámicos, baterías</li> <li>✓ Filtros de aceite, envases de lubricantes</li> </ul>

Figura 1-clasificación de residuos peligrosos y no peligrosos

Fuente: manejo de residuos de construcción y demolición [9]

## Anexo 2: Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

Tabla 1A: Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

## Tipo de muestra de albañilería para propósitos constructivos

Clase	Variación dimensional			Alabeo	Resistencia característica a compresión $F'_{b}$ mínimo Mpa(kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100m m	Hasta 150m m	Más de 150m m		
Ladrillo I	8	6	4	1	4,9(50)
Ladrillo II	7	6	4	8	6,9(70)
Ladrillo III	5	4	3	6	9,3(95)
Ladrillo IV	4	3	2	4	12,7(130)
Ladrillo V	3	2	1	2	17,6(180)
Bloque P	4	3	2	4	4,9(50)
Bloque Np	7	6	4	8	2,0(20)

Fuente: NTP E0.70 Albañilería [10]

Anexo 3: evolución del PBI de la construcción en la región Lambayeque

tabla 3A- valor agregado desde el 2007 (miles de soles), según departamentos

Departamento	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Lambayeque	418	463	584	650	732	900	927	910	941	939	1 048	978	895	924
Peru	482	466	967	113	959	032	056	936	878	801	099	536	840	516

Fuente: instituto de estadística e informática [14]

Anexo 4: Índice de la Producción de la Construcción Año base 2007

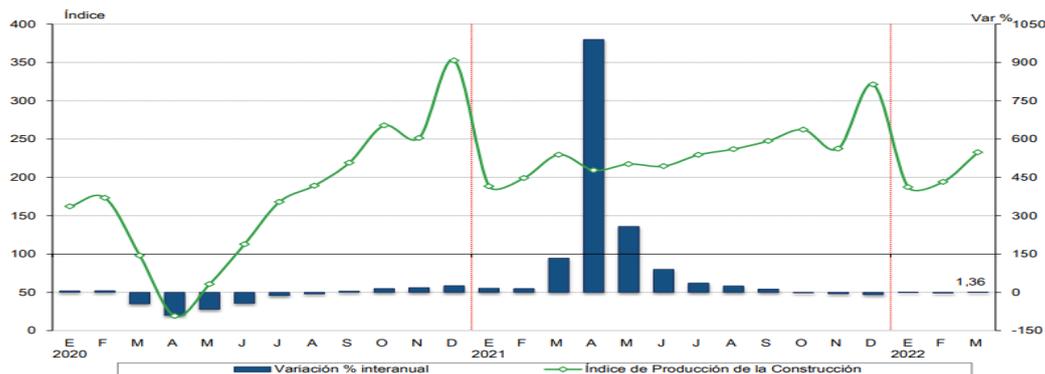


Figura 2-Índice y variaciones interanuales enero 2020-marzo2022

Fuente: instituto de estadística e informática [11]

Anexo 5: Índice de la Producción de la Construcción Año base 2007

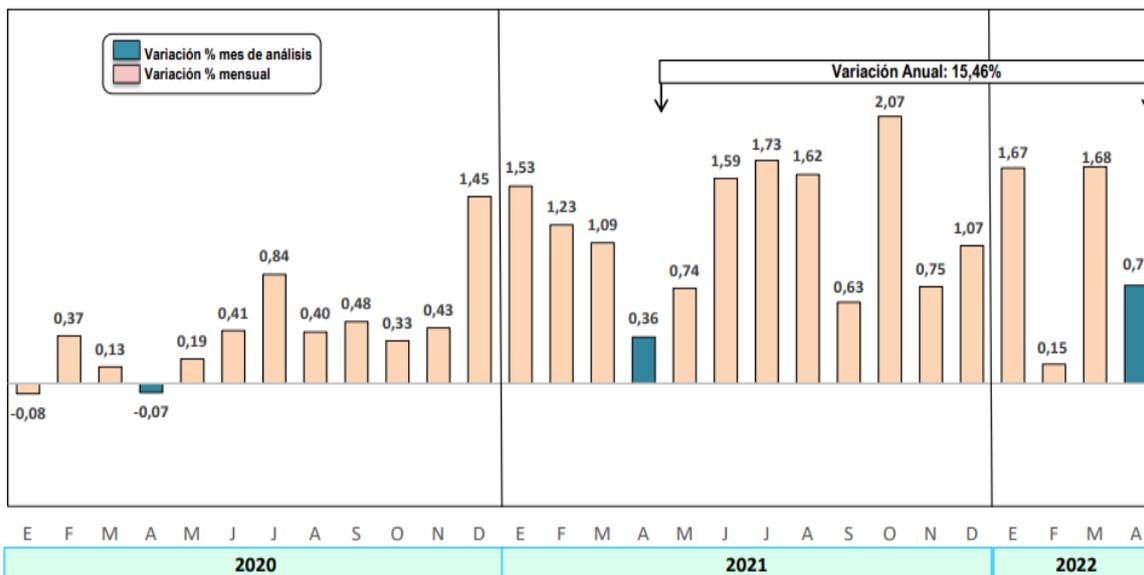
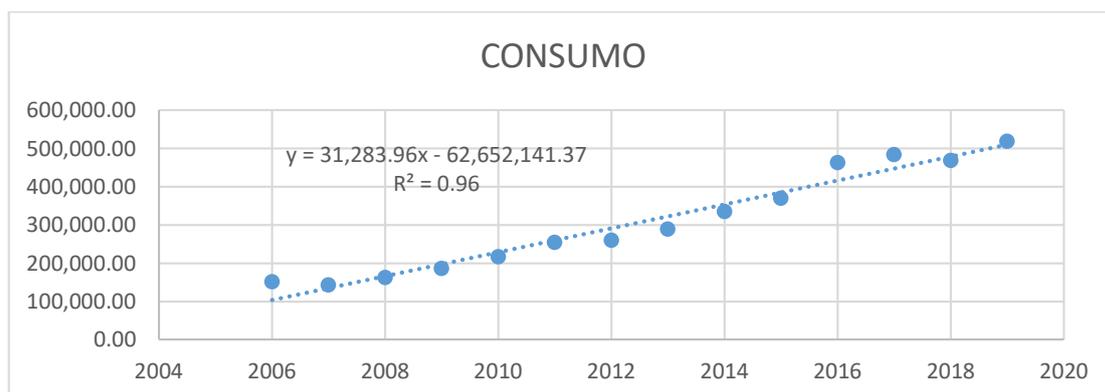
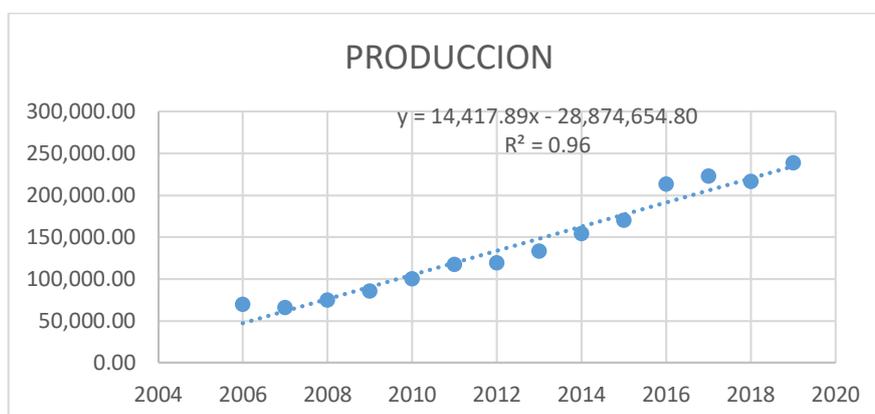


Figura 3-variacion % mensual del índice de precios de materiales de construcción 2020-2022

Fuente: instituto de estadística e informática [12]

Anexo 6: **proyección de la demanda****Figura 4- Regresión lineal de la demanda de ladrillo (toneladas)**

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: **proyección de la oferta****Figura 5- Regresión lineal de la oferta de ladrillo (toneladas)**

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 8: provincias de Lambayeque

tabla 11A- provincias y distritos de Lambayeque

provincias	distrito
<b>Chiclayo</b>	Chiclayo, Chongoyape, Eten, Eten Puerto, José Leonardo Ortiz, La Victoria, Lagunas, Monsefú, Nueva Arica, Oyotun, Picsi, Pimentel, Reque, Santa Rosa, Saña, Cayalti, Pátapo, Pomalca, Pucalá, tuman.
<b>Ferreñafe</b>	Ferreñafe, Cañaris, Incahuasi, Manuel Antonio Mesones Muro, Pitipo, Pueblo Nuevo.
<b>Lambayeque</b>	Lambayeque, Chongoyape, Íllimo, Jayanca, Mochumi, Morrope, Motupe, Olmos, Pacora, Salas, San José, Túcume.

Fuente: INEI

Anexo 9: criterios de macro localización  
 tabla 12A-Factores para la macro localización

Factores	Criterios
A	Distancia a proveedores
B	Cercanía a botaderos
C	Cercanía al mercado
D	Costos de transporte

Fuente: Elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

Anexo 10: matriz de enfrentamiento.  
 tabla 13A- Matriz de enfrentamiento / Factores de macro localización

Factores	A	B	C	D	total	peso
A		0	1	0	1	12.5
B	1		1	1	3	37.5
C	1	0		1	2	25
D	1	0	1		2	25
<b>TOTAL</b>					8	100

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: calificación de macro localización.

tabla 14A-Calificación Macro localización

Escala	Puntaje
Bueno	3
Regular	2
Deficiente	1

Fuente: Elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

Anexo 12: Ranking de evaluación

tabla 15A -Ranking de factores Macro localización

Factores	Peso	Lambayeque		Chiclayo		Ferreñafe	
		Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado
A	0.125	2	0.25	3	0.375	2	0.25
B	0.375	2	0.75	3	1.125	1	0.375
C	0.25	3	0.75	2	0.5	2	0.5
D	0.25	1	0.25	3	0.75	1	0.25
<b>TOTAL</b>	1		2		2.75		1.375

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: criterios micro localización

tabla 16A-Factores para la micro localización

Factores	Criterios
A	Alquiler de terreno
B	Acceso a servicios
C	Seguridad
D	Vías de acceso
E	Clima

Fuente: Elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

## Anexo 14: matriz de enfrentamiento

tabla 17A- Matriz de enfrentamiento – Factores de micro localización

factores	A	B	C	D	E	TOTAL	PESO
A		<b>0</b>	0	<b>0</b>	1	<b>1</b>	10
B	1		1	<b>1</b>	0	<b>3</b>	30
C	1	<b>1</b>		<b>0</b>	0	<b>2</b>	20
D	0	<b>1</b>	1		0	<b>2</b>	20
E	1	<b>0</b>	0	<b>1</b>		<b>2</b>	20
<b>TOTAL</b>						<b>10</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 15: puntaje

tabla 18A- Calificación Micro localización

Escala	Puntaje
Bueno	3
Regular	2
Deficiente	1

Fuente: Elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

## Anexo 16: Ranking de evaluación

tabla 19A- Ranking de factores Micro localización

Factores	Peso	salida a Lambayeque		salida a Pimentel		salida a san José	
		Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado
<b>A</b>	0.1	3	0.3	2	0.2	3	0.3
<b>B</b>	0.3	1	0.3	2	0.6	2	0.6
<b>C</b>	0.2	2	0.4	2	0.4	3	0.6
<b>D</b>	0.2	3	0.6	1	0.2	3	0.6
<b>E</b>	0.2	2	0.4	1	0.2	2	0.4
<b>TOTAL</b>	1	11	2	8	1.6	13	2.5

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 17: características de maquinas

	Alimentador vibratorio
	Modelo:ZSW960X3800
	Tamaño mejor de alimentación(mm):500 Capacidad(tph): 30-80
	Potencia del motor (kw):11
	Dimesion general(mm): 964X1907X1100
Peso de máquina principal(t):4.0	

Figura 9- alimentador vibratorio

Fuente: elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

	Zaranda vibratoria
	Modelo:S5X1845-3
	Tamaño mayor de alimentación(mm):200 Capacidad(tph): 13-80
	Potencia del motor (kw):22 Frecuencia vibrante(rpm):800-900 Amplitud doble vibrante (mm): 7-12 Dimensión general (mm):1200*3000*1600

**Figura 10- zaranda vibratoria**

Fuente: elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

	Trituradora de impacto
	Modelo:PF1214
	Tamaño max. de alimentación(mm):300 Tamaño de salida regulable(mm):0-40 Capacidad(tph): 68-91
	Potencia del motor (kw):132 Dimesion general(mm): 2440X2250X2630 Peso de máquina principal(t):18.5

**Figura 11- triturado de impacto**

Fuente: elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

	Separador magnético
	Modelo: RCYD(C)-6.5
	Para cintas transportadoras(mm):650 Altura puntuada de suspensión(mm):200 Espesor de material (mm):150
	Potencia del motor(kw):1.5 Dimensión general(mm):2165X780X1080 Peso de máquina principal(t):1.2

**Figura 12- separador magnético**

Fuente: elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

### Anexo 18: requerimiento de maquinas

tabla 21A- capacidad y requerimiento de maquinas

Máquina	Capacidad	Requerimiento	N teórico	N real
<b>Alimentador vibratorio</b>	30-80 ton/h	8.71ton/h	1	1
<b>Trituradora de impacto</b>	68-91 ton/h	8.71ton/h	1	1
<b>Zaranda vibratoria</b>	13-80 ton/h	8.71ton/h	1	1
<b>Mezcladora planetaria</b>	8 ton/h	8.71ton/h	1	1
<b>Máquina bloquera</b>	900 unid/h	571 unid/h	1	1

Fuente: Elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

Tabla 22A-Calculo de cantidad de maquinas

Máquina	Cantidad que ingresa		Capacidad de proc.		Cantidad de horas		Cálculo	Cantidad de maq.
	Unid.		U	E				
alimentador vibratorio	63680	Kg	30000	9.00	0.90	960	0.00	1
tritador de impacto	63680	Kg	68000	9.00	0.90	960	0.00	1
zaranda vibratoria	63680	Kg	13800	9.00	0.90	960	0.00	1
mezclador planetaria	63680	Kg	60000	9.00	0.90	960	0.00	1
maquina bloquera	5000	Unid.	7200	9.00	0.90	960	0.00	1
balanza de plataforma		Kg	8000	9.00	0.90	960	0.00	1
montacargas	63680	Kg	20000	9.00	0.90	960	0.00	1
mini cargador	63680	Kg	3600	9.00	0.90	960	0.00	1

Fuente: Elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

tabla 23A- equipos auxiliares

Minicargador	1	Caterpillar
Montacargas	1	Toyota
Balanza para camiones	1	Pesatec
Fajas transportadoras	4	KEFID
Sistema de regadío 360°	1	IESTA

Fuente: Elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

## Anexo 19: relación de actividades

tabla 24A- relación de actividades

	Actividad	N° de operarios
<b>E1</b>	Recepción y pesado de RCD	1
<b>E2+E3</b>	Descarga y acopio	
	Segregación y clasificación	
<b>E4+E5</b>	Trituración	1
	Tamizado	
<b>E6+E7</b>	Dosificación de materia prima	1
	Mezclado	
<b>E8+E9</b>	Moldeado y compactado	1
	Desmolde	
<b>E10+E11</b>	Colocación en pallets	1
	Colocación en el área de Fraguado	
<b>E1</b>	Control de calidad	1
	Total	6

Fuente: Elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

## Anexo 20: Cálculo de Guerchet

tabla 25A- Cálculo de Guerchet – Elementos fijos y móviles

Equipo	n	Área de producción								
		L	A	H	N	SS	SG	SE	St	ST
<b>Alimentador vibratorio</b>	1.00	1.91	0.96	1.10	2.00	1.83	3.67	3.14	8.64	8.64
<b>Trituradora de impacto</b>	1.00	2.25	2.44	2.63	2.00	5.49	10.98	9.39	25.86	25.86
<b>Zaranda vibratoria</b>	1.00	3.00	1.20	1.60	2.00	3.60	7.20	6.16	16.96	13.96
<b>Mezcladora planetaria</b>	1.00	2.98	2.60	2.20	2.00	7.75	15.50	13.26	36.49	36.49
<b>Máquina bloquera</b>	1.00	1.50	1.60	1.10	2.00	2.40	4.80	4.10	11.30	11.30
<b>Fajas transportadoras</b>	4.00	5.00	0.40	1.20	2.00	2.00	4.00	3.42	9.42	37.68
<b>Balanza de plataforma</b>	1.00	0.80	0.60	0.65	3.00	0.48	1.44	1.09	3.01	3.01
		<b>elementos móviles</b>								
<b>Montacargas</b>	1.00	2.70	2.30	2.10	1.00	6.21	6.21	7.08	19.50	19.50
<b>Minicargador</b>	1.00	3.61	1.83	3.22	1.00	6.61	6.61	7.53	20.74	20.74
<b>Operarios</b>	7.00	-	-	1.65	-	0.50	-	-	-	3.50
										<b>183.68</b>
<b>h EM</b>	1.62									
<b>h EF</b>	2.8									
<b>k</b>	0.57									

Fuente: Elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

Donde:

- L = largo en metros
- A= ancho en metros
- SS = superficie estática (L x A)
- N = número de lados de atención
- SG =Superficie gravitacional (SS x N)
- H = altura en metros
- SE =Superficie evolutiva (K x [SG+SS])
- St = superficie total de la máquina
- n = Número de máquinas requeridas
- ST= Superficie total (n x [SG + SS + SE])
- $h_{EM}$  = Altura promedio de elementos móviles en metros
- $h_{EF}$  = Altura promedio de elementos fijos en metros
- k = Coeficiente de superficie evolutiva ( $0.57 * h_{EM}/h_{EF}$ )

## Anexo 21: áreas administrativas

Tabla 26A-Espacio requerido área administrativa

Área	Área asignada (m2)
<b>Oficinas</b>	53,04
<b>SSHH administrativos</b>	14,80
<b>Total</b>	<b>67,84</b>

Fuente: Elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

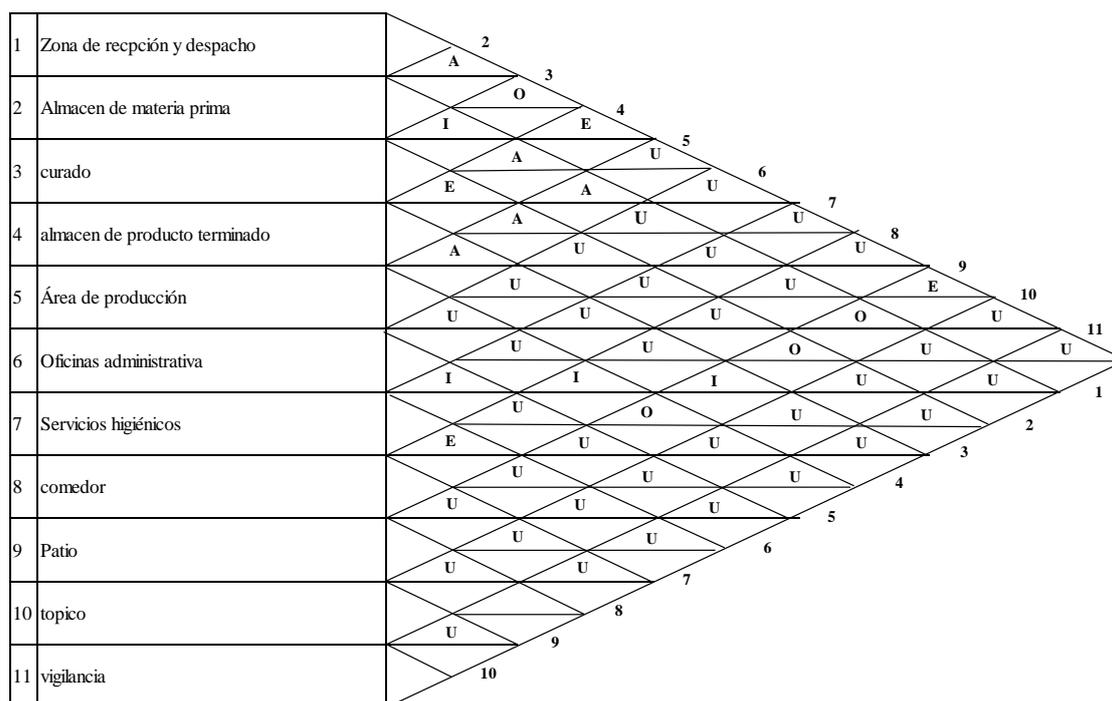


Figura13 -tabla de relación de actividades (TRA)

Fuente: Elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

Tabla27A -Relación de proximidades

CODIGO	CERCANIA	VALOR
A	Absolutamente necesario	4
E	Especialmente importante	3
I	Importante	2
O	Ordinario cercanía	1
U	No importante	0
X	indeseable	-

Fuente: Elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

Tabla28A-Matriz de rates de cercanía total

A=4;E=3;l=2;O=1;U=0													ORDEN	AREA	JUSTIFICACIÓN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TCR			
1		4	1	3	0	0	0	0	3	0	0	11	1	2	El mayor TCR
2	0		2	4	4	0	0	0	1	0	0	11	2	1	
3	0	0		3	4	0	0	0	1	0	0	8	3	3	
4	0	0	0		4	0	0	0	2	0	0	6	4	4	
5	0	0	0	0		0	0	2	1	0	0	3	5	5	
6	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	6	7	
7	0	0	0	0	0	0		3	0	0	0	3	7	6	
8	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	8	8	
9	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	9	9	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	10	10	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	11	11	El menor TCR

Fuente: Elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

## Anexo 22: insumos

tabla 29A- insumos por cada 1000 ladrillos

materia prima	unidad de medida	composición de ladrillos diarios	composición de ladrillos (millar)	total
RCD	KG	63680.04	13940	13.94 tn
CEMENTO	KG	8542.44	1870	44 bolsas
AGUA	LITROS	5436.10	1190	1.19 m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia basado en el Cordero Principe [18]

## Anexo 23: áreas

tabla 30A- cálculo de área de almacén

Cemento	44/millar
Capacidad (bolsas)	648
Capacidad pallet (bolsas)	18
Ancho pallet (m)	1,2
Largo pallet (m)	1,2
Pasillos (m)	2,5
Largo módulo (m)	5
Ancho módulo (m)	1,4
Área módulo base (m2)	7
Niveles	2
Pallets/módulo base	4
Área requerida (m2)	32,00
<b>RCD</b>	
Capacidad (TM)	69
Densidad (t/m3)	1,40
Capacidad (m3)	96.6
Pasillos (m)	2,50
Largo módulo (m)	6,20
Ancho módulo (m)	2,00
Área módulo base (m2)	12,40
Niveles	1,00
Área requerida (m2)	60

Fuente: Elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

Anexo 24: maquinaria y equipos  
 tabla 31A-costo de maquinaria y equipos

Descripción	Cant.	Costo Unit. (S/)	Subtotal (S/)	IGV (S/)	Total (S/)
Maquinaria					
<b>Alimentador vibratorio</b>	1	S/ 35,360.00	S/ 29,966.10	S/ 5,393.90	S/ 35,360.00
<b>Trituradora de impacto</b>	1	S/ 77,180.00	S/ 65,406.78	S/ 11,773.22	S/ 77,180.00
<b>Zaranda vibratoria</b>	1	S/ 56,780.00	S/ 48,118.64	S/ 8,661.36	S/ 56,780.00
<b>Mezcladora planetaria</b>	1	S/ 52,020.00	S/ 44,084.75	S/ 7,935.25	S/ 52,020.00
<b>Máquina bloquera</b>	1	S/ 58,820.00	S/ 49,847.46	S/ 8,972.54	S/ 58,820.00
total			S/ 237,423.73	S/ 42,736.27	S/ 280,160.000
Equipos de planta					
<b>Minicargador Caterpillar</b>	1	S/ 69,800.00	S/ 59,152.54	S/ 10,647.46	S/ 69,800.00
<b>Montacargas</b>	1	S/ 58,000.00	S/ 49,152.54	S/ 8,847.46	S/ 58,000.00
<b>Sistema de regadío 360°</b>	1	S/ 3,500.00	S/ 2,966.10	S/ 533.90	S/ 3,500.00
<b>Fajas transportadoras</b>	4	S/ 19,975.00	S/ 16,927.97	S/ 3,047.03	S/ 19,975.00
<b>Balanza para camiones</b>	1	S/ 24,850.00	S/ 21,059.32	S/ 3,790.68	S/ 24,850.00
total			S/ 149,258.47	S/ 26,866.53	S/ 176,125.00
total				S/ total	S/ 456,285.00

Fuente: Elaboración propia basado en Cordero Principe [18]

Anexo 25: resumen de la inversión  
 tabla 36A

Descripción	Total (S/)
Maquinaria y equipos	S/ 456,285.00
equipos de oficina	S/ 19,700.00
Software/programas	S/ 2,000.00
total	S/ 477,985.00

Fuente: elaboración propia

## Anexo 26: cuadro de áreas

tabla 37A

Área	(m <sup>2</sup> )
Área de Producción	360
Almacén de materia prima cemento	36
Almacén de materia prima rcd	180
descarga y acopio	70
Área de Curado	150
Área de Secado	60
Oficinas Administrativas	60
Comedor	24
producto terminado	316
Zona de pesado y recepción	20
Tópico	9
Vestuarios y SS.HH. Operarios	15
Patio de maniobras/Cochera	240
vigilancia	9
Espacio para circulación peatonal en planta	251
total	1800

**Fuente: Elaboración propia basado en Cordero Principe [18]**