

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



**PROPUESTA DE UN DISEÑO DE PLANTA PRODUCTORA DE  
BRIQUETAS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL BAGAZO DE  
CAÑA DE AZÚCAR EN LAMBAYEQUE**

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

**AUTOR**

**GABRIELA ALESANDRA CELIS JOO**

**ASESOR**

**EVANS NIELANDER LLONTOP SALCEDO**

<https://orcid.org/0000-0002-2917-2864>

**Chiclayo, 2022**

**PROPUESTA DE UN DISEÑO DE PLANTA  
PRODUCTORA DE BRIQUETAS PARA EL  
APROVECHAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA DE  
AZÚCAR EN LAMBAYEQUE**

PRESENTADA POR:

**GABRIELA ALESANDRA CELIS JOO**

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

**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR:

Oscar Kelly Vasquez Gervasi

PRESIDENTE

Maria Luisa Espinoza Garcia Urrutia

SECRETARIO

Evans Nielander Llontop Salcedo

VOCAL

## **Dedicatoria**

A mi amado abuelo, que aunque se fue antes de tiempo, siempre estuvo presente y me acompañó con su alegría y tengo la certeza de que estaría orgulloso de verme concluir esta etapa.

A mi madre, que siempre creyó en mí y me dio la fortaleza para seguir adelante.

A mi familia, por siempre acompañarme, guiarme y apoyarme.

## **Agradecimientos**

A mi asesor, el ing. Evans Llontop, por su tiempo, dedicación y apoyo en el desarrollo de esta tesis.

A mi madre por nunca darse por vencida y ser mi ejemplo y motivación a cada paso.

A Sergio Cárdenas por apoyarme en la investigación y brindarme motivación y apoyo en el desarrollo del trabajo.

Agradezco también a todos aquellos que de alguna manera me ayudaron a concluir este trabajo.

## Índice

<b>Resumen</b> .....	<b>5</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>6</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>7</b>
<b>Revisión de literatura</b> .....	<b>8</b>
<b>Materiales y métodos</b> .....	<b>11</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>29</b>
<b>Recomendaciones</b> .....	<b>30</b>
<b>Referencias</b> .....	<b>31</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>35</b>

## Resumen

La presente investigación tiene como finalidad proponer el diseño de una planta productora de briquetas vegetales a base de bagazo de caña de azúcar para en la región Lambayeque para satisfacer la demanda nacional y demostrar que es viable comercial, técnica y económicamente. En primer lugar, se desarrolló el estudio de mercado mediante el análisis de la oferta y demanda, obteniendo como resultado una demanda insatisfecha de 2 058 931 sacos de 10 kg de briquetas, y se determinó que la demanda del proyecto abarcará el 12% de esta, evidenciando la viabilidad comercial del proyecto. Posteriormente, se evidenció la viabilidad técnica mediante el estudio de ingeniería que consiste en la definición del proceso productivo y requerimiento de materia prima, maquinaria y mano de obra para la producción de briquetas vegetales a partir de bagazo de caña para una capacidad de 5050,7 sacos/día, luego se evaluó la ubicación mediante la matriz de factores ponderados que determinó que Chiclayo es la óptima localización para el proyecto. El diseño de planta se realizó mediante la metodología Guerchet. Finalmente, se calcularon los indicadores financieros para determinar la viabilidad económica de la propuesta obteniendo como resultado un VAN de S/.174 555 468,7, un TIR de 39% mayor al TMAR global de 19%, evidenciando así la viabilidad económica del proyecto. Asimismo, se obtuvo un beneficio de S/.0,82 por cada sol invertido, en un tiempo de retorno de 3 años y 4 meses.

**Palabras claves:** Briquetas vegetales, combustibles sólidos, bagazo, caña de azúcar.

### **Abstract**

The objective of this research is to propose the design of a plant to produce vegetable briquettes from sugarcane bagasse in the Lambayeque region to meet national demand and demonstrate that it is commercially, technically, and economically viable. First, a market study was developed analyzing supply and demand, resulting in an unsatisfied demand of 2,058,931 10 kg bags of briquettes, and it was determined that the project's demand will cover 12% of this demand, demonstrating the commercial viability of the project. Subsequently, the technical feasibility was demonstrated through the engineering study, which consists of defining the production process and the raw material, machinery, and labor requirements to produce vegetable briquettes from sugar cane bagasse for a capacity of 5050.7 bags/day, then the location was evaluated through the matrix of weighted factors that determined that Chiclayo is the optimal location for the project. The plant was designed using the Guerchet methodology. Finally, the financial indicators were calculated to determine the economic viability of the proposal, resulting in an NPV of S/.174,555,468.7, an IRR of 39% higher than the overall AARR of 19%, thus demonstrating the economic viability of the project. Likewise, a profit of S/.0.82 was obtained for each sol invested, in a recovery period of 3 years and 4 months.

**Keywords:** Vegetable briquettes, solid fuels, bagasse, sugar cane.

## Introducción

El incremento de la población mundial, la amenaza del cambio climático, la inherente necesidad de reducir el impacto de la emisión de gases de efecto invernadero y la creciente demanda por fuentes de energía renovable que posean viabilidad técnica y económica, ha impulsado la evaluación de potencial energético de diferentes residuos o subproductos [1]. El Perú es un país que apuesta por las energías renovables, estas son una opción que se considera competitiva económicamente y fiable técnicamente para su aprovechamiento debido a que disminuyen la dependencia energética, fomentan el desarrollo sostenible impulsando el cuidado del medio ambiente [2].

Lambayeque es una región cuya actividad industrial incluye: Producción de caña de azúcar, la cual, en julio de 2019, alcanzó las 296 357 toneladas y aumentó en 3,9%, con relación al año anterior, que alcanzó 285 368 toneladas, influenciado por las mayores superficies cosechadas y mejores rendimientos [3]. El residuo más relevante producto del procesamiento de la caña de azúcar es el bagazo, el cual representa el 30% de la caña molida [4].

Debido a la considerable cantidad de residuos sólidos vegetales propios de la región que pueden ser aprovechados para satisfacer la necesidad de generar energías renovables y así reducir el impacto ambiental negativo propio de los combustibles sólidos convencionales.

Actualmente no se cuenta con un correcto manejo de los residuos mencionados, es decir que son generados y desechados o quemados, como es el caso del bagazo de caña de azúcar, esto afecta directamente la calidad del aire debido a la generación de material particulado, emisión de gases a la atmósfera, entre otros; así surge la pregunta ¿Cuál es la mejor forma de utilizar el bagazo de caña de azúcar de la región Lambayeque? La fabricación de briquetas vegetales es una alternativa que se presenta para la utilización de los residuos vegetales industriales propios de las actividades de la región. La producción de briquetas consiste en la prensa de una mezcla de diferentes componentes vegetales con o sin tratamiento térmico posterior.

Desde hace ya algunos años el hombre ha mostrado un notable interés por mitigar los impactos negativos producidos por sus actividades. La creciente demanda por la obtención de fuentes de energía que no contaminen y no se agoten, ha impulsado la evaluación energética de diferentes productos como lo es la biomasa, es por ello que uno de los motivos por los que se realizó esta investigación es precisamente la tendencia actual

de tratar de reducir los impactos ambientales negativos generados por las diversas actividades del hombre, esto podría significar un impacto ambiental positivo puesto que permitirá disminuir el daño generado por los residuos que se utilizarán como materia prima y también disminuirá el impacto de los combustibles sólidos y energías no renovables.

Además, la demanda de carbón vegetal y leña presiona significativamente los recursos forestales. La FAO [5] señala que el área forestal a nivel mundial se ha reducido entre 12 y 15 millones anuales debido a la tala indiscriminada generada por la obtención de carbón y leña. En consecuencia de lo ya mencionado, se incrementan los gases de efecto invernadero, adicionado al cambio climático cada vez más acelerado.

A partir de la problemática mencionada, se tomó como objetivo general proponer el diseño de una planta industrial productora de briquetas vegetales para el aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en la región Lambayeque. Para lograr el desarrollo de este primer objetivo, se plantearon como objetivos específicos analizar la oferta y demanda del proyecto, diseñar la planta industrial productora de briquetas vegetales para el aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar y realizar un estudio económico-financiero.

### **Revisión de literatura**

Mannals et al. [6] en su artículo “Caracterización del bagazo como biomasa vegetal” señala que existen diversos residuos de biomasa como bagazo, cascarilla de café, cascarilla de caña, paja de caña, entre otros; estos residuos son acumulados en el lugar donde se generan y representan una fuente de contaminación para el ambiente. La investigación tuvo como objetivo estimar las características físicas y químicas de diferentes muestras de tamaños diferentes de bagazo de caña, como parte del estudio de descomposición térmica de las mismas. Para el desarrollo de su objetivo se utilizó una estructura metodológica basada en un análisis de granulometría por medio del cribado, la separación y la clasificación de sólidos, además se determinó el contenido de humedad, compuestos volátiles, cenizas y carbono fijo, luego se aplicó un análisis estadístico para determinar la sujeción de las propiedades químicas del bagazo con los diámetros de partículas obtenidos. Uno de los principales resultados obtenidos fue que independientemente del tamaño o diámetro del modelo, se obtuvo un comportamiento idéntico con respecto a la distribución granulométrica, la cual es muy variada. Otro de los resultados fue que se pudo determinar que los valores de humedad oscilan entre 0,26 % y 16,32 %, se observó

también una inclinación hacia la disminución del contenido de volátiles con la reducción del diámetro y por el contrario en el caso de las cenizas, estas se incrementaron con la reducción del diámetro, además con respecto al carbono fijo, los valores obtenidos varían entre 0,26 % y 16,32 % sin mostrar un comportamiento definido. También se determinó que la biomasa analizada contó con pocos carbonatos, es decir que la mayor parte del contenido de carbono es orgánico. Finalmente, como resultado del análisis estadístico se determinó que, en la totalidad de casos, a excepción del carbono fijo, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la característica analizada entre un nivel de Dpi y otro, con un nivel de confianza del 95% y se encontraron correlaciones matemáticas.

Santos et al. [7] en su artículo científico “Utilização de resíduos de coco (cocos nucifera) carbonizado para a produção de briquetes” señala que Brasil es uno de los principales productores de coco a nivel mundial, sin embargo no cuentan con un adecuado tratamiento para los desechos generados en el proceso. El objetivo principal de esta investigación fue producir briquetas de carbón vegetal de residuos de coco y evaluar la calidad de las briquetas. Para el desarrollo del objetivo se utilizó una estructura metodológica basada en la recolección de cáscaras de coco de origen agroindustrial, secado al aire libre, carbonización, molido y tamizado para la fabricación de las briquetas en un estudio aleatorio de 12 tratamientos, dividido en 3 grupos y 3 repeticiones; cada grupo de tratamientos corresponde a una proporción de 12, 15 y 18% respectivamente. Se analizaron las diferentes proporciones con aglutinantes de maíz y arcilla. Se definieron también las condiciones en las que se fabricarían las briquetas. Se determinó también la densidad con el método de escala propuesto por Vital (1984) y el poder calorífico a través de bomba calorimétrica, además del material volátil, cenizas y carbono fijo. Como primer resultado se obtuvo que el rendimiento gravimétrico promedio es de 24% para la carbonización de cáscara de coco. La composición que se obtuvo fue de un contenido de carbono fijo del 86,5%, contenido volátil de 9,6%, 1,4% de cenizas y 2,5% de humedad. Se determinó que la temperatura ideal de carbonización es de 450°C.

Verdecia et al. [8] en su investigación “Determination of the combustion time for the combustion of tubular cylindrical briquettes of cane straw” realiza un estudio sobre la cinética del proceso de combustión de briquetas tubulares de biomasa cañera. El objetivo de la investigación fue delimitar el período de combustión de cada una de las fases que podrían ser las que controlen el proceso; la difusión de O<sub>2</sub> a través de la película gaseosa, la expansión de los volátiles a través de la capa de ceniza y la reacción química; a través

del modelo del núcleo sin reaccionar. Para desarrollar su objetivo se realiza un estudio teórico sobre la combustión de las briquetas de nuevo diseño. Como resultados se generaron ecuaciones para cada una de las fases del proceso de la combustión de briquetas cilíndricas, se comprobó que la fase que controla proceso de combustión es la difusión a través de la capa de ceniza y finalmente se obtuvo una expresión para el tiempo total de combustión.

En 2018 Fernández et al. [9] en su artículo “Qualidade de Briquetes de Cana-de-Açúcar Produzidos com Aglutinante Amido de Milho” investiga sobre la calidad de las briquetas de caña de azúcar producidas con aglutinante de maíz. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del uso de almidón de maíz comercial como aglutinante en la producción de briquetas de bagazo de caña de azúcar. Para la realización del objetivo, se efectuaron análisis de masas específicos para determinar el poder calorífico, porcentaje de cenizas y volátiles. Además, se realizó una caracterización granulométrica de la biomasa que fueron compactados en una prensa hidráulica, sin utilizar calefacción. Se midieron aspectos de resistencia mecánica y expansión longitudinal de las briquetas producidas. Como resultado se obtuvo que Las cenizas y los contenidos volátiles del bagazo de caña de azúcar fueron 3,9% y 87,7%, mientras que para el almidón fueron 0,09% y 94,65%, respectivamente. El mayor poder calorífico fue 3593 kcal/kg (bagazo de caña de azúcar) y 3637 kcal/kg (almidón). El valor de resistencia mecánica más alto fue para T1 (0,607 MPa), que tuvo el menor valor de humedad y expansión longitudinal (10,81% y 14,9%, respectivamente). Se pudo concluir que el almidón de maíz no actuó como aglutinante en la producción de briquetas.

En 2015, Da Silva et. al [10] en su investigación “Caracterização de biomassas para a briquetagem” determinó las propiedades de 4 briquetas con composiciones diferentes. El objetivo de esta investigación fue caracterizar la producción de briquetas a partir de cuatro diferentes tipos de biomasa residual. Para el cumplimiento del objetivo, se utilizaron residuos de aserrín de Eucalyptus sp, aserrín de Pinus sp, bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) y paja de caña de azúcar. Los residuos se trataron para obtener un 12% de humedad y un tamaño de grano inferior a 1,70 mm. Posteriormente, se produjeron 15 briquetas para cada uno de los cuatro tratamientos y la presión utilizada fue de 1250 kgf.cm<sup>2</sup> durante 30 segundos. Como resultado, se obtuvo que El poder calorífico fue de 19,180 J/kg y 20,315 J/kg para aserrín de eucalipto y pino respectivamente. Para bagazo y paja de caña los valores fueron 18,541 J/kg y 15,628 J/kg. Las briquetas de paja de caña de azúcar tenían un contenido de cenizas del 12%. Las

expansiones de tratamiento oscilaron de 4 a 9% y las resistencias mecánicas variaron de 1,215 MPa a 0,270 MPa. Todas las briquetas demostraron ser resistentes a una pila de más de 10 m de altura. El procedimiento adoptado puede ayudar a reducir el espacio de almacenamiento y transporte.

Se le denomina **Energía Renovable** a toda energía obtenida de fuentes naturales aparentemente inextinguibles, ya sea debido a la significativa cantidad de energía que la componen o porque tienen la capacidad de regenerarse naturalmente [11].

Según González [12] el término energías renovables hace referencia a la energía que es obtenida a partir de corrientes continuas de energía que son recurrentes en el mundo natural, es decir es todo flujo de energía o que se restaura en la medida que se utiliza. Estambién la utilización de cualquier depósito de energía que se repone a una velocidad semejante a la velocidad a la que es extraída.

Fernández [13] define la biomasa como cualquier elemento orgánico cuyo origen puede ser vegetal o animal, incluyendo los materiales que resultan de su transformación de manera natural o artificial. También se define como la energía de procedencia solar que es convertida por la vegetación en material orgánico, energía que puede ser recuperada a través de combustión directa o a partir de la transformación dicho material orgánico en combustible.

González [12] señala que se le llama biomasa a toda la masa viviente existente en la Tierra, específicamente en la estrecha capa superficial denominada Biosfera. Esta masa es mínima en comparación con la materia total de todo el planeta, sin embargo, representa una cantidad considerable de energía almacenada, esta energía es restaurada de manera continua debido a que es originada por la luz solar. También la define como el conjunto de elementos que forman a las plantas y animales que están constituidas por compuestos orgánicos que tienen origen en el proceso fotosintético.

González [12] define a los biocombustibles a aquellos materiales que forman parte de la biomasa y que reaccionan con el oxígeno, es decir que los materiales que se desarrollan en el proceso fotosintético tienen la capacidad de transformarse a través de procesos químicos y biológicos.

Camps y Marcos [14] señalan que se entiende por biocombustible aquel combustible que sea de origen biológico que no ha sido fosilizado.

### **Materiales y métodos**

La presente investigación comprende una estructura de viabilidad, debido a que es una investigación de prefactibilidad, tuvo un alcance a nivel descriptivo, ya que no hubo

manipulación de variables y únicamente se realizó una recolección de datos para determinar la viabilidad de la propuesta de una planta de este tipo.

Como primer paso se recolectaron y analizaron los datos históricos respecto a la oferta y demanda de combustibles sólidos (carbón vegetal y leña) a nivel nacional desde el año 2015 hasta el 2020, esta información fue recolectada de los informes de Balance Nacional de Energía anual realizados por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM). Se analizó la oferta teniendo como base la fórmula de Baca. Posteriormente, se procedió a seleccionar el método de pronóstico de la demanda y de la oferta en base a la variabilidad de los datos, el método seleccionado fue el de proyección de regresión lineal, establecido por Niveló [15] como el método más recomendado para un producto nuevo, en base a la demanda histórica del sector en este caso combustibles sólidos. Ambos datos fueron proyectados los próximos 5 años desde la estimación de inicio del proyecto, para determinar la demanda del proyecto. La demanda insatisfecha (balance – oferta-demanda) se determinó con la demanda insatisfecha de las importaciones debido a que ese es la demanda que no se está cubriendo en el mercado nacional. Posteriormente la demanda abarcada en esta investigación de la investigación es el 12% de la proyección de combustibles sólidos importados por Perú, se determinó este porcentaje del total de la demanda insatisfecha teniendo en cuenta la conveniencia para la inversión de la investigación teniendo como referencia lo que expresado por Baca en su libro “Evaluación de proyectos” [16].

Para determinar la localización se utilizó el método de factores ponderados, teniendo en cuenta los factores y pasos señalados por Erossa en su libro “Proyectos de inversión en Ingeniería” [16], asimismo Baca [17] señala que este método consiste en asignar factores cuantitativos a una serie de factores que se consideran esenciales para la óptima localización del proyecto lo que conlleva a una comparación cuantitativa de diferentes lugares. El método permite ponderar factores de preferencia para el investigador. Los factores relevantes que se evaluaron para la selección de las alternativas de localización fueron: clima, suelos, población, educación, vías de comunicación, transporte, disponibilidad de agua potable, disponibilidad de energía eléctrica y disponibilidad de materia prima. Posteriormente mediante la aplicación de la matriz de enfrentamiento se determinó la importancia de cada factor. Para la Macrolocalización se evaluaron las tres provincias de Lambayeque: Lambayeque, Ferreñafe y Chiclayo y en base a ello. Una vez seleccionada la provincia idónea en base a los factores considerados, se procedió a realizar la microlocalización, donde se evaluaron y compararon los distritos de la provincia elegida en base a los factores considerados relevantes para este proyecto y se determinó la localización exacta de la planta.

La demanda del proyecto previamente establecida se empleó como punto de partida para el cálculo del plan de producción referido al horizonte proyectado (5 años). Se estableció el índice de consumo por unidad de venta [15].

Para analizar el precio, se proyectó el precio histórico de los combustibles sólidos en los años del 2015 al 2019 consultando los boletines estadísticos de TradeMap [18]. Además, se establecieron políticas de precios, en las cuales se consideró el valor agregado del producto para el cliente y los precios de la competencia así como los costos de producción. Finalmente, se analizó la comercialización del producto en la que se describió que tan popular es el producto en el mercado y se determinaron los factores que limitan la comercialización. Además, se propuso un sistema de distribución debido a que nuestro producto será un producto de consumo popular, por lo que se decidió que los canales sean los siguientes: Productores y mayoristas teniendo en cuenta las recomendaciones de Baca en su libro “Evaluación de proyectos” [16]. Luego el plan de ventas para 5 años fue enfocado a los años 2020 y 2024, en los que se calculará el ingreso total de la investigación tomando en cuenta la demanda proyectada de la investigación y el precio. Según el tipo de producto se determinó el proceso productivo. Posterior a ello se realizó el balance de materia para establecer la capacidad y determinar el rendimiento de los insumos. La capacidad diseñada se determinó en base al último año de análisis y se procedió a la selección de maquinarias y equipos y se establecieron los indicadores de producción. Se realizó la distribución de planta, mediante el método Guerchet que permitió establecer la superficie requerida en base a la cantidad y dimensiones de los objetos fijos y móviles dentro de una determinada área. Como parte de la distribución de planta se realizó un análisis de relación de actividades, que fue llevado a cabo mediante la ejecución de la matriz razón-valor.

En base a las áreas establecidas se determinó el personal requerido. La organización facilitó la coordinación de los recursos del proyecto. Con la finalidad de asegurar y garantizar el alcance de la máxima eficiencia se determinaron los requerimientos de los puestos requeridos para el óptimo funcionamiento de proyecto.

Se realizaron los cálculos para determinar la inversión requerida para la ejecución del proyecto, teniendo en cuenta los factores económicos y financieros tales como mano de obra, materiales directos e indirectos, y gastos comerciales, administrativos y financieros [16]. La evaluación económica financiera se realizó con el objetivo de evaluar la viabilidad del proyecto tomando como referencia la tasa de rentabilidad, las utilidades del proyecto y la relación costo-beneficio.

## Resultados y discusión

### Estudio de mercado

El estudio de mercado de este proyecto tuvo como objetivo determinar la viabilidad comercial del proyecto de instalación de una planta productora de briquetas a base de bagazo de caña.

El en primer lugar, se definió el producto a comercializar como el saco de briquetas a base de bagazo de caña en presentación de 10 kg, posteriormente se evaluaron los factores a considerar, tales como las propiedades y características del producto, la zona de influencia, oferta, demanda y precio, mediante el cual se estableció un plan de ventas. Las briquetas son un tipo de biocombustible hecho a partir de residuos o desechos de productos orgánicos que han sido triturados y compactados de forma homogénea con el fin de generar energía calórica [15].

Las propiedades de las briquetas fueron estudiadas y se determinó que son un sustituto ideal para los combustibles sólidos actuales.

<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>	Bagazo de caña
<b>DIMENSIONES</b>	70 x 50 x 50 mm
<b>HUMEDAD</b>	4%
<b>CENIZAS</b>	<1%
<b>ADITIVOS</b>	No
<b>AGLUTINANTES</b>	No
<b>PODER CALORÍFICO INFERIOR</b>	13 800 kJ/kg
<b>VIDA ÚTIL</b>	12 meses

**Figura 2: Características del producto**

Fuente: Elaboración propia

Se sabe que al ser una fuente orgánica, el bagazo de caña de azúcar es susceptible a la pronta descomposición que se ve afectada por diversos factores como temperatura, exposición y humedad, no obstante, uno de los primeros pasos en el proceso de producción es el secado. Este proceso permite reducir el porcentaje de humedad, además los materiales extraños que ingresaron con la materia prima se desprenden. Este proceso puede alargar la vida útil del producto de 18 a 20 meses a temperatura ambiente [1]. Sin embargo por ser un informe experimental, se indica una vida útil de 12 meses.

Se analizó la data referente a la oferta y demanda de combustibles sólidos (carbón vegetal y leña).

Se determinó la zona de influencia, para ello se tomaron en cuenta 3 criterios: Factores que determinan el área del mercado como la alta producción de caña de azúcar, así como el residuo necesario para esta investigación, el bagazo de caña. Área del mercado seleccionada, se pretende tomar todo el Perú teniendo como punto de inicio el norte del país hasta posicionar el producto, debido a que se pretende cubrir la demanda nacional de combustibles sólidos.

Se determinó la producción de materia prima y la cantidad de demanda a satisfacer.

Las briquetas a partir de bagazo de caña de azúcar representan la oportunidad de reducir el impacto ambiental generado por la actividad industrial del hombre en la región Lambayeque así como para dar un valor agregado a los residuos propios de la creciente producción azucarera en la región.

El bagazo de caña al ser un residuo industrial no es ofrecido al mercado de manera formal. En el caso de los sacos de 15 kg el precio fluctúa entre S/.3.00 soles y S/.3.50 nuevos soles por saco, este precio es únicamente para la venta inmediata en planta o en caso de que se venda para alimento de animales.

Según la investigación realizada, las briquetas no solo añadirán valor agregado, sino que también permitirá disminuir el consumo de carbón y leña, cuya creciente demanda ha generado una disminución significativa del área forestal.

En base a lo ya mencionado, se determinó que los factores que determinaron el área de mercado fueron:

- Demanda de combustibles sólidos

La creciente demanda de combustibles sólidos se ve evidenciada en las importaciones de este producto, la cual fue de 29 569 858 toneladas en los últimos 5 años de acuerdo con el Balance General de energía de los años 2014 al 2019. Además la producción nacional y el consumo ha incrementado, esto se evidencia en la tabla 2

- Disponibilidad de materia prima

Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura) [5] el bagazo de caña de azúcar representa el 30% de la caña de azúcar, a continuación se puede observar la composición de la caña de azúcar Se determinó en base a la producción histórica y la proyección, la disponibilidad para el primer año será de 905 206 toneladas de bagazo de caña de azúcar y para el quinto año será de 1 059 008 toneladas de bagazo de caña.

- La competencia existente y potencial

La principal competencia que existe para este proyecto son los combustibles sólidos actuales: el carbón y la leña. Estos combustibles tienen como principal impacto la reducción del área forestal, así como mayor producción de material particulado y mayor porcentaje de cenizas. La competencia potencial vendría a ser los biocombustibles sólidos a base de residuos de la región como lo son la cascarilla de café o la cascarilla de arroz.

El área geográfica determinada para el presente estudio es la región Lambayeque debido a que sus provincias presentan una creciente producción de azúcar. Además, es necesario que la planta productora de briquetas se encuentre cerca de las fábricas azucareras, puesto que de ahí se obtendrá la materia prima para cubrir con la demanda insatisfecha.

Además, cabe mencionar que se seleccionó la región Lambayeque puesto que es uno de los principales productores de azúcar a nivel nacional.

Se evaluó la macro y micro localización, tomando en cuenta factores como disponibilidad de materia prima, disponibilidad de recursos tales como agua potable, energía eléctrica, entre otros, además se evaluaron los medios y rutas de transporte y se determinó que la planta deberá ubicarse en Chiclayo.

Se analizaron los métodos de proyección y en base a la variabilidad de la demanda, se decidió utilizar el método de Regresión lineal [16]. El método de proyección de la demanda fue seleccionado debido a que la demanda posee una baja variación a través de los años según la demanda histórica, la cual nos indica que hasta el 2019 se consumieron 1 219 331 toneladas de combustibles sólidos a nivel nacional y para la producción de carbón y leña hasta ese año fue de 1 939 656 toneladas. Con respecto a la demanda se puede observar que los primeros 3 años incrementó en 16,39% sin embargo disminuyó en los últimos 3 años en 18%, por lo que se tomará un porcentaje bajo de demanda insatisfecha para evitar riesgos.

**Tabla 2. Comparativa de oferta y demanda histórica de combustibles sólidos en toneladas**

PERIODO	PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS	DEMANDA DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS
2015	251788	528230
2016	268754	378986
2017	301176	366001
2018	216581	418554
2019	181032	247885
2020	381435	436882

Fuente: Balance Nacional de Energía 2015 – 2019 (MINEM)

**Tabla 3. Pronóstico de oferta y demanda en toneladas**

PERIODO	PRONÓSTICO DE LA OFERTA	PRONÓSTICO DE LA DEMANDA
2021	161 600	192 700
2022	524 453	737 951
2023	587 248	712 801
2024	423 405	814 586
2025	354 553	484 034

Fuente: Elaboración propia

Según Baca [16] la cantidad de demanda que un proyecto puede englobar es menor al 10%, de esta manera se tendrá un menor riesgo, sin embargo para el presente proyecto, se tomará un 12% de la demanda insatisfecha debido a la tendencia creciente de la misma. La demanda insatisfecha se determinó con la diferencia entre oferta y demanda y se tomaron en cuenta las importaciones.

**Tabla 4: DEMANDA DEL PROYECTO EN TONELADAS**

PERIODO	DEMANDA INSATISFECHA	DEMANDA DEL PROYECTO (12%)
2021	31 100	3 732
2022	213 498	25 620
2023	125 553	15 066
2024	391 181	46 942
2025	129 481	15 538

Fuente: Elaboración propia

En base a la demanda del proyecto, se estableció el plan de ventas teniendo como precio S/.40,00, el cual se obtuvo analizando el costo del kg de bagazo de caña es de S/.0,20, pero el costo del kg de carbón vegetal es de S/.6,00 en promedio y de la leña S/.3,00. Puesto que el producto es un saco de 10 kg, el precio se estableció en S/40,00 como ya se había mencionado.

**Tabla 5. PLAN ANUAL DE VENTAS**

AÑO	DEMANDA DEL PROYECTO (t/año)	VENTA (saco 10 kg)	PRECIO (S/.)	INGRESOS (S/. /año)
2021	3 732	373200	S/40,00	S/14 928 000,00
2022	25 620	2 562 000	S/40,00	S/102 480 000,00
2023	15 066	1 506 600	S/40,00	S/60 264 000,00
2024	46 942	4 694 200	S/40,00	S/187 768 000,00
2025	15 538	1 553 800	S/40,00	S/62 152 000,00

Fuente: Elaboración propia

La distribución del producto será mediante canal directo debido a que es un producto relativamente nuevo y este debe ser llevado hasta el usuario, sin embargo, solo nos enfocaremos en mayoristas y distribuidores.

La ubicación de la planta es un factor fundamental para determinar el éxito o fracaso de un proyecto, es por ello que se realizó un análisis de macro y micro localización, donde se consideraron factores según su relevancia y requerimiento, estos fueron la disponibilidad de materia prima, vías de acceso (transporte), recursos y mano de obra. A nivel macro fueron comparadas las provincias de Lambayeque, Ferreñafe y Chiclayo, teniendo como resultado la provincia Chiclayo. A continuación, en el análisis de micro localización, se evaluaron los factores ya mencionados y en base a ello se enfrentaron 3 distritos de Chiclayo, los cuales fueron: Chiclayo, José Leonardo Ortiz y La Victoria. La ubicación que tiene mayor porcentaje de cumplimiento en base a características requeridas fue Chiclayo, sin embargo la planta requiere un área intangible y es por ello que se seleccionó una zona apartada del sector urbano y por consiguiente se determinó el área geográfica en una zona próxima a la Panamericana norte.

Finalmente, se determinó mediante el estudio de mercado que las briquetas vegetales son viables comercialmente, y se determinó una localización idónea para este fin.

#### *Ingeniería del proyecto*

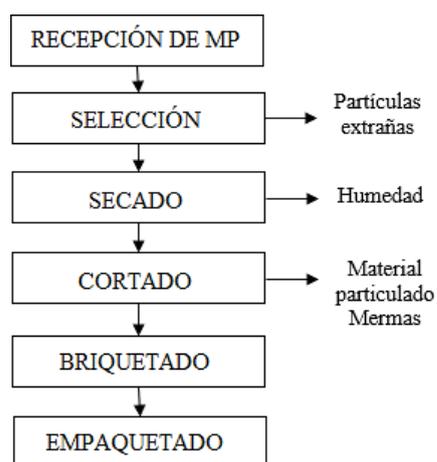
La materia prima para este proyecto es el bagazo de caña de azúcar, el bagazo de caña representa el 30% de la caña de azúcar, por tanto tenemos disponible el 30% de la producción de caña para la realización del proyecto, sin embargo no podemos contar con el total pues existe un porcentaje destinado a comida de animales así como futuros proyectos como producción de papel o envases reciclables. Los requerimientos del proyecto teniendo en cuenta el plan de ventas es el siguiente:

**Tabla 6. Requerimientos de materiales**

<b>REQUERIMIENTO DE MATERIALES EN KILOGRAMOS</b>					
	<b>1 AÑO</b>	<b>2 AÑO</b>	<b>3 AÑO</b>	<b>4 AÑO</b>	<b>5 AÑO</b>
<b>MATERIALES DIRECTOS</b>					
<b>Bagazo de caña</b>	11196000	76860000	45198000	140826000	46614000
<b>MATERIALES INDIRECTOS</b>					
<b>Sacos de papel</b>	373200	2562000	1506600	4694200	1553800

Fuente: Elaboración propia

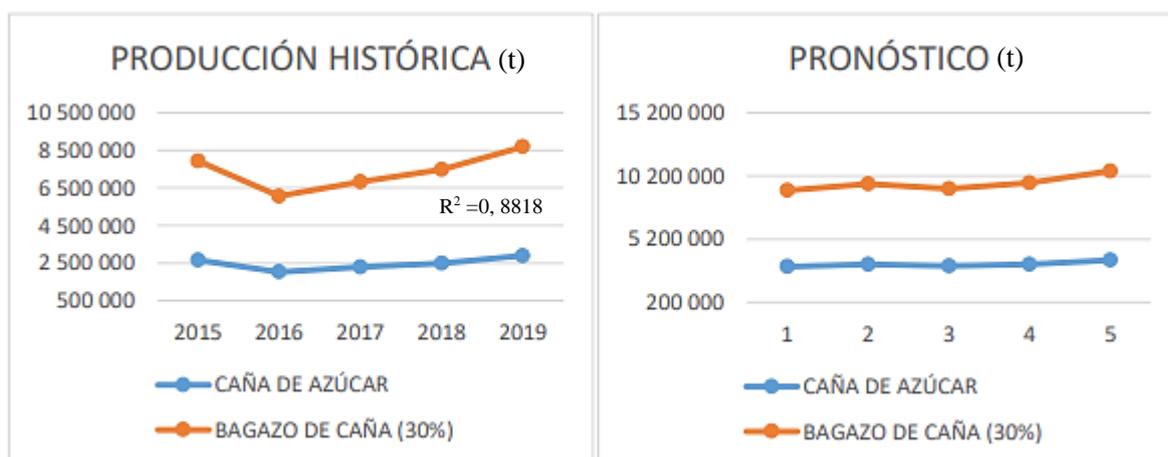
El proceso productivo se evidencia en la siguiente figura:



**Figura 2: Diagrama del proceso**

Fuente: Elaboración propia

El bagazo representa el 30% del total de caña de azúcar [19], por consiguiente para poder determinar la disponibilidad de materia prima disponible para este proyecto, se tomó en cuenta la producción histórica de caña de azúcar y a su vez, esta información se tomó como base para realizar una proyección de 5 años y así determinar la cantidad disponible de bagazo de caña para el proyecto. Se utilizó el método de regresión lineal para pronosticar la producción pues se tiene una mínima fluctuación a través de largos periodos, además se tienen dos variables: tiempo (periodo) y cantidad (producción).



**Figura 1: Producción de caña de azúcar (histórica y proyectada)**

Fuente: MINAGRI

Tomando como base el pronóstico de la producción histórica anual de caña de azúcar, se tomó el 30% de la producción total y por consiguiente se determinó la cantidad de bagazo de caña disponible para el proyecto. Para el primer año será de 905 206 toneladas de bagazo de caña de azúcar y para el quinto año será de 1 059 008 toneladas de bagazo de caña

En base al proceso establecido, se determinaron indicadores de planta tales como:

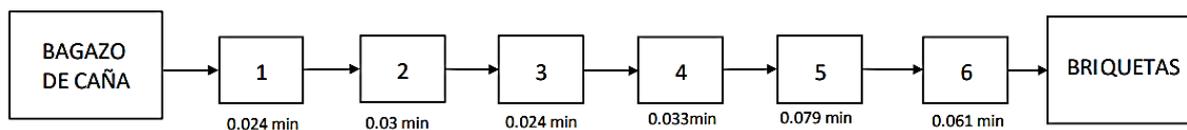
La capacidad diseñada, esta representa la máxima producción posible para un proceso determinado [16]. En base a lo anterior, esta propuesta considera la capacidad de producción del período 5 que corresponde al año 2024, esto debido a que es la más alta puesto que se llegará a producir 4 694 200 sacos/año. En este proyecto se trabajará 26 días/mes, los 12 meses/año. La planta tendrá una capacidad diseñada de 624 000 sacos/día. La capacidad real, está determinada por el primer año, en el cual se producirán 373 200 sacos en total lo que quiere decir que la capacidad utilizada el primeraño será del 12%.

**TABLA 7. Tiempo de ciclo según maquinaria propuesta.**

<b>Maquinaria</b>	<b>Tiempo base (min/h)</b>	<b>Producción (kg/h)</b>	<b>Tiempo ciclo (min/kg)</b>
<b>Horno</b>		2 500	0,52
<b>Cortadora</b>	60	1 800	1,01
<b>Briquetadora</b>		1 500	3,25

El tiempo de ciclo de todo el proceso productivo es la suma de los tiempos de ciclo de todas las etapas, por lo tanto, el valor es de 5,18 min/kg.

El diagrama de la línea de producción se realiza con el fin de facilitar el cálculo de las estaciones de trabajo, así como la eficiencia del proceso.



**Figura 3. Línea de producción para obtener briquetas**

El número mínimo de estaciones de trabajo se determina mediante el tiempo de ciclo del proceso y el cuello de botella.

$$\text{N}^{\circ} \text{ mínimo de estaciones} = \frac{\sum \text{ tiempo de cada tarea}}{\text{ tiempo de ciclo}}$$

$$N^{\circ} \text{ m\u00ednimo de estaciones} = \frac{5,18 \text{ min/kg}}{3,25 \text{ min/kg}}$$

$$N^{\circ} \text{ m\u00ednimo de estaciones} = 2,72 \cong 3 \text{ estaciones}$$

En base a n\u00famero de estaciones se estableci\u00f3 la distribuci\u00f3n de las estaciones de trabajo de la siguiente manera.



**Figura 4. Distribuci\u00f3n de las estaciones de trabajo**

La eficiencia con la que trabaja la planta briquetadora es 85,9%.

$$Eficiencia = \frac{\sum \text{tiempos de cada tarea}}{N^{\circ} \text{ de estaciones} \times \text{tiempo de ciclo}} \times 100$$

$$Eficiencia = \frac{5,18 \text{ min/kg}}{3 \times 3,25 \text{ min/kg}} \times 100$$

$$Eficiencia = 85,9\%$$

Los equipos seleccionados se basaron en los requerimientos de producci\u00f3n, as\u00ed como a la capacidad dise\u00f1ada establecida. Adem\u00e1s, para la selecci\u00f3n de algunas maquinarias se tuvieron en cuenta los criterios tales como: factor econ\u00f3mico, capacidad, consumo energ\u00e9tico, tama\u00f1o, material y proveniencia.

La producci\u00f3n de un kg de briquetas requiere de un tiempo de 0,136 min. Se tiene disponible un tiempo de producci\u00f3n de 2 turnos al d\u00eda de 8 horas cada uno, por lo tanto, se disponen de 960 min/d\u00eda. Teniendo como base ese dato y la producci\u00f3n diaria de 47485,8 kg/d\u00eda se calcula la cantidad de mano de obra requerida.

$$N^{\circ} \text{ de operarios} = \frac{47485,8 \times 0,136}{960} = 5,7 \approx 6 \text{ operarios}$$

La planta tendr\u00e1 una distribuci\u00f3n en U que permite optimizar espacios y reducir tiempos muertos y transportes. La distribuci\u00f3n de la planta productora de briquetas contar\u00e1 con un enfoque en el producto, de esta manera, la materia prima, el bagazo de ca\u00f1a, deber\u00e1 pasar por toda la l\u00ednea de producci\u00f3n para la transformaci\u00f3n en el

producto final, las briquetas. Al ser un proyecto de baja complejidad, se requiere el implemento de maquinaria simple, que no requieran un alto número de operarios para su óptimo funcionamiento.

A continuación se muestran las áreas de la planta:

**TABLA 8. Áreas de la empresa.**

Áreas de planta		m <sup>2</sup>
	<b>Producción</b>	103,76
<b>Almacén</b>	Materia prima	491,4
	Producto Terminado	238,71
	<b>Mantenimiento</b>	16,93
<b>Administración</b>	Gerencia	22,1
	Secretaría	8,77
	Logística	14,75
	Finanzas	14,75
<b>SS.HH.</b>	Producción	11,63
	Administración	8,57
	<b>Calidad</b>	12,79
	<b>Seguridad</b>	5,84
	<b>Estacionamiento</b>	416,5
	<b>Áreas verdes</b>	20,85
<b>TOTAL</b>		1365,25

Con respecto al control de calidad, se debe tener en cuenta que control de la materia prima es fundamental puesto que esta influye directamente el resultado del proceso productivo, por tanto, afecta la calidad y presentación del producto final. No obstante, por la procedencia y composición de la materia prima, sus parámetros de calidad no pueden ser controlados en su totalidad, por consiguiente, en esta etapa solo se evaluarán las características físicas, tales como el estado del bagazo, textura, material extraño.

Además, el control del proceso productivo hace posible evaluar y garantizar el desarrollo y óptimo funcionamiento del proceso. El procesamiento que permite convertir el bagazo de caña en briquetas es simple, por lo tanto no es difícil controlarlo. Es indispensable ejecutar operaciones como el mantenimiento preventivo para evitar paradas por averías.

Se debe realizar una limpieza periódica de la máquina briquetadora para evitar atascos y verificar el estado de la cortadora.

Asimismo, el control periódico del producto final es de vital importancia puesto que es indispensable garantizar la calidad del producto antes de que llegue al usuario final, por tanto

se realiza una minuciosa evaluación que verifica que el producto cumpla con los estándares de calidad previamente establecidos por la empresa.

### *Estudio económico-financiero*

Se establecieron los requerimientos de personal para el funcionamiento de la planta briquetadora, así mismo las funciones de cada puesto de trabajo

- **Gerente General:** Planificar, dirigir, administrar y controlar las actividades de la empresa teniendo en cuenta las políticas y objetivos planteados. Además de ser el representante legal, comercial y administrativo de la empresa y por tanto cumplir con los requisitos legales y administrativos.
- **Jefe de Logística:** Gestión de la cadena de suministros, así como la evaluación y realización de inventarios y la organización de materiales e insumos requeridos en el proceso de producción.
- **Jefe de Finanzas:** Supervisar el flujo de dinero y activos de la empresa, así como aprobar presupuestos, teniendo como base la normativa vigente, así como principios aplicables a las finanzas, todo acorde a los objetivos establecidos por la empresa.
- **Supervisor de Producción:** Controla las operaciones de producción y cumple y garantiza un proceso continuo y eficiente así como el óptimo rendimiento de la maquinaria, cumpliendo con las especificaciones técnicas requeridas.
- **Inspector de calidad:** Coordinar y dirigir las actividades del área de control de calidad en las distintas etapas del proceso productivo con la finalidad de cumplir con los estándares de calidad.
- **Supervisor de Mantenimiento:** Gestionar el mantenimiento en las diferentes áreas de la planta, así como ejecutar el plan de mantenimiento preventivo y correctivo de ser necesario.

Posteriormente, se plantearon los objetivos de la empresa, en base a los cuales se estipularon las políticas de la organización en las que se consideraron factores como la adquisición de materiales, precio de venta, personal contratado e indicadores de producción. Se establece que, respecto a las ventas del producto, el 45% será en efectivo y el 55% se pagará en un período máximo de 30 días. Todos los colaboradores deberán cumplir estrictamente con las disposiciones planteadas en el manual de operaciones y funciones establecidos. Asimismo, en la evaluación y selección del personal, se tendrán en cuenta los antecedentes penales y policiales. Todos los colaboradores de la organización inscritos en planilla cuentan los beneficios de establecidos por la

normatividad vigente: sueldo acorde al mercado, compensación por tiempo de servicios (anualmente), gratificaciones, seguro y asignación familiar.

La ejecución de la propuesta requiere una inversión significativa que estará dividida en inversión fija e inversión diferida.

En la inversión fija se debe considerar el costo del terreno, edificación e instalación de servicios, maquinarias y equipos de producción y de oficina.

El terreno: Según el estudio realizado, la planta está ubicada en la Panamericana Norte. El costo del metro cuadrado es de \$60.00 y la planta requiere un área total de 1365,25 m<sup>2</sup> por consiguiente, el costo total del terreno equivale a S/. 311 277,00.

**Construcciones:** Para calcular el costo de construcción y edificación, se tuvo en cuenta el costo por m<sup>2</sup> brindado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [16]. Para el cálculo de la infraestructura industrial se consideraron los costos de cerco y piso (S/ 174 549,51), la nave industrial (S/ 8 680,00), el pozo radial (S/ 4 089,68). Además la construcción de edificaciones requiere de S/ 251 922,72 en costos como paredes, pisos, puertas y techo.

**Instalaciones:** Se tomó en cuenta los costos de instalaciones eléctricas y sanitarias, estas se calcularon en base a la cantidad de instalaciones requeridas por área. Este monto equivale a la instalación de agua y electricidad y se calcula teniendo en cuenta la normatividad vigente.

**Maquinaria y equipos:** Se consideró el costo de la maquinaria y equipos requeridos para la ejecución del proyecto. Además, el costo de los equipos necesarios para el transporte de los insumos y otras actividades que permitirán el correcto funcionamiento del área de producción, tales como mesas de trabajo, montacargas, balanza industrial, etc.

**Mobiliario y equipo de oficina:** Se toman en consideración los elementos requeridos en el área administrativa. Tales como muebles, sillas, mesas, etc.

**Equipos de laboratorio:** Aquí se consideran todos los costos del laboratorio que son requeridos por el área de calidad, cuenta con equipos de alta medición esenciales para la evaluación y control de calidad en materia prima, insumos y producto terminado. Se obtuvo que S/. 19 746,50 es el monto equivalente al costo total de los equipos e instrumentos.

**Sistema eléctrico:** Se considera la instalación del sistema de conexión a la red pública de energía, por consiguiente se debe tener en cuenta la distancia desde la planta hasta el punto de conexión a la red. La instalación será llevada a cabo por Electronorte S.A.

Transporte: Se consideraron los vehículos requeridos transportar todos los materiales e insumos necesarios para desarrollo del proyecto. La suma total de los costos mencionados es de S/ 57 211 709,68. Estos, a su vez, pertenecen a la inversión tangible o fija. La inversión diferida o intangible comprende todo con respecto a las licencias para continuar con el funcionamiento y construcción de las instalaciones de la planta productora de briquetas vegetales (S/ 4 135). Los fletes de maquinaria y equipos equivalen a S/ 18 763,42 [17]. Adicionalmente se tomaron en cuenta los costos de derechos arancelarios, como IGV e IPM, los cuales equivalen a S/ 8 544 423,58 [17]. La suma total de la inversión intangible es de S/ 8 538 488,58. El capital de trabajo refleja los costos requeridos para la ejecución y desarrollo de la propuesta. Se tomaron en consideración los costos de producción tales como materia prima, insumos y materiales; se calculó el costo del consumo energético de la maquinaria necesaria para la producción de briquetas, tomando en cuenta que el precio del kWh es de S/ 0,22, se requiere de un total de S/ 241 155,2 anuales. Los sueldos de los colaboradores son considerados dentro del capital de trabajo, con los beneficios correspondientes.

**Tabla 9. RESUMEN DE INVERSIÓN TOTAL**

Descripción	INVERSIÓN		
	INVERSIÓN TOTAL	PROMOTOR DEL PROYECTO	FINANCIAMIENTO
<b>CAPITAL DE TRABAJO</b>	S/.5 302 142,57	S/.4 241 714,06	S/.1 060 428,51
<i>Inversión Tangible</i>			
Terrenos	S/.311 277,00		S/.311 277,00
Construcciones	S/.251 922,72	S/.251 922,72	
Infraestructura Industrial	S/.1 017 267,00	S/.1 017 267,00	
Maquinaria	S/.48 666,24	S/.48 666,24	
Instalaciones	S/.225 799,93	S/.158 059,95	S/.67 739,98
Equipo de Producción	S/.37 392,89		S/.37 392,89
Equipo de Laboratorio	S/.19 746,50		S/.23 766,50
Equipo de Oficina	S/.21 320,00	S/.21 320,00	
Sistema eléctrico	S/.2 840 381,25	S/.2 272 305,00	S/.568 076,25
Transporte	S/.51 709,68	S/.51 709,68	
<b>Total Inversión Tangible</b>	<b>S/.5 033 470,76</b>	<b>S/.3 821 250,59</b>	<b>S/.1 008 252,62</b>
<i>Inversión Intangible</i>			
Gastos Pre Operativos	S/.16 188,84	S/.8 094,42	S/.8 094,42
<b>Total de Inversión Intangible</b>	<b>S/.16 188,84</b>	<b>S/.8 094,42</b>	<b>S/.8 094,42</b>
Imprevistos 5%	S/.252 482,98	S/.203 031,77	S/.49 451,21
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>S/.5 302 142,57</b>	<b>S/.4 263 667,10</b>	<b>S/.1 038 475,48</b>
<b>PORCENTAJE</b>	100%	80,41%	19,59%

Fuente: Elaboración propia

El punto de equilibrio económico es un factor de vital importancia, puesto que permite calcular el volumen mínimo de producción y de ventas que se debe realizar con el objetivo de nivelar los ingresos y egresos en un punto donde no se existan pérdidas ni ganancias. En

el primer período el punto de equilibrio económico equivale a S/21 778 929,13 lo que representa 311 128 bolsas de 10 kg de briquetas vegetales a base de bagazo de caña y se aproxima que para el quinto año este valor disminuya a S/.17 859 395, 12 lo cual es equivalente a 255 134 bolsas de 10 kg de briquetas de bagazo de caña. Para determinar la viabilidad económica de la propuesta, se efectuó la evaluación económica tomando como base la tasa mínima aceptada de rendimiento (TMAR), el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el costo-beneficio. Los inversionistas buscan obtener una utilidad del 20% desde su inversión. El TMAR toma en consideración la tasa de inflación, que en los últimos meses del 2021 equivale al 1,86%. No obstante, con la finalidad de prevenir las fluctuaciones se toma una tasa de inflación del 2%. Por consiguiente, el TMAR de aportación del inversionista equivale al 19%. Asimismo, el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) señala que la tasa de inflación tendrá una variación entre el 1 y 3%. En base al TMAR global que equivale al 19%, obtenido teniendo en cuenta las aportaciones de la inversión propia y financiada, se calculó un VAN de S/. 4 505 045,24 y un TIR equivalente al 39%. En respecto al análisis del beneficio costo, se efectúa el cálculo en base al VAN de los ingresos y egresos. Como resultado se obtuvo S/. 1,82, que indica que por cada sol invertido se obtiene una utilidad de S/. 0,82. El flujo de caja evidencia que existe un saldo acumulado positivo en el tercer año, equivalente a más de 4 millones de soles. Esto demuestra que el periodo de retorno de la inversión es de 3 años y 4 meses.

**Tabla 10. FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO**

Ítems	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Inversión</b>						
Capital social	S/.4 263 667,10					
Préstamos a CP y LP	S/.1 038 475,48					
<b>Total inversión</b>	<b>S/.5 302 142,58</b>					
<b>INGRESOS</b>						
Cuentas por cobrar (ventas a crédito)		S/.8 236 800,00	S/.8 985 600,00	S/.8 985 600,00	S/.6 240 000,00	S/.5 990 400,00
Cobranzas ventas al año (contado)		S/.13 478 400,00	S/.13 478 400,00	S/.13 478 400,00	S/.8 985 600,00	S/.8 985 600,00
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>		<b>S/.5 241 600,00</b>	<b>S/.22 464 000,00</b>	<b>S/.22 464 000,00</b>	<b>S/.15 225 600,00</b>	<b>S/.14 976 000,00</b>
<b>EGRESOS</b>						
Costos de producción		S/.5 754 924,00	S/.5 754 924,00	S/.5 754 924,00	S/.5 754 924,00	S/.5 754 924,00
Gastos administrativos		S/.275 680,00	S/.275 680,00	S/.275 680,00	S/.275 680,00	S/.275 680,00
Gastos de comercialización		S/.570 360,00	S/.570 360,00	S/.570 360,00	S/.570 360,00	S/.570 360,00
Amortización de préstamos		S/.781 642,48	S/.781 642,48	S/.781 642,48	S/.781 642,48	S/.781 642,48
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>		<b>S/.7 382 606,48</b>	<b>S/.7 382 606,48</b>	<b>S/.7 382 606,48</b>	<b>S/.7 382 606,48</b>	<b>S/.7 382 606,48</b>
<b>SALDO BRUTO (antes de impuestos)</b>		<b>S/.12 624 206,48</b>	<b>S/.15 081 393,52</b>	<b>S/.15 081 393,52</b>	<b>S/.7 842 993,52</b>	<b>S/.7 593 393,52</b>
Impuestos a la renta			S/.4 524 418,06	S/.4 524 418,06	S/.2 352 898,06	S/.2 278 018,06
<b>SALDO (después de impuestos)</b>		<b>S/.12 624 206,48</b>	<b>S/.10 556 975,46</b>	<b>S/.10 556 975,46</b>	<b>S/.5 490 095,46</b>	<b>S/.5 315 375,46</b>
Depreciación		S/.118 633,90	S/.118 633,90	S/.118 633,90	S/.118 633,90	S/.118 633,90
<b>SALDO FINAL (deficit/supervit)</b>	<b>-S/.4 263 667,10</b>	<b>-S/.12 505 572,58</b>	<b>S/.10 675 609,36</b>	<b>S/.10 675 609,36</b>	<b>S/.5 608 729,36</b>	<b>S/.5 434 009,36</b>
<b>UTILIDAD ACUMULADA</b>	<b>-S/.4 263 667,10</b>	<b>-S/.16 769 239,68</b>	<b>-S/.6 093 630,32</b>	<b>S/.4 581 979,04</b>	<b>S/.10 190 708,41</b>	<b>S/.15 624 717,77</b>

Fuente: Elaboración propia

## **Discusiones**

Con respecto al porcentaje de demanda a satisfacer Maradiaga et.al [1] señala que se debe abarcar la mayor parte posible para disminuir la aparición de nuevas competencias en el sector en este trabajo se ha tomado el 12% de la demanda insatisfecha puesto que G. Baca [17] señala que es riesgoso abarcar la demanda insatisfecha en su totalidad puesto que la demanda puede variar y es por ello que se debe tomar no más del 10% de la demanda, sin embargo existe una gran demanda a satisfacer y no hay un riesgo tan alto en comparación a un producto totalmente nuevo.

Además con respecto a la utilización de aglutinantes, Santos et. al.[7] señalaron en su investigación que es innecesario y genera efectos negativos como el consumo más rápido de la briqueta e incrementa el porcentaje de cenizas, a diferencia de autores como Linares que indican que es necesaria la utilización de aglutinantes para el correcto proceso de combustión. [19]

## **Conclusiones**

El diseño de una planta productora de briquetas a partir del bagazo de caña de azúcares viable; en el aspecto comercial, técnico y económico, conforme con los resultados del desarrollo de los objetivos planteados

Existe un porcentaje de demanda insatisfecha de combustibles sólidos que permite la introducción del nuevo producto que además tiene mayor probabilidad de aceptación pues es un producto eco amigable. Mediante el estudio de mercado realizado, se estableció el mercado objetivo del proyecto que es el Perú puesto que se pretende abarcar el 12% de la demanda total del proyecto, siendo la demanda total del proyecto para el primer año 3 732 toneladas y para el quinto año 15 538 toneladas.

La ubicación de la planta será en Chiclayo, puesto a que presenta una mayor proximidad al mercado objetivo, a las empresas proveedoras de materia prima y vías de acceso y de comunicación. Asimismo, utilizando el método Guerchet se determinó que el área total requerida para la instalación de la planta es de 1365,25 m<sup>2</sup>.

La inversión total requerida para la ejecución y desarrollo de la propuesta es de S/. 5 302 142,57 de la cual el 19,59% será financiada por el banco. Se determinó que el proyecto es viable con un TMAR Global de 19%, un VAN de S/ 34 232 101,91 y un TIR de 39%.

**Recomendaciones**

En primer lugar se recomendaría evaluar la posibilidad de agregar algún aglutinante vegetal que no interfiera con las propiedades físico-químicas del producto de manera negativa. Además evaluar y comparar los resultados para verificar la óptima composición.

Además se recomienda evaluar los resultados un par de años más adelante puesto que la coyuntura actual debido a la pandemia puede cambiar y así los resultados respecto a oferta y demanda podrían variar.

Se podría realizar un estudio respecto al uso industrial de las briquetas.

## Referencias

- [1] W. Maradiaga, A. Evangelista, C. Sette, J. Alves y F. Macksuel, «Producción de briquetas con residuos de cáscara de piñón manso (*Jatropha curcas*) y bagazo de caña de azúcar,» *Bosque (Valdivia)*, vol. 38, n° 3, pp. 527-533, 2017.
- [2] OSINERGMIN, La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático, Lima - Perú, 2017.
- [3] INEI, «Perú: Panorama Económico Departamental,» Lima - Perú, 2019.
- [4] A. Becerra, A. Buitrago y P. Pinto, «Sostenibilidad del aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en el Valle del Cauca, Colombia,» *Ingeniería Solidaria*, vol. 12, n° 20, pp. 133-149, Octubre 2016.
- [5] FAO, «La transición al carbón vegetal,» Viale delle Terme , Roma, 2017.
- [6] E. Mannals y et al., «Caracterización del bagazo de caña como biomasa vegetal,» *Revista de Tecnología Química*, vol. 35, n° 2, pp. 244-255, Agosto 2015.
- [7] A. Santos y et al., «Utilização de resíduos de coco (cocos nucifera) carbonizado para a produção de briquetes,» *Ciencia Florestal*, vol. 25, n° 1, pp. 137-144, 2015.
- [8] D. Verdecia y et al., «Determination of the combustion time for the combustion of tubular cylindrical briquettes of cane straw,» *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 15, n° 1, pp. 51-56, 2006.
- [9] B. Fernandez, A. Da Róz, B. Gonçalves, G. Nakashima y F. Yamaji, «Qualidade de Briquetes de Cana-de-Açúcar Produzidos com Aglutinante Amido de Milho,» *Revista Virtual de Química*, vol. 10, n° 1, 2018.
- [10] D. da Silva, F. Minoru, J. de Barros, A. da Roz y G. Nakashima, «Caracterização de biomassas para a briquetagem,» *Floresta*, vol. 45, n° 4, pp. 713-722, 2015.
- [11] OSINERGMIN, «Introducción a las energías renovables,» 2013. [En línea].
- [12] J. González, Energías renovables, Barcelona: Reverté, 2009.
- [13] J. Fernández, Tecnología de las energías renovables, Madrid: Mundi-Prensa, 2009.
- [14] L. Merino y P. Mosquera, Empresa y energías renovables, Madrid: FC Editorial, 2006.
- [15] M. Camps y F. Marcos, Los Biocombustibles, Segunda ed., Madrid: Mundi-Prensa, 2008.

- [16] Z. Pernalet, F. Piña, M. Suárez, A. Ferrer y C. Aiello, «Fraccionamiento del bagazo de caña de azúcar mediante tratamiento amoniacal: efecto de la humedad del bagazo y la carga de amoníaco,» *Bioagro*, vol. 20, n° 1, 2008.
- [17] I. Díaz, A. Díaz, A. Rodríguez, A. Álvarez y J. Tamayo, «Briquetas energeticas con aserrín y corteza de pino,» *Ingeniería Energética*, vol. 41, n° 1, 2020.
- [18] MINEM, «Balance Nacional de Energía,» Lima, 2019.
- [19] B. Urbina, *Evaluación de Proyectos*, México: Mc Graw Hill, 2013.
- [20] «Plan de desarrollo concertado de la provincia de Lambayeque 2011-2021,» Lambayeque, 2010.
- [21] «Estudio diagnostico y zonificación territorial de la Provincia LAmbyeque,» Lima, 2016.
- [22] «Muni Lambayeque,» 13 05 2016. [En línea]. Available: [http://www.munilambayeque.gob.pe/ubicacion\\_geografica.php](http://www.munilambayeque.gob.pe/ubicacion_geografica.php).
- [23] INDECI, «Plan de usos del suelo y medidas de mitigación ante desastres ciudad de Lambayeque,» Lambayeque, 2014.
- [24] Ministerio de salud, «Estadística Poblacional,» 2020. [En línea]. Available: [https://www.minsa.gob.pe/reunis/data/poblacion\\_estimada.asp](https://www.minsa.gob.pe/reunis/data/poblacion_estimada.asp). [Último acceso: 10 Junio 2020].
- [25] Municipalidad provincial de Lambayeque, «Municipalidad Provincial de Lambayeque,» 2011. [En línea]. Available: [http://www.munilambayeque.gob.pe/documentos/PDCProv2011\\_2021.pdf](http://www.munilambayeque.gob.pe/documentos/PDCProv2011_2021.pdf). [Último acceso: 15 Junio 2020].
- [26] Municipalidad provincial de Lambayeque, «Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Lambayeque,» Lambayeque, 2016.
- [27] Gobierno Regional de Lambayeque, «Plan de desarrollo Regional Concertado,» Lambayeque, 2018.
- [28] «Plan de desarrollo concertado provincial de Ferreñafe al 2021,» Ferreñafe, 2012.
- [29] INEI, «Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas,» Lima, 2017.
- [30] Municipalidad Provincial de Ferreñafe, «Diagnóstico de la situación de brechas de infraestructura o de Acceso a servicios públicos,» Ferreñafe, 2018.

- [31] Municipalidad Provincial de Ferreñafe, « Plan Estratégico de Desarrollo concertado de la Provincia de Ferreñafe,» Ferreñafe, 2015.
- [32] INDECI, «Plan de uso de suelo y propuestas de mitigación ante desastres de la ciudad de Ferreñafe,» Ferreñafe, 2015.
- [33] M. P. d. Ferreñafe, «Estudio de Preinversión,» Ferreñafe, 2016.
- [34] [En línea]. Available: <http://www.met.igp.gob.pe/clima/HTML/chiclayo.html>.
- [35] INEI, «Lambayeque,» Instituto nacional de estadística e informática, Lima, 2019.
- [36] M. d. Chiclayo, «Plan de acondicionamiento territorial,» Chiclayo, 2020.
- [37] M. d. educacion, «Lambayeque: Como vamos en educación?,» ESCALE, Lima, 2016.
- [38] «Oyotún Peru,» 13 Julio 2016. [En línea]. Available: <https://oyotun.com/economia/la-agricultura-produccion-y-principales-cultivos/#:~:text=Por%20lo%20tanto%20el%20arroz,dirige%20al%20mercado%20de%20Chiclayo..>
- [39] M. d. l. producción, «Informe preliminar de empresas industriales,» Chiclayo, 2018.
- [40] C. Falla Figueroa, «Ciudad de la amistad,» 12 Agosto 2019. [En línea]. Available: <http://ciudadelaamistad.blogspot.com/2007/08/vias-de-comunicacin.html>.
- [41] Corpac, 24 Julio 2017. [En línea]. Available: <http://www.corpac.gob.pe/Main.asp?T=4>.
- [42] G. r. d. Lambayeque, «Región Lambayeque,» 28 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.regionlambayeque.gob.pe/web/noticia/detalle/29034?pass=Mg==>.
- [43] E. S.A.. [En línea]. Available: <http://www.epsel.com.pe/Presentacion/WFrmServicioAP.aspx>.
- [44] Andina, 30 Junio 2017. [En línea]. Available: <https://andina.pe/agencia/noticia-lambayeque-mas-del-96-avance-registra-electrificacion-19-caserios-673109.aspx>.
- [45] C. Díaz y M. Carmen, United Nations Development Programme, Lima, 2017.
- [46] E. Mannals y et al., «Caracterización de la biomasa vegetal “cascarilla de café”,» *Revista de Tecnología Química*, vol. 38, n° 1, pp. 169-181, Abril 2018.

- [47] J. Vargas y et al., «Caracterización del subproducto cascarillas de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos,» *Revista Científica*, vol. 23, n° 1, pp. 87-102, 2013.
- [48] «Instituto Nacional de Estadística e Informática,» Agosto 2019. [En línea]. Available: [https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1676/libro.pdf](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1676/libro.pdf). [Último acceso: 11 Junio 2020].
- [49] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «Lambayeque. Resultados Definitivos,» Lima, 2018.
- [50] INEI, «Boletines Especiales de Estimaciones y Proyecciones de Población N°17 al 20,» 2017.
- [51] INEI, «INEI-Resultados Preliminares del Censo Nacional de Población y Vivienda 2017».

## ANEXOS

## Anexo 01. Producción histórica y proyectada de caña de azúcar y bagazo de caña

PERIODO	CAÑA DE AZÚCAR toneladas	BAGAZO DE CAÑA (30%) toneladas
2015	2 648 009	7 944 027
2016	2 022 870	6 068 610
2017	2 278 785	6 836 355
2018	2 489 374	7 468 122
2019	2 894 565	8 683 695
1	3 017 353	9 052 059
2	3 188 002	9 564 006
3	3 055 536	9 166 608
4	3 214 741	9 644 223
5	3 530 028	10 590 084

Fuente: Elaboración propia en base a Minagri 2015 – 2019

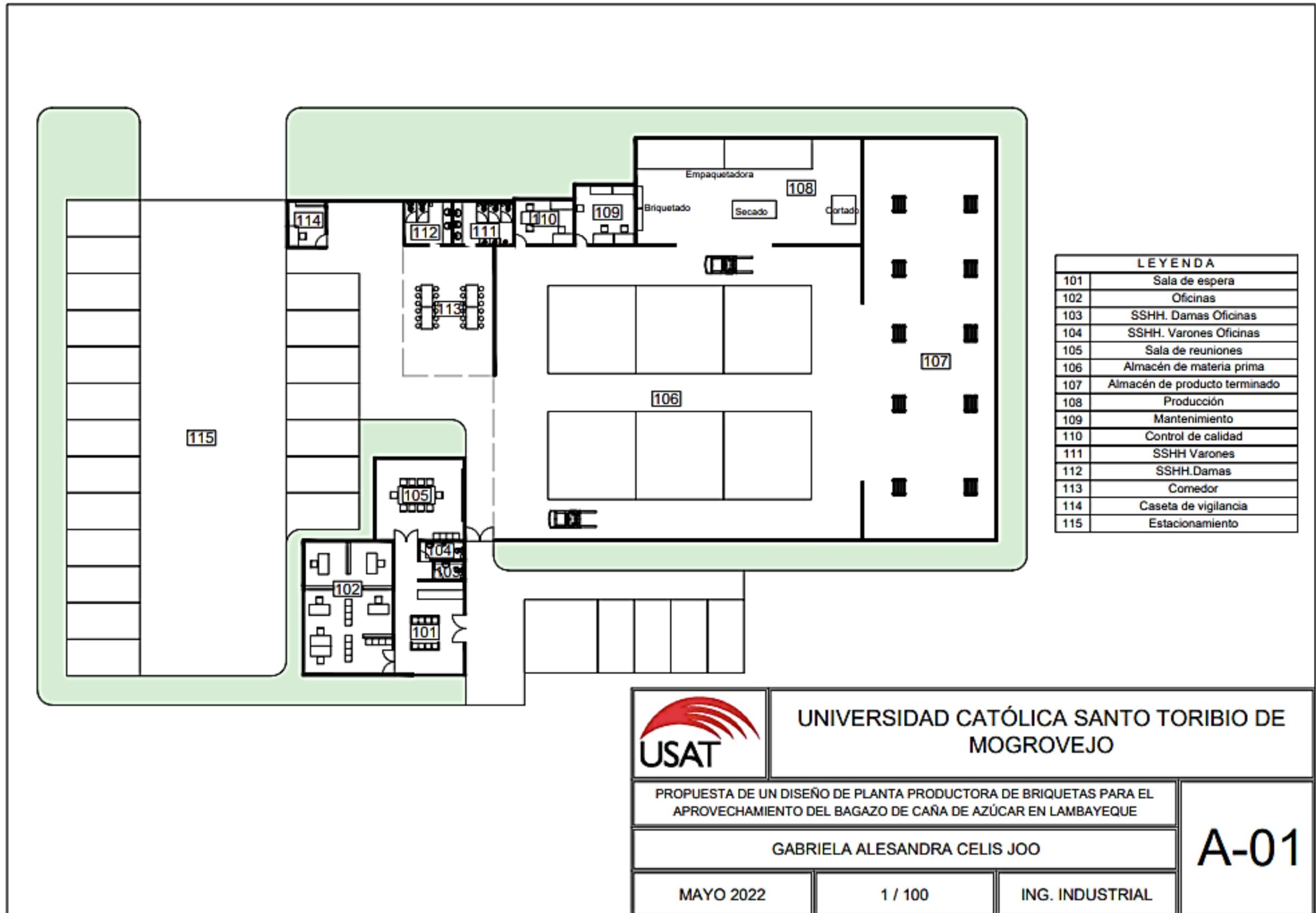
## Anexo 02. Comparación de las propiedades de los diferentes combustibles sólidos

	Capacidad calorífica	Poder Calorífico inferior
Leña	14,8 MJ/kg	13400 KJ/kg
Carbón	16,74 MJ/kg	27450 KJ/kg
Briquetas de madera	16 MJ/kg	15412 KJ/kg
Briquetas bagazo de caña de azúcar	16,92MJ/kg	13800 KJ/kg

Fuente: Food and Agriculture Organization - FAO

## Anexo 03. Ficha técnica del producto

FICHA TÉCNICA		
	PRODUCTO	Briquetas vegetales a base de bagazo de caña
	Vida útil	12 meses
	Condiciones de almacenamiento	Mantener en un lugar a temperatura ambiente y lejos de la humedad y el calor.
	Contenido	10 kg
	Usos	Barbacoas, parrillas, calderas, entre otros



	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	
	PROPUESTA DE UN DISEÑO DE PLANTA PRODUCTORA DE BRIQUETAS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LAMBAYEQUE	
GABRIELA ALESANDRA CELIS JOO		<b>A-01</b>
MAYO 2022	1 / 100	