

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**



**Diseño del sistema de alimentación fotovoltaica para reducir costos energéticos en campo de trilladora arrocera 5TG-80, Bagua Grande**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

**AUTOR**

**Gianmarco Paolo Arrestegui Zelada**

**ASESOR**

**Lucio Antonio Llontop Mendoza**

**<https://orcid.org/0000-0002-2561-0126>**

**Chiclayo, 2025**

**Diseño del sistema de alimentación fotovoltaica para reducir  
costos energéticos en campo de trilladora arrocera 5TG-80, Bagua  
Grande**

PRESENTADA POR

**Gianmarco Paolo Arrestegui Zelada**

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

**INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

APROBADA POR

Alexander Querevalú Morante

PRESIDENTE

Luis Alberto Gonzales Bazan

SECRETARIO

Lucio Antonio Llontop Mendoza

VOCAL

## **DEDICATORIA**

En este proyecto de tesis se lo dedico de todo corazón primero a Dios, quien me ilumino, guío, bendijo y no me dejó desistir en ningún momento de tirar la toalla a pesar de los malos momentos, mostrándome siempre el camino de superación, fuerza y valores.

A mi familia, quienes estuvieron presente en todo momento para darme fuerzas, cariño y voluntad para seguir progresando para mi futuro de vida.

A mis amistades, quienes me aconsejaron, brindaron su lealtad y bondad, siempre en las buenas y en las malas en todo momento.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, bendecido y agradecido siempre con todo lo que dio y seguirá dando en todo momento.

A mi familia, quienes me brindaron apoyo sentimental, valores y educación para saber defenderme en todo momento.

A mis ángeles de la guardia, mi papá Carlos y mi primo Víctor Hugo, quienes en paz descansen y estén en la gloria de Dios, me demostraron el cariño, amor, honestidad, no solo es estar en las buenas, sino más que todo en las malas, ahí se demuestra los valores enseñados, la forma de servir, sin pedir nada cambio.

A los Ingenieros de la facultad, por la información brindada y apoyo en el desarrollo de mi tesis.

# Diseño del sistema de alimentación fotovoltaica para reducir costos energéticos en campo de trilladora arrocera 5tg-80, Bagua grande

## INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="https://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="https://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="https://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="https://fciencias.ugr.es">fciencias.ugr.es</a> Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Aliat Universidades Trabajo del estudiante	<1%
9	<a href="https://prezi.com">prezi.com</a> Fuente de Internet	<1%
10	<a href="https://bibdigital.epn.edu.ec">bibdigital.epn.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
11	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1%
12	<a href="https://repository.usta.edu.co">repository.usta.edu.co</a> Fuente de Internet	<1%

## Índice

<b>RESUMEN</b> .....	<b>6</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>7</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>1.1. Situación problemática</b> .....	<b>9</b>
<b>1.2. Objetivos</b> .....	<b>9</b>
<b>1.2.1. Objetivo General</b> .....	<b>9</b>
<b>1.2.2. Objetivos Específicos</b> .....	<b>9</b>
<b>2. MARCO TEORICO</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1. Antecedentes</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1.1. Mundial</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1.2. Nacional</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1.3. Regional</b> .....	<b>10</b>
<b>2.2. Bases teóricas</b> .....	<b>11</b>
<b>3. DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1. Tipo de nivel de investigación</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1.1. Tipo</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1.2. Nivel</b> .....	<b>17</b>
<b>3.2. Población y muestra</b> .....	<b>17</b>
<b>3.3. Operación de variables</b> .....	<b>18</b>
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	<b>19</b>
<b>3.5. Procedimiento y análisis de datos</b> .....	<b>19</b>
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>20</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>67</b>
<b>6. DISCUSIÓN</b> .....	<b>67</b>
<b>7. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>67</b>
<b>8. REFERENCIAS</b> .....	<b>68</b>

## RESUMEN

Actualmente el Perú es el país más sobresaliente en Latinoamérica como productor de arroz, debido a su excelente calidad. El país cuenta con más de 2 millones de productores en distintos tipos de cultivos, siendo el arroz el mayor de estos con un 14,5% de VBP (Valor Bruto de Producción). Gran parte de estos cultivos se realizan en zonas rurales, donde mayormente la tecnología es limitada para ciertas actividades relacionadas a la agricultura.

Generalmente los agricultores de estas zonas no poseen maquinaria para el procesado del arroz, como por ejemplo la trilladora, generando costos extras. Además, ciertas zonas alejadas no están dotadas del servicio eléctrico, limitando de esta manera el crecimiento de los agricultores. Este es el caso en Bagua Grande, Amazonas, que cuenta con un nivel de radiación solar de 5,5 kWh/m<sup>2</sup>/día.

El nivel de radiación solar en esta zona es apta para aplicaciones fotovoltaicas, y como se ha mencionado, en zonas alejadas mayormente no se cuenta con servicio eléctrico. Por esta razón, este trabajo de investigación contiene el propósito diseñar el sistema de alimentación fotovoltaica para reducir costos energéticos en campo de la trilladora arrocera 5TG-80, Bagua Grande.

Con este proyecto de tesis, esperemos que los resultados sean los acordados y correctos.

**Palabras clave:** trilladora, costos, arroz, energía fotovoltaica y radiación solar.

## ABSTRACT

Currently Peru is the most outstanding country in Latin America as a producer of rice, due to its excellent quality. The country has more than 2 million of these producers in different types of crops, rice being the largest with 14,5% of GVP (Gross Production Value). Much of these crops are grown in rural areas, where technology is mostly limited for certain activities related to agriculture.

Generally, farmers in these areas do not have machinery for rice processing, such as a thresher, generating extra costs. In addition, certain remote areas are not provided with electricity, thus limiting the growth of farmers. This is the case in Bagua Grande, Amazonas, which has a solar radiation level of 5,5 kWh/m<sup>2</sup>/day.

The level of solar radiation in this area is suitable for photovoltaic applications, and as mentioned, in remote areas there is mostly no electricity service. For this reason, this research work contains the purpose of designing the photovoltaic power system to reduce energy costs in the field of the 5TG-80 rice thresher, Bagua Grande.

With this thesis project, we hope that the results are agreed and correct.

**Keywords:** thresher, costs, rice, photovoltaic energy and solar radiation.

## 1. INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los años en el sector agrícola en el Perú hasta la actualidad se continua con el desarrollado de nuestros antepasados, como parte de esto, uno de los cultivos más valiosos y notables en el Perú es el arroz, el cual fue incorporado al sector agrícola peruano por los españoles a mediados del siglo XVI, ubicándose en los valles costeros del sur peruano, este cereal de gran interés en la alimentación diaria del poblador Lambayecano y Peruano es abundante en calorías y proteínas que ha logrado mover a otros productos agrícolas [1].

El arroz es un producto ilustre entre los otros en el sector agrícola para fines nutritivos en el Perú, como la papa y el maíz, asimismo es el fruto de mayor contribución al PBI agropecuario (9,5%), generando mayor carga laboral (23 millones de jornales/año), y con un elevado desarrollo en zonas agrarias (12.000 Has/Año) [2].

La industrialización del arroz consta de una serie de procesos, estas etapas incluyen el proceso de cosecha, esterilización, secado y almacenamiento del arroz, seguido del proceso de manufactura o parabólico para obtener el grano como producto principal, diferentes tipos de granos procesados y paso de granos - disponible para varios Productos para propósitos y procesos (cáscara, salvado, almidón, harina, partes molidas) [3].

El proceso más importante en una cosechadora de arroz es el trillado, porque al momento de eliminar más del 90% los granos de arroz en este proceso, si este proceso no se realiza de manera adecuadamente, todos los demás procesos se verán afectados, lo cual se produzca una pérdida en el sacudidor [4].

Posteriormente el proceso mencionado que sigue el arroz para ser preparado, pero antes de ser procesado, es sembrado por cientos de miles de agricultores [5]. Gran parte del cultivo de arroz se realiza en zonas rurales. El principal problema en territorios campestres es la carencia de suministro de energía eléctrica. Según INEI, el 42% de los territorios campestres en la selva del Perú no se satisfacen de energía eléctrica, en comparación a los territorios campestres de la costa y sierra, que tienen esta prestación en un 78,5% y 72,4%, respectivamente [6]. Una solución viable a la privación de la electricidad es la implementación en energías renovables. Según el Atlas de la Energía Solar del Perú demuestra contamos con un excelso de radiación solar; por ejemplo, en la Selva se tiene un aproximado de 4,5 a 5,0 kWh/m<sup>2</sup> [7].

De esta manera se buscaría solucionar la falta de suministro eléctrico para agricultores con viviendas alejadas de zonas urbanas como es el caso de estudio en Bagua Grande. Por lo tanto, surge la pregunta ¿es factible diseño del sistema de alimentación fotovoltaica para reducir costos de energía en campo de la trilladora 5TG- 80 en Bagua Grande? En esta investigación se procederá a diseñar un sistema de alimentación fotovoltaica siguiendo una metodología de diseño para la aplicación de energía fotovoltaica se utilizará el software RETScreen Expert y PVSYST.



## **1.1.Situación problemática**

La sobreproducción del arroz es un problema denominante en Bagua Grande, lo cual lleva a subir costos en cada proceso de producción de arroz, aparte utilizar más tiempo de operarios y maquinarias, conlleva a usar más consumo de combustibles y la energía eléctrica que es deficiente en esta zona. En los primeros procesos de la producción de arroz es en campo, lo cual se utiliza la trilladora arrocera 5TG - 80, en el proceso de trillado del arroz, donde hay un consumo de combustible, lo cual se va a querer solucionar con la aplicación de la energía solar fotovoltaica.

Con lo cual se formula la siguiente pregunta ¿Es posible reducir costos energéticos en la trilladora arrocera 5TG - 80 con un sistema solar fotovoltaico?

## **1.2.Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Diseñar el sistema de alimentación fotovoltaica para reducir costos energéticos en campo de la trilladora arrocera 5TG - 80.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar el consumo energético del motor a combustión.
- Analizar la radiación solar de la zona.
- Diseñar y dimensionar el sistema de alimentación fotovoltaico.
- Realizar un análisis económico para reducir costos energéticos en trillado del arroz.

## **2. MARCO TEORICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. Mundial**

Pardo Salinas, Charles David; Tacury Tinoco, César Augusto [8] en este proyecto de investigación se diseñó, construyó y monitoreó un programa de secado por aire forzado de arroz con energía solar utilizando aceite térmico en el molino de arroz "DON LUCHO" en el Cantón Macará, Ecuador. A través de la investigación de cálculos y la selección de componentes importantes, en el sistema de secado solar de granos, se adopta el diseño del radiador y el tiempo de enfriamiento es de 2,5 minutos o 147 segundos. Se concluyó que dos colectores solares modulares de panel de lana con un área de  $1 \text{ m}^2$  y un radiador con un área de  $0,2 \text{ m}^2$  serán utilizados como intercambiadores de calor para el silo de arroz.

#### **2.1.2. Nacional**

Rojas Sánchez, Cristian Alexander [9] en este proyecto de investigación se diseñó un generador de biogás de cascarilla de arroz para reducir el costo energético de la planta "LA MERCED S.R.L". Se analizó la potencia de biogás del generador y el volumen de trabajo del biodigestor fue de  $740 \text{ m}^3$ . Se concluye que el ahorro de energía al 2023 es de 323.827 kWh, con un valor monetario de S/. 143.262.

#### **2.1.3. Regional**

Ventura Vargas, Edwin; Delgado Cotrina Luis [10] en este proyecto de investigación se diseñó un sistema fotovoltaico aislado para las necesidades eléctricas de la estación médica en el centro de la localidad de Urakusa, en la provincia de Condocanqui, Amazonas, Perú. Los componentes del sistema fotovoltaico se pueden identificar y seleccionar mediante pruebas durante las horas pico de energía solar. Obtenga un sistema que entregue 5.94 kW, compuesto por 18 paneles solares de 330 W y 24 V, 24 baterías de 250 Ah y 2 inversores de 48 V y 3 kVA. La conclusión es que los componentes seleccionados para la producción solar estarán ubicados en lugares y áreas donde se disponga de paneles y espacio físico. El dinero invertido se recuperará a razón del 10% en 7 años

## 2.2. Bases teóricas

- **Arroz**

El arroz, la semilla de la planta del arroz, es considerado un alimento básico en diferentes culturas y es muy importante en las cocinas asiáticas, así como en diferentes regiones de América Latina, considerando que este grano es el segundo cereal de maíz más cultivado en el mundo [11]. Hay alrededor de 10.000 tipos diferentes de arroz. Ambos pertenecen a una de las dos variedades de arroz, la variedad indica comúnmente cultivada en los trópicos y la variedad japónica que se encuentra en climas tropicales y cálidos, caracterizada por un alto contenido de almidón de amilosa (arroz glutinoso). en un grano de arroz, más temperatura, agua y tiempo de cocción se requieren para cocinar [12].



Fig. 1. Distribución Regional de la Producción de Arroz de Cáscara

- **Arroz en el Perú**

La producción de arroz en el Perú exhibe un comportamiento que se destaca en los ciclos estacionales en la costa peruana y se mantiene fijo durante todo el año en la Amazonía [13]. La producción de arroz aporta 28 millones de salarios al campo y la molienda, y en 2009 representó el 5.6% de la producción agrícola total, equivalente a 2.182 millones de soles. El arroz se procesa en un molino de arroz antes de salir al mercado, donde se lleva a cabo el proceso de molienda del arroz. Actualmente existen 631 fábricas en el país, de las cuales el 56% están ubicadas en la costa (356) y el 44% en la selva (275) [14].

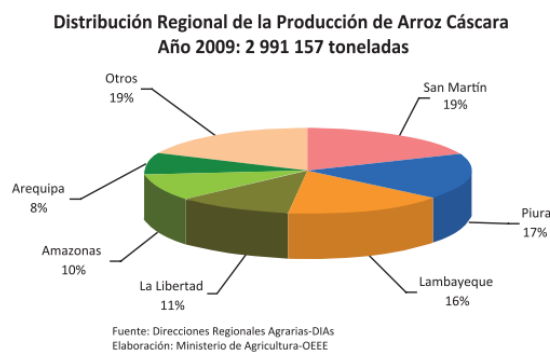


Fig. 2. Distribución Regional de la Producción de Arroz de Cáscara [14].

- **Trillado de arroz**

El proceso comienza con la recepción del arroz para ser almacenado por un período de tiempo, seguido de una limpieza previa de la máquina para eliminar objetos extraños como piedras, ramas y partículas pequeñas, seguido de un descascarillado para eliminar la cáscara que cubre el grano [15].



Fig. 3. Trillado del arroz con maquinarias [16].

- **Cosechadora de arroz**

Maquinaria agrícola sobre ruedas, consumidora de aceite, autopropulsada o remolcada, su función es cosechar arroz y cuenta con un mecanismo para entregar el grano limpio al transporte [17].



Fig. 4. Cosechadora de arroz en campo [18].

- **Energías renovables**

La energía renovable es la energía obtenida de fuentes naturales que generan energía ilimitada. Por ejemplo, la energía solar, eólica o mareomotriz son fuentes de energía renovable. Son bastante renovables cuando se obtienen de fuentes que se regeneran naturalmente con el tiempo, como la masa forestal [19]. El consumo de energía es uno de los indicadores importantes del progreso social y el bienestar. El concepto de crisis energética surge cuando los recursos energéticos que abastecen a la sociedad se agotan drásticamente. Un modelo económico como el actual, cuyo funcionamiento depende de un crecimiento continuado, requiere una demanda energética igualmente creciente. Dado que las fuentes de energía fósil y energía nuclear son limitadas, es inevitable que en algún momento la demanda no sea abastecida y todo el sistema colapse. Otra solución es investigar y producir diferentes métodos modernos para obtener energía: esta será una energía alternativa [20].

- **Energía solar**

La energía solar es nuestro sistema meteorológico y la fuente de energía más importante del planeta. Una cierta cantidad de radiación solar llega a la superficie de la Tierra cada hora, suficiente para satisfacer nuestras necesidades energéticas globales durante casi un año entero. Una de las características que define qué es la energía solar es que puede ser aprovechada y convertida por fotovoltaica o colectores solares térmicos [21]. Es notable indicar que la energía solar no emite sustancias tóxicas ni contaminantes del aire, los cuales son muy dañinos para el medio ambiente y para el ser humano. Las sustancias tóxicas acidifican los ecosistemas terrestres y acuáticos y corroen los edificios. Los contaminantes del aire pueden desencadenar enfermedades respiratorias como enfermedades cardíacas, cáncer y asma. La energía solar no genera residuos ni contaminación del agua, factor muy importante teniendo en cuenta la escasez de agua [22].



Fig. 5. Energías renovables [23].

- **Radiación solar**

La radiación solar es la energía emitida por el sol que viaja en todas las direcciones a través del espacio a través de ondas electromagnéticas. Esta energía es el motor que determina los procesos atmosféricos y la dinámica del clima. La energía del sol es proporcionada por el hidrógeno en el núcleo del sol a través de reacciones de fusión nuclear y la radiación electromagnética emitida por la superficie del sol [24]. La luz es una radiación visible para el ojo humano. Su longitud de onda está entre 400 y 730 nm. La radiación con longitudes de onda inferiores a 400 nm se denomina radiación ultravioleta, y la radiación con longitudes de onda superiores a 730 nm se denomina radiación infrarroja [25].

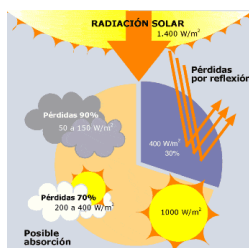


Fig. 6. Radiación solar [26].

- **Horas solar pico**

Es la cantidad de energía que recibimos, medida en horas por metro cuadrado, y esta energía no es la misma según la ubicación (cuanto más cerca del ecuador, mayor será) y la época del año. El sol de invierno es diferente del sol de verano [27]. El período pico solar se utiliza para: comparar la radiación en diferentes puntos y períodos de tiempo, el HSP más alto representa la radiación más alta; simplemente multiplique el HSP por 1.000 W/m<sup>2</sup>, para calcular la irradiancia por unidad de área (Wh/m<sup>2</sup>). [28].

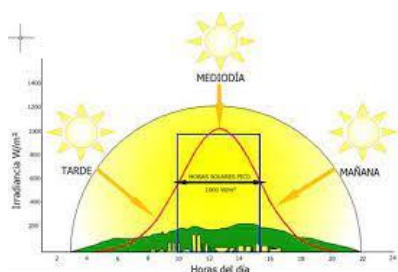


Fig. 7. Horas solar pico [29].

- **Sistema fotovoltaico**

Un sistema fotovoltaico es el arreglo de varios componentes destinados al aprovechamiento de la energía solar para la transformación en energía eléctrica. Con la ayuda de paneles solares, se hace posible el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos. En los paneles solares, la energía solar cambia en corriente continua por efecto fotoeléctrico, si no hay transformación en corriente alterna es improbable usar de manera habitual. En este momento entra en funcionamiento el inversor, la cual es un componente llave del sistema de radiación solar, porque con este componente transforma la corriente para disponer de compatibilidad con diferentes modelos de maquinaria, casa, comercio o manufactura. Después con el requerimiento del modelo de sistema de radiación solar, contener un controlador de carga que controle la aplicación de energía y un grupo de baterías contenga almacenado la energía [30].

- **Componentes**

Como se ha mencionado, el sistema de radiación solar es una agrupación de componentes para obtener de energía eléctrica, entre estos componentes se encuentran:

- Módulos fotovoltaicos:

Se encarga de convertir la energía solar en electricidad y proporcionar siempre la electricidad necesaria. El panel está equipado con una batería de silicio, que es un material semiconductor que se empaqueta y se conecta eléctricamente, y se monta sobre una estructura que se utiliza como soporte. Estos módulos muestran diferentes cambios en

precio y eficiencia, aunque el policristalino o monocristalino tiene un excelente desempeño, aún se pueden seleccionar [31].



Fig. 8. Panel solar [32].

- Regulador de carga:

Su función es mejorar la administración de la energía de la batería. Con esto se evita que el sistema fotovoltaico se exceda o se baje, lo cual extienda la duración conveniente de la batería. Tiene un alcance de corriente máxima en Amperios (A), con esto garantiza apropiadamente la carga con una duración eficiente con una superior surtidor de energía [31].



Fig. 9. Regulador de carga [33].

- Batería:

Una vez que se ajusta la potencia del panel, fluye hacia la batería. Estos pueden almacenar energía eléctrica para su uso en otros momentos, la distribución es relacionada con la cantidad de almacenado de energía y es calculado en Amperios hora (Ah) [34].



Fig. 10. Batería de aplicación solar [35].

- Inversor:

Es encargado de convertir la corriente continua obtenida de los paneles solares en corriente alterna, con valores típicos de 12 o 24 V. Comúnmente su distribución es basada en su potencia en Watts, y concordar el requerimiento enorme en maquinaria enlazados [34].



Fig. 11. Inversor solar [36]

- **Dimensionamiento del sistema fotovoltaico**

Antes de iniciar el dimensionamiento, se debe obtener la radiación solar en Horas Solar Pico. De esta manera el sistema fotovoltaico autónomo se dimensiona mediante [37]:

- Estimación del consumo.
- Datos del lugar donde se realizará el montaje.
- Evaluado del productor de radiación solar.
- Evaluado del procedimiento de acopio.
- Evaluado del controlador de capacidad.
- Seleccionar del inversor.



### **3. DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Tipo de nivel de investigación**

El diseño de la presente investigación es de tipo aplicada-correlacional, dado que se busca establecer contacto con la realidad problemática de la zona de estudio y las condiciones que presenta los altos costos de trillado de arroz en Bagua Grande, Perú; para observarla, describirla y formular una alternativa de consumo con recursos renovables de la zona de estudio.

De acuerdo al fin que se persigue es una propuesta que busca resolver un problema energético y así llevar a cabo los conocimientos obtenidos sobre el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para la reducción de costos y usarlos en provecho de la sociedad.

##### **3.1.1. Tipo**

Tipo aplicada-correlacional con utilización de los softwares RETSCREEN EXPERT Y PVSYST.

##### **3.1.2. Nivel**

#### **3.2. Población y muestra**

- ✓ Población: Serán las trilladoras existentes.
- ✓ Muestra: La unidad de estudio son las trilladoras de arroz alimentados por energía fotovoltaica.

### 3.3. Operación de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN FOTOVOLTAICA PARA REDUCIR COSTOS DE TRILLADO EN CAMPO DE LA TRILLADORA ARROCERA GT50-80, BAGUA GRANDE					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
<b>V. INDEPENDIENTE</b>	<p>Instalación empleando un conjunto de componentes destinados al aprovechamiento de la energía solar para su conversión en energía eléctrica, estos elementos se seleccionan mediante un <b>dimensionamiento fotovoltaico</b> y por medio de una selección de factores en una <b>matriz morfológica</b>.</p>	<p>Diseñar un sistema fotovoltaico aprovechando la <b>radiación solar</b> de la zona y el uso de la <b>hora pico solar</b>, para dotar de energía eléctrica a la piladora, mediante los <b>componentes fotovoltaicos</b> se podrá transformar la energía solar en energía eléctrica, a través una selección de <b>procesos</b> y <b>componentes</b> para analizar las ventajas y desventajas de cada opción.</p>	Análisis económico	Tarifa del proceso de trillar de arroz	Soles
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN FOTOVOLTAICA PARA REDUCIR COSTOS DE ENERGETICOS EN CAMPO				Duración del proceso de pilado del arroz	Tiempo
			Radiación solar	Watts	
			Hora pico solar	Wh/m <sup>2</sup>	
			Dimensionamiento fotovoltaico	Componentes fotovoltaicos	Unidades
<b>V. DEPENDIENTE</b>	<p>Maquinaria agrícola fija, consumidora de aceite, autopropulsada o remolcada, su función es trillar el arroz con un mecanismo para entregar el grano limpio al transporte</p>	<p>Para satisfacer todos los requisitos, como mantener un alto rendimiento en todos sus procesos.</p>	Métodos	Trillado	Adimensional
TRILLADORA ARROCERA GT50 - 80			Cantidad a procesar	Peso o carga	TN
				Tiempo	Día

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

En este proyecto de investigación se usará la recolección de datos de radiación solar de la zona para alimentar de energía eléctrica al proceso de trillado de arroz en la cosechadora, utilizando el software RETSCREEN EXPERT y PVSYST.

### **3.5. Procedimiento y análisis de datos**

Para evaluar los datos proporcionados por la base de datos de RETSCREEN EXPERT y la recolección de datos por el anemómetro, se hace uso del software PVSYST, el cual nos permite seleccionar, simular y optimizar el diseño del sistema de energía renovables.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Determinar el consumo energético del motor a combustión:

- En la localidad Bagua Grande, es una ciudad que tiene variedades de negocios en la parte agroindustrial, lo más abundante es el arroz, con lo que nos vamos a centrar a investigar, en la zona de trabajo se encuentran dos trilladoras de arroz, lo cual se va a cambiar dos motores a combustión de gasolina a motores eléctricos alimentados por un sistema fotovoltaico.
- Para poder estimar el consumo energético del motor a combustión es necesario saber sus características que se encuentran en la ficha técnica:

Cuadro 1. Características de la trilladora de arroz con motor a gasolina. [38]

<b>MODELO</b>	5TG-80
<b>DIMENSIONES DE LA MAQUINA (mm)</b>	800x660x730
<b>PODER</b>	170 F 4 tiempos 7hp del motor de gasolina
<b>PESO (kg)</b>	45
<b>FEED CANTIDAD (kg/s)</b>	0.3
<b>ERA</b>	>99%
<b>FUNCION</b>	Arroz y trigo
<b>PERDIDA TOTAL</b>	<1%
<b>EFICIENCIA (kg/h)</b>	700
<b>COMBUSTIBLE</b>	GASOLINA
<b>RPM</b>	3600
<b>CAPACIDAD DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE (L)</b>	3.6
<b>CAPACIDAD DEL ACIETE DEL MOTR (L)</b>	0.6
<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE (g/kwh)</b>	<360
<b>DIMENSIONES DEL MOTOR (mm)</b>	320x370x320



Fig 12. Trilladora de arroz con motor a gasolina. [39]

- Como se puede evidenciar que en la ficha técnica el alto consumo de gasolina, se propone cambiar el motor de gasolina a un motor eléctrico alimentado por un sistema fotovoltaico:

Cuadro 2. Características del motor eléctrico 7hp. [40]

<b>MODELO</b>	K220M2
<b>POTENCIA (hp)</b>	7
<b>RPM</b>	3.600
<b>FRECUENCIA (Hz)</b>	60
<b>VOLTIOS</b>	220
<b>CORRIENTE</b>	Monofásica



Fig 13. Motor eléctrico 7hp. [41]

- Se calculó el consumo energético del motor a combustión durante la campaña de arroz en la zona durante un periodo de 5 meses, Agosto a Diciembre en el año 2021, en la zona se trabaja de Lunes a Sábados, los Domingos se descansa.
- El combustible que utiliza el motor es gasolina de 90, lo cual el precio en la zona es de 20 soles por galón, para poder calcular los gastos diarios y mensuales.
- A continuación, se muestra el consumo energético del motor a combustión en Agosto 2021, se trabajó 26 días del mes:

HORAS		DOMINGO 1	LUNES 2	MARTES 3	MIERCOLES 4	JUEVES 5
7AM – 8AM			2,10	2,80	2,60	2,90
8AM – 9AM			2,90	2,90	3,10	3,40
9AM – 10AM			2,50	2,60	3,20	3,50
10AM – 11AM			2,70	3,10	2,50	2,50
11AM – 12PM			2,90	3,40	2,60	2,70
12PM – 1PM			3,10	2,70	2,80	3,10
1PM – 2PM			3,20	2,30	3,20	3,00
2PM – 3PM			3,40	2,20	3,50	2,80
3PM – 4PM			3,50	2,10	2,30	2,10
GASOLINA	LITROS (L)	0,00	26,30	24,10	25,80	26,00
	GALONES (gl)	0,00	6,95	6,37	6,82	6,87
	MENSUAL (gl)	177,31				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ -	S/ 138,95	S/ 127,33	S/ 136,31	S/ 137,37
	MENSUAL	S/ 3.546,24				

Cuadro 3. Consumo energético y costos en soles en Agosto 2021, del Domingo 1 al Jueves 5.

Fuente: Elaboración propia.

HORAS		VIERNES 6	SABADO 7	DOMINGO 8	LUNES 9	MARTES 10
7AM - 8AM		2,50	2,40		2,70	2,90
8AM - 9AM		3,50	2,70		2,90	3,10
9AM - 10AM		2,30	2,90		2,80	3,40
10AM - 11AM		2,50	3,40		3,20	3,20
11AM - 12PM		3,20	2,90		3,40	2,70
12PM - 1PM		2,60	2,60		2,50	2,90
1PM - 2PM		3,10	3,10		2,60	3,10
2PM - 3PM		3,40	2,80		3,10	3,40
3PM - 4PM		2,60	2,30		3,00	2,90
GASOLINA	LITROS (L)	25,70	25,10	0,00	26,20	27,60
	GALONES (gl)	6,79	6,63	0,00	6,92	7,29
	MENSUAL (gl)	177,31				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 135,78	S/ 132,61	S/ -	S/ 138,43	S/ 145,82
	MENSUAL	S/ 3.546,24				

Cuadro 4. Consumo energético y costos en soles en Agosto 2021, del Viernes 6 al Martes 10.

Fuente: Elaboración propia.

HORAS		MIÉRCOLES 11	JUEVES 12	VIERNES 13	SABADO 14	DOMINGO 15
7AM - 8AM		2,50	2,40	2,50	2,80	
8AM - 9AM		2,80	2,70	2,60	2,40	
9AM - 10AM		3,10	2,70	3,40	2,70	
10AM - 11AM		2,50	2,90	2,90	2,90	
11AM - 12PM		2,60	3,10	3,20	3,20	
12PM - 1PM		3,30	3,40	3,40	2,60	
1PM - 2PM		2,70	3,20	2,80	3,10	
2PM - 3PM		2,90	2,60	2,30	2,90	
3PM - 4PM		3,10	3,20	3,00	3,30	
GASOLINA	LITROS (L)	25,50	26,20	26,10	25,90	0,00
	GALONES (gl)	6,74	6,92	6,89	6,84	0,00
	MENSUAL (gl)	177,31				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 134,73	S/ 138,43	S/ 137,90	S/ 136,84	S/ -
	MENSUAL	S/ 3.546,24				

Cuadro 5. Consumo energético y costos en soles en Agosto 2021, del Miércoles 11 al Domingo 15.

Fuente: Elaboración propia.

HORAS		LUNES 16	MARTES 17	MIERCOLES 18	JUEVES 19	VIERNES 20
7AM - 8AM		2,80	2,60	2,70	2,80	2,90
8AM - 9AM		2,60	2,70	2,30	2,50	2,70
9AM - 10AM		2,90	2,90	3,00	2,60	2,90
10AM - 11AM		3,00	3,10	2,80	3,30	3,40
11AM - 12PM		3,20	3,40	2,40	3,20	2,90
12PM - 1PM		3,40	3,20	3,20	3,40	2,50
1PM - 2PM		2,70	2,60	3,00	2,70	2,60
2PM - 3PM		2,90	2,80	2,80	2,90	3,30
3PM - 4PM		3,10	3,30	3,30	3,10	3,00
GASOLINA	LITROS (L)	26,60	26,60	25,50	26,50	26,20
	GALONES (gl)	7,03	7,03	6,74	7,00	6,92
	MENSUAL (gl)	177,31				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 140,54	S/ 140,54	S/ 134,73	S/ 140,01	S/ 138,43
	MENSUAL	S/ 3.546,24				

Cuadro 6. Consumo energético y costos en soles en Agosto 2021, del Lunes 16 al Viernes 20.

Fuente: Elaboración propia.

HORAS		SABADO 21	DOMINGO 22	LUNES 23	MARTES 24	MIERCOLES 25
7AM - 8AM		2,90		2,60	2,70	2,90
8AM - 9AM		3,20		2,80	2,90	2,50
9AM - 10AM		2,60		3,20	2,80	2,60
10AM - 11AM		2,50		3,40	3,10	3,20
11AM - 12PM		2,60		2,50	3,40	3,40
12PM - 1PM		3,20		2,60	2,70	3,20
1PM - 2PM		3,40		2,30	2,90	2,60
2PM - 3PM		2,80		3,00	3,40	3,30
3PM - 4PM		2,40		3,20	2,80	3,00
GASOLINA	LITROS (L)	25,60	0,00	25,60	26,70	26,70
	GALONES (gl)	6,76	0,00	6,76	7,05	7,05
	MENSUAL (gl)	177,31				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 135,26	S/ -	S/ 135,26	S/ 141,07	S/ 141,07
	MENSUAL	S/ 3.546,24				

Cuadro 7. Consumo energético y costos en soles en Agosto 2021, del Sábado 21 al Miércoles 25.

Fuente: Elaboración propia.



HORAS		JUEVES 26	VIERNES 27	SABADO 28	DOMINGO 29	LUNES 30	MARTES 31
7AM - 8AM		2,50	2,90	2,60		2,80	2,90
8AM - 9AM		2,70	2,80	2,10		2,40	2,70
9AM - 10AM		2,90	2,40	3,20		2,50	2,50
10AM - 11AM		2,30	3,30	2,80		2,60	3,20
11AM - 12PM		3,00	3,00	3,00		2,30	3,40
12PM - 1PM		2,30	2,50	3,20		3,00	3,30
1PM - 2PM		2,80	2,60	3,40		2,20	2,60
2PM - 3PM		3,20	3,00	2,90		2,70	2,00
3PM - 4PM		2,10	3,30	3,10		3,20	2,50
GASOLINA	LITROS (L)	23,80	25,80	26,30	0,00	23,70	25,10
	GALONES (gl)	6,29	6,82	6,95	0,00	6,26	6,63
	MENSUAL (gl)	177,31					
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 125,75	S/ 136,31	S/ 138,95	S/ -	S/ 125,22	S/ 132,61
	MENSUAL	S/ 3.546,24					

Cuadro 8. Consumo energético y costos en soles en Agosto 2021, del Jueves 26 al Martes 31.

Fuente: Elaboración propia.

- En Agosto del 2021, se consumió de gasolina 177,31 galones y se gastó 3.546,24 soles.

- A continuación, se muestra un pronóstico del consumo energético del motor a eléctrico en Agosto del 2021:

HORAS		kWh	FACTOR DE SEGURIDAD
7AM - 8AM		5,22	6,264
8AM - 9AM		5,22	6,264
9AM - 10AM		5,22	6,264
10AM - 11AM		5,22	6,264
11AM - 12PM		5,22	6,264
12PM - 1PM		5,22	6,264
1PM - 2PM		5,22	6,264
2PM - 3PM		5,22	6,264
3PM - 4PM		5,22	6,264
POTENCIA	DIARIO	46,98	56,376
	MENSUAL	1.221,48	1.465,776
PRECIO (SOLES)	UNITARIO	S/ 0,77	S/ 0,77
	DIARIO	S/ 36,17	S/ 43,41
	MENSUAL	S/ 940,54	S/ 1.128,65

Cuadro 9. Consumo energético y costos en soles del motor eléctrico en Agosto 2021.  
Fuente: Elaboración propia.

- La deferencia entre el consumo energético del motor a combustión y motor eléctrico en soles:
  - ✓  $Dif, normal, agosto = 3.546,24 - 940,54 = 2.604,71$  soles
  - ✓  $Dif, seguridad, agosto = 3.546,24 - 1.128,65 = 2.417,69$  soles

- A continuación, se muestra el consumo energético del motor a combustión en Septiembre del 2021, se trabajó 26 días:

HORAS		MIÉRCOLES 1	JUEVES 2	VIERNES 3	SABADO 4	DOMINGO 5
7AM - 8AM		2,90	2,40	2,60	2,30	
8AM - 9AM		3,40	2,70	2,40	2,50	
9AM - 10AM		3,50	3,10	2,60	3,00	
10AM - 11AM		2,50	3,00	3,10	2,60	
11AM - 12PM		2,60	2,50	3,20	3,30	
12PM - 1PM		3,10	2,80	2,90	2,90	
1PM - 2PM		3,20	3,00	2,70	2,70	
2PM - 3PM		2,40	3,40	3,30	3,10	
3PM - 4PM		2,70	2,90	2,10	2,80	
GASOLINA	LITROS (L)	26,30	25,80	24,90	25,20	0,00
	GALONES (gl)	6,95	6,82	6,58	6,66	0,00
	MENSUAL (gl)	180,51				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 138,95	S/ 136,31	S/ 131,56	S/ 133,14	S/ -
	MENSUAL	S/ 3.610,17				

Cuadro 10. Consumo energético y costos en soles en Setiembre 2021, del Miércoles 1 al Domingo 5.  
Fuente: Elaboración propia.

HORAS		LUNES 6	MARTES 7	MIÉRCOLES 8	JUEVES 9	VIERNES 10
7AM - 8AM		2,40	2,80	2,70	2,30	2,80
8AM - 9AM		2,70	2,50	3,00	2,50	2,60
9AM - 10AM		3,00	2,70	2,80	2,90	3,10
10AM - 11AM		2,60	2,60	2,90	3,10	3,20
11AM - 12PM		3,10	3,30	3,40	3,00	2,50
12PM - 1PM		3,20	3,10	3,50	2,40	2,70
1PM - 2PM		2,90	3,00	2,50	2,70	2,50
2PM - 3PM		3,40	2,90	3,10	23,00	3,00
3PM - 4PM		3,20	2,30	3,20	3,30	3,40
GASOLINA	LITROS (L)	26,50	25,20	27,10	45,20	25,80
	GALONES (gl)	7,00	6,66	7,16	11,94	6,82
	MENSUAL (gl)	180,51				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 140,01	S/ 133,14	S/ 143,18	S/ 238,81	S/ 136,31
	MENSUAL	S/ 3.610,17				

Cuadro 11. Consumo energético y costos en soles en Setiembre 2021, del Lunes 6 al Viernes 10.  
Fuente: Elaboración propia.

HORAS		SABADO 11	DOMINGO 12	LUNES 13	MARTES 14	MIERCOLES 15
7AM - 8AM		2,90		2,30	2,90	2,40
8AM - 9AM		3,40		2,50	3,40	2,70
9AM - 10AM		3,50		2,90	3,50	2,60
10AM - 11AM		2,50		2,60	2,50	3,30
11AM - 12PM		3,00		3,10	3,10	2,50
12PM - 1PM		2,60		3,20	3,00	2,70
1PM - 2PM		3,30		2,80	2,80	3,20
2PM - 3PM		2,70		3,30	2,20	2,50
3PM - 4PM		3,10		2,10	3,40	2,90
GASOLINA	LITROS (L)	27,00	0,00	24,80	26,80	24,80
	GALONES (gl)	7,13	0,00	6,55	7,08	6,55
	MENSUAL (gl)	180,51				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 142,65	S/ -	S/ 131,03	S/ 141,60	S/ 131,03
	MENSUAL	S/ 3.610,17				

Cuadro 12. Consumo energético y costos en soles en Setiembre 2021, del Sábado 11 al Miércoles 15.

Fuente: Elaboración propia.

HORAS		JUEVES 16	VIERNES 17	SABADO 18	DOMINGO 19	LUNES 20
7AM - 8AM		2,60	2,90	2,20		2,30
8AM - 9AM		2,80	3,40	2,80		2,80
9AM - 10AM		2,90	3,50	2,40		3,10
10AM - 11AM		3,10	2,50	2,70		3,00
11AM - 12PM		3,00	2,60	3,10		2,30
12PM - 1PM		2,90	3,10	3,00		2,50
1PM - 2PM		3,40	3,20	2,60		3,20
2PM - 3PM		2,30	2,80	3,30		2,50
3PM - 4PM		2,70	2,70	2,90		3,40
GASOLINA	LITROS (L)	25,70	26,70	25,00	0,00	25,10
	GALONES (gl)	6,79	7,05	6,60	0,00	6,63
	MENSUAL (gl)	180,51				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 135,78	S/ 141,07	S/ 132,09	S/ -	S/ 132,61
	MENSUAL	S/ 3.610,17				

Cuadro 13. Consumo energético y costos en soles en Setiembre 2021, del Jueves 16 al Lunes 20.

Fuente: Elaboración propia.

HORAS		MARTES 21	MIÉRCOLES 22	JUEVES 23	VIERNES 24	SABADO 25
7AM - 8AM		2,50	2,40	2,20	2,80	2,90
8AM - 9AM		2,70	2,70	3,20	2,50	2,60
9AM - 10AM		3,20	3,20	2,30	2,70	3,10
10AM - 11AM		2,80	2,50	2,50	2,60	3,20
11AM - 12PM		2,90	2,60	3,10	3,30	2,80
12PM - 1PM		2,10	3,10	3,00	2,90	2,40
1PM - 2PM		2,60	3,20	2,90	2,30	2,70
2PM - 3PM		3,40	2,20	2,70	3,10	3,30
3PM - 4PM		3,10	3,30	3,10	2,40	3,00
GASOLINA	LITROS (L)	25,30	25,20	25,00	24,60	26,00
	GALONES (gl)	6,68	6,66	6,60	6,50	6,87
	MENSUAL (gl)	180,51				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 133,67	S/ 133,14	S/ 132,09	S/ 129,97	S/ 137,37
	MENSUAL	S/ 3.610,17				

Cuadro 14. Consumo energético y costos en soles en Setiembre 2021, del Martes 21 al Sábado 25.

Fuente: Elaboración propia.

HORAS		DOMINGO 26	LUNES 27	MARTES 28	MIÉRCOLES 29	JUEVES 30
7AM - 8AM			2,40	2,50	2,10	2,60
8AM - 9AM			2,20	2,70	2,60	2,80
9AM - 10AM			3,20	3,10	2,40	2,30
10AM - 11AM			2,90	3,00	2,70	2,10
11AM - 12PM			3,40	3,20	2,80	2,50
12PM - 1PM			3,00	2,60	3,10	2,90
1PM - 2PM			2,30	3,30	3,20	3,40
2PM - 3PM			2,40	2,90	3,00	3,20
3PM - 4PM			2,70	2,80	2,30	2,70
GASOLINA	LITROS (L)	0,00	24,50	26,10	24,20	24,50
	GALONES (gl)	0,00	6,47	6,89	6,39	6,47
	MENSUAL (gl)	180,51				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ -	S/ 129,44	S/ 137,90	S/ 127,86	S/ 129,44
	MENSUAL	S/ 3.610,17				

Cuadro 15. Consumo energético y costos en soles en Setiembre 2021, del Domingo 26 al Jueves 30.

Fuente: Elaboración propia.

- En Setiembre del 2021, se consumió de gasolina 180,51 galones y se gastó 3.610,17 soles.
- A continuación, se muestra un pronóstico del consumo energético del motor a eléctrico en Setiembre del 2021:

HORAS		kWh	FACTOR DE SEGURIDAD
7AM - 8AM		5,22	6,264
8AM - 9AM		5,22	6,264
9AM - 10AM		5,22	6,264
10AM - 11AM		5,22	6,264
11AM - 12PM		5,22	6,264
12PM - 1PM		5,22	6,264
1PM - 2PM		5,22	6,264
2PM - 3PM		5,22	6,264
3PM - 4PM		5,22	6,264
POTENCIA	DIARIO	46,98	56,376
	MENSUAL	1.221,48	1.465,776
PRECIO (SOLES)	UNITARIO	S/ 0,77	S/ 0,77
	DIARIO	S/ 36,17	S/ 43,41
	MENSUAL	S/ 940,54	S/ 1.128,65

Cuadro 16. Consumo energético y costos en soles del motor eléctrico en Setiembre 2021.

Fuente: Elaboración propia

- La deferencia entre el consumo energético del motor a combustión y motor eléctrico en soles:
  - ✓  $Dif, normal, septiembre = 3.610,17 - 940,54 = 2.669,63$
  - ✓  $Dif, seguridad, septiembre = 3.610,17 - 1.128,65 = 2.481,53$

- A continuación, se muestra el consumo energético del motor a combustión en Octubre del 2021, se trabajó 26 días:

HORAS		VIERNES 1	SABADO 2	DOMINGO 3	LUNES 4	MARTES 5
7AM - 8AM		2,30	2,40		2,80	2,50
8AM - 9AM		2,50	2,70		2,50	2,90
9AM - 10AM		3,30	3,00		3,20	3,20
10AM - 11AM		2,90	2,60		2,40	3,30
11AM - 12PM		2,60	3,30		3,30	2,10
12PM - 1PM		3,00	3,20		2,90	2,60
1PM - 2PM		2,50	2,40		3,00	3,00
2PM - 3PM		3,10	3,30		3,10	2,40
3PM - 4PM		2,40	2,80		3,20	2,70
GASOLINA	LITROS (L)	24,60	25,70	0,00	26,40	24,70
	GALONES (gl)	6,50	6,79	0,00	6,97	6,53
	MENSUAL (gl)	173,85				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 129,97	S/ 135,78	S/ -	S/ 139,48	S/ 130,50
	MENSUAL	S/ 3.477,03				

Cuadro 17. Consumo energético y costos en soles en Octubre 2021, del Viernes 1 al Martes 5.

Fuente: Elaboración propia.

HORAS		MIÉRCOLES 6	JUEVES 7	VIERNES 8	SABADO 9	DOMINGO 10
7AM - 8AM		2,70	2,30	2,60	2,80	
8AM - 9AM		2,30	2,50	3,30	2,30	
9AM - 10AM		2,00	2,80	2,60	2,50	
10AM - 11AM		2,30	3,30	3,00	3,20	
11AM - 12PM		2,50	2,90	2,50	2,70	
12PM - 1PM		3,20	3,40	2,90	3,30	
1PM - 2PM		2,40	3,00	3,30	2,90	
2PM - 3PM		3,10	2,80	3,10	2,60	
3PM - 4PM		3,30	3,10	3,20	3,00	
GASOLINA	LITROS (L)	23,80	26,10	26,50	25,30	0,00
	GALONES (gl)	6,29	6,89	7,00	6,68	0,00
	MENSUAL (gl)	173,85				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 125,75	S/ 137,90	S/ 140,01	S/ 133,67	S/ -
	MENSUAL	S/ 3.477,03				

Cuadro 18. Consumo energético y costos en soles en Octubre 2021, del Miércoles 6 al Domingo 10.

Fuente: Elaboración propia.

HORAS		LUNES 11	MARTES 12	MIERCOLES 13	JUEVES 14	VIERNES 15
7AM - 8AM		2,90	2,20	2,80	2,50	2,70
8AM - 9AM		2,70	2,30	2,40	2,90	2,80
9AM - 10AM		2,50	2,50	3,30	2,70	2,60
10AM - 11AM		3,00	2,60	2,10	3,20	3,00
11AM - 12PM		3,20	3,30	3,00	2,40	2,20
12PM - 1PM		2,40	2,60	2,90	2,60	2,30
1PM - 2PM		3,30	3,00	3,20	3,00	2,50
2PM - 3PM		2,80	3,20	2,20	2,80	2,40
3PM - 4PM		3,40	2,90	3,40	3,30	3,30
GASOLINA	LITROS (L)	26,20	24,60	25,30	25,40	23,80
	GALONES (gl)	6,92	6,50	6,68	6,71	6,29
	MENSUAL (gl)	173,85				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 138,43	S/ 129,97	S/ 133,67	S/ 134,20	S/ 125,75
	MENSUAL	S/ 3.477,03				

Cuadro 19. Consumo energético y costos en soles en Octubre 2021, del Lunes 11 al Viernes 15.

Fuente: Elaboración propia.

HORAS		SABADO 16	DOMINGO 17	LUNES 18	MARTES 19	MIERCOLES 20
7AM - 8AM		2,60		2,10	2,60	2,20
8AM - 9AM		2,50		2,80	2,20	2,40
9AM - 10AM		2,60		2,90	2,90	2,30
10AM - 11AM		3,30		3,40	3,20	2,50
11AM - 12PM		2,80		2,30	2,40	3,20
12PM - 1PM		3,10		3,30	3,00	3,30
1PM - 2PM		3,20		2,90	2,20	2,60
2PM - 3PM		3,40		3,20	3,30	3,00
3PM - 4PM		2,30		2,50	3,10	2,90
GASOLINA	LITROS (L)	25,80	0,00	25,40	24,90	24,40
	GALONES (gl)	6,82	0,00	6,71	6,58	6,45
	MENSUAL (gl)	173,85				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 136,31	S/ -	S/ 134,20	S/ 131,56	S/ 128,92
	MENSUAL	S/ 3.477,03				

Cuadro 20. Consumo energético y costos en soles en Octubre 2021, del Sábado 16 al Miércoles 20.

Fuente: Elaboración propia.



HORAS		JUEVES 21	VIERNES 22	SABADO 23	DOMINGO 24	LUNES 25
7AM - 8AM		2,50	2,30	2,80		2,80
8AM - 9AM		2,60	2,50	2,40		2,40
9AM - 10AM		2,40	3,00	3,30		3,30
10AM - 11AM		3,30	2,20	2,60		2,40
11AM - 12PM		3,10	3,40	3,00		2,70
12PM - 1PM		3,20	2,60	3,20		2,90
1PM - 2PM		2,90	3,30	2,50		3,10
2PM - 3PM		3,40	3,30	3,20		3,20
3PM - 4PM		3,00	2,90	2,70		3,40
GASOLINA	LITROS (L)	26,40	25,50	25,70	0,00	26,20
	GALONES (gl)	6,97	6,74	6,79	0,00	6,92
	MENSUAL (gl)	173,85				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 139,48	S/ 134,73	S/ 135,78	S/ -	S/ 138,43
	MENSUAL	S/ 3.477,03				

Cuadro 21. Consumo energético y costos en soles en Octubre 2021, del Jueves 21 al Lunes 25.

Fuente: Elaboración propia.

HORAS		MARTES 26	MIERCOLES 27	JUEVES 28	VIERNES 29	SABADO 30	DOMINGO 31
7AM - 8AM		2,50	2,70	2,30	2,30	2,40	
8AM - 9AM		2,70	3,00	2,60	2,50	2,70	
9AM - 10AM		2,30	3,20	3,20	3,40	3,00	
10AM - 11AM		2,50	2,40	2,50	2,30	2,80	
11AM - 12PM		3,40	2,80	3,20	3,30	2,90	
12PM - 1PM		2,30	2,60	2,70	2,90	3,20	
1PM - 2PM		3,00	3,00	2,90	2,60	2,40	
2PM - 3PM		2,80	3,20	3,10	3,30	3,00	
3PM - 4PM		3,30	2,20	3,00	2,80	2,20	
GASOLINA	LITROS (L)	24,80	25,10	25,50	25,40	24,60	0,00
	GALONES (gl)	6,55	6,63	6,74	6,71	6,50	0,00
	MENSUAL (gl)	173,85					
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 131,03	S/ 132,61	S/ 134,73	S/ 134,20	S/ 129,97	S/ -
	MENSUAL	S/ 3.477,03					

Cuadro 22. Consumo energético y costos en soles en Octubre 2021, del Martes 26 al Domingo 31.

Fuente: Elaboración propia.

- En Octubre del 2021, se consumió de gasolina 17,85 galones y se gastó 3.477,03 soles.
- A continuación, se muestra un pronóstico del consumo energético del motor a eléctrico en Octubre del 2021:

HORAS		kWh	FACTOR DE SEGURIDAD
7AM - 8AM		5,22	6,264
8AM - 9AM		5,22	6,264
9AM - 10AM		5,22	6,264
10AM - 11AM		5,22	6,264
11AM - 12PM		5,22	6,264
12PM - 1PM		5,22	6,264
1PM - 2PM		5,22	6,264
2PM - 3PM		5,22	6,264
3PM - 4PM		5,22	6,264
POTENCIA	DIARIO	46,98	56,376
	MENSUAL	1.221,48	1.465,776
PRECIO (SOLES)	UNITARIO	S/ 0,77	S/ 0,77
	DIARIO	S/ 36,17	S/ 43,41
	MENSUAL	S/ 940,54	S/ 1.128,65

Cuadro 23. Consumo energético y costos en soles del motor eléctrico en Octubre 2021.

Fuente: Elaboración propia

- La deferencia entre el consumo energético del motor a combustión y motor eléctrico en soles:
  - ✓  $Dif, normal, octubre = 3.477,03 - 940,54 = 2.536,49$
  - ✓  $Dif, seguridad, octubre = 3.477,03 - 1.128,65 = 2.348,38$

- A continuación, se muestra el consumo energético del motor a combustión en Noviembre del 2021, se trabajó 25 días:

HORAS		LUNES 1	MARTES 2	MIERCOLES 3	JUEVES 4	VIERNES 5
7AM - 8AM			2,20	2,90	2,60	2,50
8AM - 9AM			2,30	2,10	3,30	2,90
9AM - 10AM			3,00	2,80	2,90	3,20
10AM - 11AM			2,50	3,00	2,70	3,40
11AM - 12PM			2,80	2,40	3,00	2,20
12PM - 1PM			3,00	3,20	3,10	2,30
1PM - 2PM			2,50	3,10	2,40	3,00
2PM - 3PM			3,10	2,70	2,30	2,50
3PM - 4PM			2,40	3,40	3,30	2,80
GASOLINA	LITROS (L)	0,00	23,80	25,60	25,60	24,80
	GALONES (gl)	0,00	6,29	6,76	6,76	6,55
	MENSUAL (gl)	163,95				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ -	S/ 125,75	S/ 135,26	S/ 135,26	S/ 131,03
	MENSUAL	S/ 3.278,90				

Cuadro 24. Consumo energético y costos en soles en Noviembre 2021, del Lunes 1 al Viernes 5.

Fuente: Elaboración propia.

HORAS		SABADO 6	DOMINGO 7	LUNES 8	MARTES 9	MIERCOLES 10
7AM - 8AM		2,70		2,80	2,50	2,70
8AM - 9AM		2,80		2,20	2,70	2,20
9AM - 10AM		2,30		2,30	2,80	2,30
10AM - 11AM		3,00		2,90	3,30	2,60
11AM - 12PM		2,50		3,10	2,10	3,30
12PM - 1PM		2,60		2,40	3,00	3,20
1PM - 2PM		3,30		3,20	2,50	3,40
2PM - 3PM		2,40		3,00	2,40	3,00
3PM - 4PM		3,20		3,10	3,20	2,50
GASOLINA	LITROS (L)	24,80	0,00	25,00	24,50	25,20
	GALONES (gl)	6,55	0,00	6,60	6,47	6,66
	MENSUAL (gl)	163,95				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 131,03	S/ -	S/ 132,09	S/ 129,44	S/ 133,14
	MENSUAL	S/ 3.278,90				

Cuadro 25. Consumo energético y costos en soles en Noviembre 2021, del Sábado 6 al Miércoles 10.

Fuente: Elaboración propia.

HORAS		JUEVES 11	VIERNES 12	SABADO 13	DOMINGO 14	LUNES 15
7AM - 8AM		2,30	2,60	2,40		2,10
8AM - 9AM		2,60	2,90	3,20		2,80
9AM - 10AM		2,80	2,70	3,00		2,60
10AM - 11AM		3,10	3,20	2,20		3,30
11AM - 12PM		2,40	3,40	2,30		2,20
12PM - 1PM		2,50	3,00	3,00		2,30
1PM - 2PM		2,90	2,50	2,50		3,10
2PM - 3PM		2,50	3,30	2,60		2,40
3PM - 4PM		2,70	2,10	3,30		3,20
GASOLINA	LITROS (L)	23,80	25,70	24,50	0,00	24,00
	GALONES (gl)	6,29	6,79	6,47	0,00	6,34
	MENSUAL (gl)	163,95				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 125,75	S/ 135,78	S/ 129,44	S/ -	S/ 126,80
	MENSUAL	S/ 3.278,90				

Cuadro 26. Consumo energético y costos en soles en Noviembre 2021, del Jueves 11 al Lunes 15.

Fuente: Elaboración propia.

HORAS		MARTES 16	MIERCOLES 17	JUEVES 18	VIERNES 19	SABADO 20
7AM - 8AM		2,50	2,90	2,20	2,30	2,50
8AM - 9AM		3,40	3,10	2,30	2,60	2,70
9AM - 10AM		3,00	2,10	2,50	2,80	2,90
10AM - 11AM		2,50	2,80	2,90	3,10	3,30
11AM - 12PM		2,80	3,30	3,10	2,40	2,10
12PM - 1PM		2,90	2,10	2,40	3,20	2,60
1PM - 2PM		3,30	3,20	3,20	3,00	3,30
2PM - 3PM		2,30	3,40	3,00	2,50	3,10
3PM - 4PM		2,70	2,70	2,80	3,30	2,80
GASOLINA	LITROS (L)	25,40	25,60	24,40	25,20	25,30
	GALONES (gl)	6,71	6,76	6,45	6,66	6,68
	MENSUAL (gl)	163,95				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 134,20	S/ 135,26	S/ 128,92	S/ 133,14	S/ 133,67
	MENSUAL	S/ 3.278,90				

Cuadro 27. Consumo energético y costos en soles en Noviembre 2021, del Martes 16 al Sábado 20.

Fuente: Elaboración propia.

HORAS		DOMINGO 21	LUNES 22	MARTES 23	MIERCOLES 24	JUEVES 25
7AM - 8AM			2,60	2,20	2,20	2,70
8AM - 9AM			3,10	2,30	2,30	3,00
9AM - 10AM			2,40	3,00	3,20	2,40
10AM - 11AM			2,10	2,60	3,00	2,20
11AM - 12PM			2,80	2,80	2,80	2,30
12PM - 1PM			2,40	3,10	2,40	2,50
1PM - 2PM			3,20	3,30	3,10	2,90
2PM - 3PM			2,50	2,10	2,50	2,10
3PM - 4PM			2,90	3,40	3,40	3,20
GASOLINA	LITROS (L)	0,00	24,00	24,80	24,90	23,30
	GALONES (gl)	0,00	6,34	6,55	6,58	6,16
	MENSUAL (gl)	163,95				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ -	S/ 126,80	S/ 131,03	S/ 131,56	S/ 123,10
	MENSUAL	S/ 3.278,90				

Cuadro 28. Consumo energético y costos en soles en Noviembre 2021, del Domingo 21 al Jueves 25.

Fuente: Elaboración propia.

HORAS		VIERNES 26	SABADO 27	DOMINGO 28	LUNES 29	MARTES 30
7AM - 8AM		2,50	2,90		2,8	2,40
8AM - 9AM		2,10	3,00		2,60	3,20
9AM - 10AM		2,80	2,50		3,30	3,30
10AM - 11AM		3,00	2,90		2,9	2,10
11AM - 12PM		3,30	3,00		3,00	3,00
12PM - 1PM		2,20	3,20		2,50	2,50
1PM - 2PM		3,10	3,40		3,10	2,20
2PM - 3PM		2,40	2,60		2,40	2,30
3PM - 4PM		2,20	3,30		3,20	3,20
GASOLINA	LITROS (L)	23,60	26,80	0,00	25,80	24,20
	GALONES (gl)	6,23	7,08	0,00	6,82	6,39
	MENSUAL (gl)	163,95				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 124,69	S/ 141,60	S/ -	S/ 136,31	S/ 127,86
	MENSUAL	S/ 3.278,90				

Cuadro 29. Consumo energético y costos en soles en Noviembre 2021, del Viernes 26 al Martes 30.

Fuente: Elaboración propia.

- En Noviembre del 2021, se consumió de gasolina 163,95 galones y se gastó 3.278,90 soles.
- A continuación, se muestra un pronóstico del consumo energético del motor a eléctrico en Noviembre del 2021:

HORAS		kWh	FACTOR DE SEGURIDAD
7AM - 8AM		5,22	6,264
8AM - 9AM		5,22	6,264
9AM - 10AM		5,22	6,264
10AM - 11AM		5,22	6,264
11AM - 12PM		5,22	6,264
12PM - 1PM		5,22	6,264
1PM - 2PM		5,22	6,264
2PM - 3PM		5,22	6,264
3PM - 4PM		5,22	6,264
POTENCIA	DIARIO	46,98	56,376
	MENSUAL	1.221,48	1.465,776
PRECIO (SOLES)	UNITARIO	S/ 0,77	S/ 0,77
	DIARIO	S/ 36,17	S/ 43,41
	MENSUAL	S/ 904,37	S/ 1.085,24

Cuadro 30. Consumo energético y costos en soles del motor eléctrico en Noviembre 2021.

Fuente: Elaboración propia.

- La deferencia entre el consumo energético del motor a combustión y motor eléctrico en soles:
  - ✓  $Dif, normal, octubre = 3.278,90 - 904,37 = 2.374,54$
  - ✓  $Dif, seguridad, octubre = 3.278,90 - 1.085,24 = 2.193,66$

- A continuación, se muestra el consumo energético del motor a combustión en Diciembre del 2021, se trabajó 26 días:

HORAS		MIERCOLES 1	JUEVES 2	VIERNES 3	SABADO 4	DOMINGO 5
7AM - 8AM		2,70	2,20	2,50	2,00	
8AM - 9AM		2,20	2,30	2,90	2,30	
9AM - 10AM		3,30	2,50	2,70	2,80	
10AM - 11AM		2,40	2,80	2,20	3,30	
11AM - 12PM		3,00	3,30	3,30	2,40	
12PM - 1PM		2,30	2,70	2,40	2,70	
1PM - 2PM		3,40	3,20	2,80	3,00	
2PM - 3PM		2,50	3,00	2,60	3,20	
3PM - 4PM		2,90	2,60	3,40	2,90	
GASOLINA	LITROS (L)	24,70	24,60	24,80	24,60	0,00
	GALONES (gl)	6,53	6,50	6,55	6,50	0,00
	MENSUAL (gl)	168,75				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 130,50	S/ 129,97	S/ 131,03	S/ 129,97	S/ -
	MENSUAL	S/ 3.375,06				

Cuadro 31. Consumo energético y costos en soles en Diciembre 2021, del Miércoles 1 al Domingo 5.  
Fuente: Elaboración propia.

HORAS		LUNES 6	MARTES 7	MIERCOLES 8	JUEVES 9	VIERNES 10
7AM - 8AM		2,50	2,40	2,80	2,60	2,40
8AM - 9AM		2,80	2,80	2,50	2,70	2,30
9AM - 10AM		2,20	2,00	2,90	2,20	2,50
10AM - 11AM		2,30	2,30	3,10	3,20	3,10
11AM - 12PM		3,20	2,70	3,20	2,70	3,00
12PM - 1PM		2,50	2,20	2,40	3,00	2,90
1PM - 2PM		2,90	3,30	2,70	2,50	2,00
2PM - 3PM		3,30	3,00	3,30	2,80	2,80
3PM - 4PM		3,00	2,90	3,00	3,30	3,40
GASOLINA	LITROS (L)	24,70	23,60	25,90	25,00	24,40
	GALONES (gl)	6,53	6,23	6,84	6,60	6,45
	MENSUAL (gl)	168,75				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 130,50	S/ 124,69	S/ 136,84	S/ 132,09	S/ 128,92
	MENSUAL	S/ 3.375,06				

Cuadro 32. Consumo energético y costos en soles en Diciembre 2021, del Lunes 6 al Viernes 10.  
Fuente: Elaboración propia.

HORAS		SABADO 11	DOMINGO 12	LUNES 13	MARTES 14	MIERCOLES 15
7AM - 8AM		2,20		2,50	2,10	2,80
8AM - 9AM		2,30		2,90	3,20	3,10
9AM - 10AM		3,00		3,00	2,70	2,50
10AM - 11AM		3,30		3,30	2,20	2,80
11AM - 12PM		2,40		2,80	2,80	3,20
12PM - 1PM		2,50		2,50	2,00	2,70
1PM - 2PM		2,90		3,20	2,30	3,00
2PM - 3PM		2,70		2,20	3,10	2,20
3PM - 4PM		3,30		2,30	3,00	3,10
GASOLINA	LITROS (L)	24,60	0,00	24,70	23,40	25,40
	GALONES (gl)	6,50	0,00	6,53	6,18	6,71
	MENSUAL (gl)	168,75				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 129,97	S/ -	S/ 130,50	S/ 123,63	S/ 134,20
	MENSUAL	S/ 3.375,06				

Cuadro 33. Consumo energético y costos en soles en Diciembre 2021, del Sábado 11 al Miércoles 15.

Fuente: Elaboración propia.

HORAS		JUEVES 16	VIERNES 17	SABADO 18	DOMINGO 19	LUNES 20
7AM - 8AM		2,20	2,40	2,90		2,10
8AM - 9AM		2,30	2,70	2,00		3,20
9AM - 10AM		3,10	3,00	2,30		3,20
10AM - 11AM		3,20	2,80	2,70		3,10
11AM - 12PM		2,40	2,50	2,20		3,30
12PM - 1PM		2,70	2,90	3,40		2,80
1PM - 2PM		3,30	2,10	2,50		2,20
2PM - 3PM		3,00	3,20	2,80		2,70
3PM - 4PM		2,50	3,30	3,20		2,20
GASOLINA	LITROS (L)	24,70	24,90	24,00	0,00	24,80
	GALONES (gl)	6,53	6,58	6,34	0,00	6,55
	MENSUAL (gl)	168,75				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 130,50	S/ 131,56	S/ 126,80	S/ -	S/ 131,03
	MENSUAL	S/ 3.375,06				

Cuadro 34. Consumo energético y costos en soles en Diciembre 2021, del Jueves 16 al Lunes 20.

Fuente: Elaboración propia.



HORAS		MARTES 21	MIÉRCOLES 22	JUEVES 23	VIERNES 24	SABADO 25
7AM - 8AM		2,50	2,60	2,00	2,50	
8AM - 9AM		2,80	2,70	2,30	2,90	
9AM - 10AM		3,10	2,20	2,90	3,30	
10AM - 11AM		2,20	3,00	3,30	2,80	
11AM - 12PM		2,30	2,50	2,10	3,10	
12PM - 1PM		2,70	3,20	3,20	2,20	
1PM - 2PM		3,00	2,40	3,40	2,30	
2PM - 3PM		2,50	3,30	2,80	3,00	
3PM - 4PM		2,90	3,10	2,50	2,50	
GASOLINA	LITROS (L)	24,00	25,00	24,50	24,60	0,00
	GALONES (gl)	6,34	6,60	6,47	6,50	0,00
	MENSUAL (gl)	168,75				
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ 126,80	S/ 132,09	S/ 129,44	S/ 129,97	S/ -
	MENSUAL	S/ 3.375,06				

Cuadro 35. Consumo energético y costos en soles en Diciembre 2021, del Martes 21 al Sábado 25.

Fuente: Elaboración propia.

HORAS		DOMINGO 26	LUNES 27	MARTES 28	MIÉRCOLES 29	JUEVES 30	VIERNES 31
7AM - 8AM			2,00	2,40	2,50	2,70	2,50
8AM - 9AM			2,30	2,80	2,80	2,20	2,70
9AM - 10AM			2,80	2,70	2,10	2,80	3,00
10AM - 11AM			2,50	2,20	3,20	3,30	2,50
11AM - 12PM			2,90	3,00	2,20	2,40	2,90
12PM - 1PM			3,40	2,00	2,30	2,50	3,20
1PM - 2PM			3,20	2,30	3,10	3,00	3,10
2PM - 3PM			2,10	2,90	3,30	2,90	2,20
3PM - 4PM			3,20	3,20	2,90	3,40	2,30
GASOLINA	LITROS (L)	0,00	24,40	23,50	24,40	25,20	24,40
	GALONES (gl)	0,00	6,45	6,21	6,45	6,66	6,45
	MENSUAL (gl)	168,75					
PRECIO (SOLES)	DIARIO	S/ -	S/ 128,92	S/ 124,16	S/ 128,92	S/ 133,14	S/ 128,92
	MENSUAL	S/ 3.375,06					

Cuadro 36. Consumo energético y costos en soles en Diciembre 2021, del Domingo 26 al Viernes 31.

Fuente: Elaboración propia.

- En Diciembre del 2021, se consumió de gasolina 168,75 galones y se gastó 3.275,06 soles.
- A continuación, se muestra un pronóstico del consumo energético del motor a eléctrico en Diciembre del 2021:

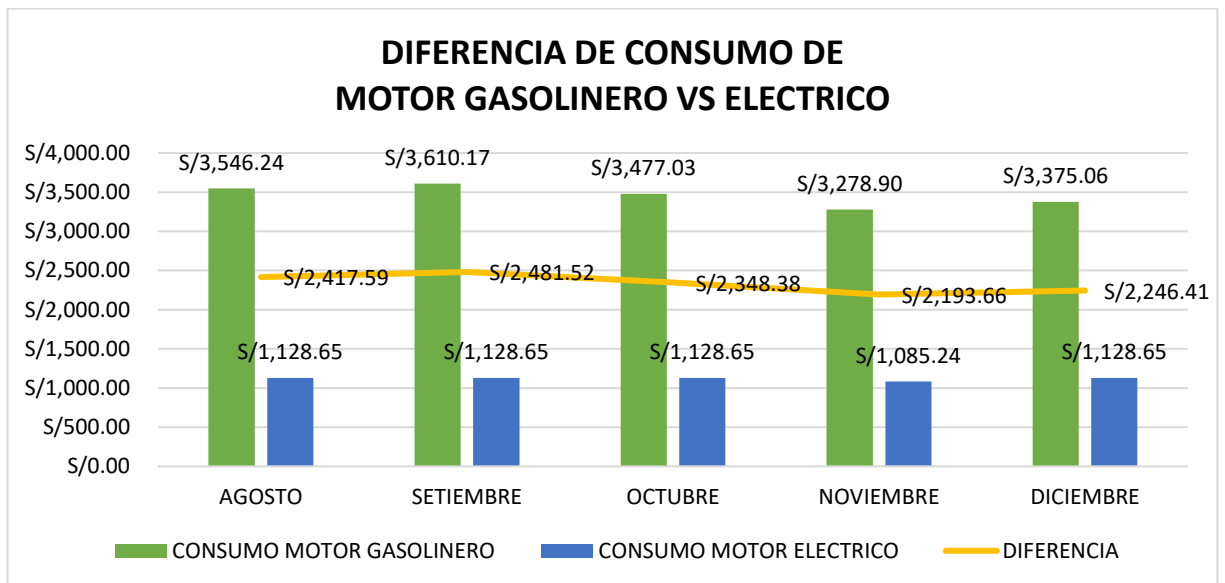
HORAS		kWh	FACTOR DE SEGURIDAD
7AM - 8AM		5,22	6,264
8AM - 9AM		5,22	6,264
9AM - 10AM		5,22	6,264
10AM - 11AM		5,22	6,264
11AM - 12PM		5,22	6,264
12PM - 1PM		5,22	6,264
1PM - 2PM		5,22	6,264
2PM - 3PM		5,22	6,264
3PM - 4PM		5,22	6,264
POTENCIA	DIARIO	46,98	56,376
	MENSUAL	1.221,48	1.465,776
PRECIO (SOLES)	UNITARIO	S/ 0,77	S/ 0,77
	DIARIO	S/ 36,17	S/ 43,41
	MENSUAL	S/ 940,54	S/ 1.128,65

Cuadro 37. Consumo energético y costos en soles del motor eléctrico en Diciembre 2021.

Fuente: Elaboración propia.

- La deferencia entre el consumo energético del motor a combustión y motor eléctrico en soles:
  - ✓  $Dif, normal, octubre = 3.275,06 - 940,54 = 2.434,52$
  - ✓  $Dif, seguridad, octubre = 3.275,06 - 1.128,65 = 2.246,41$

- La grafica de comparación entre consumo de motor gasolinero y motor eléctrico, se muestra que hay un ahorro de 2.100 soles aproximadamente mensual:



Cuadro 38. Consumo del motor gasolinero y motor eléctrico.  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2. Analizar la radiación solar de la zona:

- La localización del proyecto de investigación es en Bagua Grande, es una ciudad del nororiente del Perú, capital de la provincia de Utcubamba en el departamento de Amazonas.



Fig. 14. Localización de Bagua Grande en Amazonas (Perú). [42]

- En la zona que se trabajó se tomó en cuenta los siguientes datos extraídos del SINAMHI:



 <b>Parámetros climáticos promedio de Bagua Grande</b>  <span style="float: right;">[ocultar]</span>													
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	40	38.7	38	37	37	36	38	39	42.1	41	39	43.3	43.3
Temp. máx. media (°C)	30.6	30.6	30.3	30.8	30.3	29.5	29.1	29.8	30	30.4	31.1	31.4	30.3
Temp. media (°C)	25.2	25.3	25.1	25.4	25	24.4	24.1	24.4	25	25.1	25.6	25.6	25
Temp. mín. media (°C)	19.8	20	20	20.1	19.8	19.4	19.2	19.1	20	19.9	20.2	19.8	19.8
Temp. mín. abs. (°C)	14	14	14	13	12	9	7	10	13	14	14	14	7
Precipitación total (mm)	93	87	137	138	126	105	79	57	69	80	74	80	1125

Fig. 15. Parámetros climáticos de Bagua Grande en Amazonas (Perú).

Fuente: SINAMHI.

Estación : BAGUA CHICA , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : AMAZONAS			Provincia : UTCUBAMBA			Distrito : BAGUA GRANDE			Ir : 2023-03			
Latitud : 5° 39' 41.34"			Longitud : 78° 32' 2.25"			Altitud : 397						
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Mar-2023	31.8	23.2	23.4	30.8	25.8	22.2	25.2	23.8	.2	0	NW	4
02-Mar-2023	34.2	23	23.2	32.4	28	22.6	26	23.4	0	0	N	2
03-Mar-2023	30.6	22.8	23.2	27.4	26.6	22.6	24	23.6	59	2.1	NW	4
04-Mar-2023	32	23	23.4	31.2	26.8	22.8	25.4	23.8	1.8	0	N	2
05-Mar-2023	27	23.2	23.4	26	25.2	23	24.4	24.2	5.2	13.5	E	4
06-Mar-2023	29.4	23	23.2	29.2	23.6	22.8	24.6	22.8	1.7	2.3	NW	6
07-Mar-2023	33	22.4	22.6	31.2	27.8	22.4	25.4	25	.3	0	N	2
08-Mar-2023	34.4	23.2	23.4	32.4	27.8	22.8	26	25.2	0	0	N	1
09-Mar-2023	33.6	23.2	23.4	32.4	28.6	23	27	25.6	0	0	N	1
10-Mar-2023	26.4	22.4	22.6	25.6	24.6	22	23.6	23.6	4.4	.6	N	1
11-Mar-2023	33.2	23	23.4	31.2	28.2	22.8	25.6	24.4	.4	.2	NE	1
12-Mar-2023	27.8	23.2	23.4	27	25.4	23	24	24.2	2.4	2.7	NW	4
13-Mar-2023	30.2	22.8	23	29	25.2	22.6	25.6	23	2.4	1.2	N	1
14-Mar-2023	27.6	21.8	22	27.4	25	21.6	23.4	23.8	5	.2	C	
15-Mar-2023	33.4	22	22.2	31.6	27.4	21.8	25.8	24	.2	0	N	1
16-Mar-2023	35.8	21	21.4	32.4	29.4	21	25.4	25.2	0	0	N	1
17-Mar-2023	34.8	21	21.4	31.4	29	20.8	24	24.8	0	0	N	1
18-Mar-2023	32.8	22.6	22.8	30.6	27.4	22.2	25.4	24	0	0	NE	1
19-Mar-2023	35.2	22	22.2	33.6	29.6	21.8	26.4	25.2	0	0	N	2
20-Mar-2023	35.8	22.2	22.8	34	30	22.4	25	25.1	0	0	N	1
21-Mar-2023	36	22	22.4	34.2	29.2	21.4	25.4	24.2	0	0	C	
22-Mar-2023	35.8	22.6	23	34.4	29.4	22	25	24	0	0	N	2
23-Mar-2023	35.6	22.6	22.8	34	29.6	22	26.2	24.4	0	0	N	2
24-Mar-2023	30.6	23	23.2	27.6	26.4	22.4	24.4	22.6	4.6	.4	N	2
25-Mar-2023	32.8	22.2	22.6	30	26.4	22	24.8	23.4	7.5	.2	N	1
26-Mar-2023	32.2	22.6	23.2	29.8	27.6	22.4	25	22.8	0	0	N	1
27-Mar-2023	27.6	22.4	23.6	25	24.2	22	23.4	23	.8	3.6	N	1
28-Mar-2023	33.2	22.2	22.6	30.8	27.4	22	24.4	23.6	0	0	NW	2
29-Mar-2023	31.4	22.4	22.6	30.4	26.2	22.2	24	22.6	.2	0	N	1
30-Mar-2023	29.6	23.2	23.4	26	25.2	23	24.4	22	1.5	1.1	NW	2
31-Mar-2023	29.8	22.2	22.6	29.2	24.8	22	24	23	0	0	NW	2

\* Fuente : SENAMHI - Dirección de Redes de Observación y Datos

\* Informacion sin Control de Calidad

\* El uso de esta Informacion es bajo su entera Responsabilidad

Fig. 16. Estación meteorológica de Bagua Chica, con punto de referencia en Bagua Grande (Perú).

Fuente: SINAMHI.

- Utilizando el software “REDScreen EXPERT”, buscando la zona a estudiar que es Bagua Grande, nos proporcionó los siguientes datos:

	Unidad	Ubicación de datos meteorológicos	Ubicación de la instalación	Fuente
Latitud		-5.7	-5.8	
Longitud		-78.8	-78.4	
Zona climática		2B - Caliente - Seca		
Elevación	m	1439	468	NASA
Temperatura de diseño de la calefacción	°C	13.2		NASA - Mapa
Temperatura de diseño del aire acondicionado	°C	26.5		NASA
Amplitud de la temperatura del suelo	°C	12.8		NASA

Mes	Temperatura del aire °C	Humedad relativa %	Precipitación mm	Radiación solar diaria - horizontal kWh/m <sup>2</sup> /d	Presión atmosférica kPa	Velocidad del Viento m/s	Temperatura del suelo °C	Grados-días de calefacción 18 °C °C-d	Grados-días de refrigeración 10 °C °C-d
Enero	21.5	64.8%	68.20	5.40	85.6	2.6	22.9	0	357
Febrero	21.2	68.8%	84.28	4.80	85.6	2.5	22.5	0	314
Marzo	21.1	69.7%	85.87	4.25	85.6	2.5	22.2	0	344
Abril	20.9	71.5%	70.50	4.24	85.6	2.6	22.0	0	327
Mayo	20.7	68.9%	32.55	4.31	85.7	2.9	21.8	0	332
Junio	20.3	65.3%	14.10	4.40	85.7	3.4	21.4	0	309
Julio	20.3	61.5%	9.92	4.55	85.8	3.7	21.5	0	319
Agosto	21.3	58.1%	11.47	4.19	85.7	3.8	22.7	0	350
Setiembre	22.2	57.3%	21.00	4.95	85.7	3.4	23.8	0	366
Octubre	22.1	59.8%	46.19	5.12	85.6	2.8	23.6	0	375
Noviembre	21.9	59.2%	47.40	5.40	85.5	2.6	23.4	0	357
Diciembre	21.7	61.8%	53.94	5.60	85.5	2.6	23.2	0	363
<b>Anual</b>	<b>21.3</b>	<b>63.9%</b>	<b>545.42</b>	<b>4.77</b>	<b>85.6</b>	<b>2.9</b>	<b>22.6</b>	<b>0</b>	<b>4,112</b>
<b>Fuente</b>	NASA	NASA	NASA	Definido por el usuario	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA

Fig. 17. Estudio climatológico de Bagua Grande en Amazonas (Perú).  
Fuente: REDSCREEN EXPERT

- La radiación solar diaria promedio es 4,77 kWh/m<sup>2</sup>/d, se seleccionara el valor mínimo del año que vendría ser 4,19 kWh/m<sup>2</sup>/d es ideal para utilizar un sistema de alimentación fotovoltaico, porque superando los 3,5 kWh/m<sup>2</sup>/d es óptimo diseñar un sistema de alimentación fotovoltaica.
- La hora solar pico se calcula con la radiación mínima del año para diseñar el sistema de alimentación fotovoltaica:

$$HSP = \frac{\text{Irradiación global}}{1.000 \frac{W}{m^2}}$$

$$HSP = \frac{4,19 \text{ kWh/m}^2/\text{d}}{1.000 \frac{W}{m^2}}$$

$$HSP = 4,19$$

### 4.3. Diseñar y dimensionar el sistema de alimentación fotovoltaico:

- Mediante la página web del Ministerio de Agricultura (MIDAGRI) se muestra datos del promedio de cultivo de arroz por hectáreas:

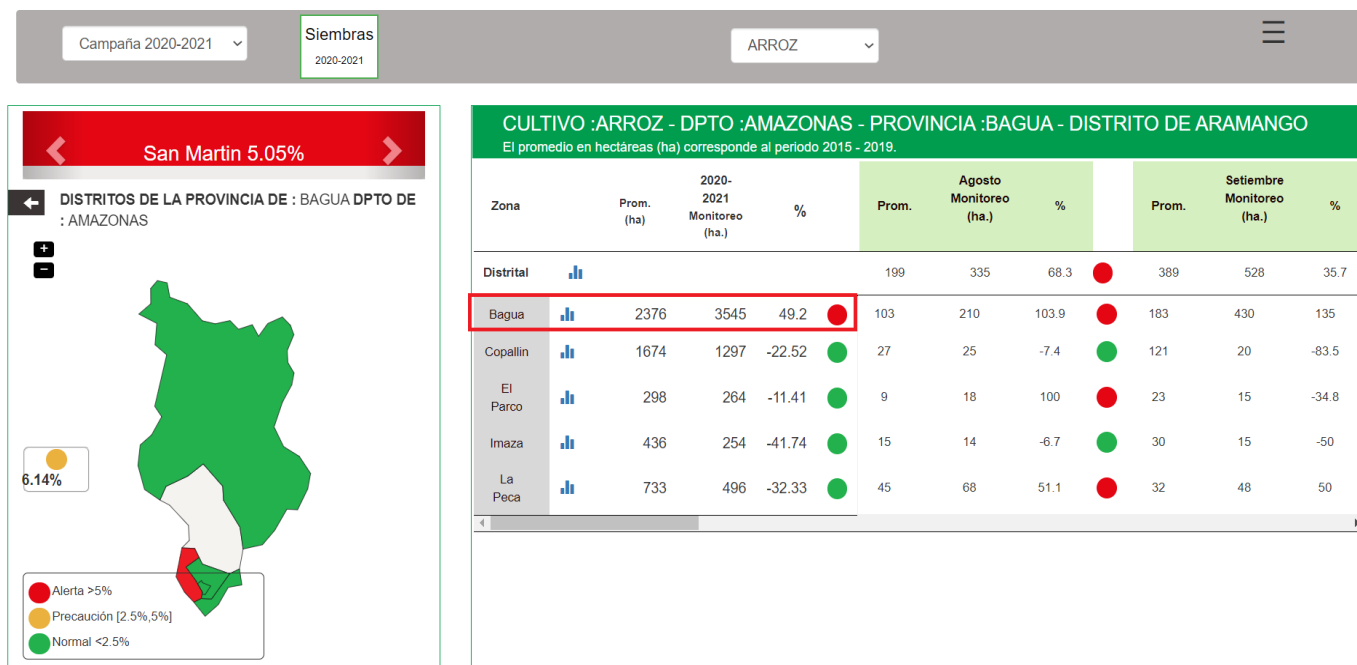


Fig. 18. Cultivo de arroz de Bagua Grande en Amazonas (Perú), se cultivó arroz en 3545 ha en promedio del 2020 al 2021.

Fuente: MIDAGRI [43]

- Calcular la producción total de arroz con los datos de hectáreas utilizadas de arroz y con el rendimiento de producción de arroz por hectárea, lo cual se considera que la temporada de producción es de 5 meses por temporada:

HECTAREAS	PRODUCCION DE ARROZ (T/hec)	TOTAL
3.545	7	24.815

Cuadro 39. Producción de arroz de Bagua Grande por temporada de 5 meses es de 24.815 toneladas.

Fuente: Elaboración propia.

- Se convierte la potencia mecánica (hp) a potencia eléctrica (w) del motor eléctrico:

$$P_{elec} = P_{mec} \times \left(\frac{746w}{1hp}\right)$$

$$P_{elec} = (7hp) \left(\frac{746W}{1hp}\right)$$

$$\mathbf{P_{elec} = 5.222 W = 5,222 kW}$$

- La demanda máxima a trabajar de los dos motores eléctricos:

$$D_{max} = \#equipos \times P_{elec}$$

$$D_{max} = 2 \text{ und } \times 5.222 W$$

$$\mathbf{D_{max} = 10.444 W = 10,444 kW}$$

- El consumo requerido se calcula aplicando un factor de seguridad (f) de 1,2 para compensar posibles pérdidas, es decir, posibles desalineaciones, pérdidas en el accionamiento, limpieza del módulo:

$$Consumo \text{ requerido} = D_{max} \times f$$

$$Consumo \text{ requerido} = (10.444 W)(1,2)$$

$$\mathbf{Consumo \text{ requerido} = 12.5328 W = 12,5328 kW}$$

- El horario de trabajar con la trilladora de arroz es de 7 a.m a 4 p.m, acumulando 9 horas al día, con lo cual se va a calcular consumo diario:

$$Consumo \text{ diario} = Consumo \text{ requerido} \times \#horas$$

$$Consumo \text{ diario} = (12,5328 kW) \left(9 \frac{\text{horas}}{\text{día}}\right)$$

$$\mathbf{Consumo \text{ diario} = 112,7952 \frac{kWh}{día} = 112.795,2 \frac{Wh}{día}}$$

- La generación fotovoltaica requerida para los paneles solares del sistema de alimentación fotovoltaica es:

$$G_{fot} = \frac{Consumo \text{ diario}}{HSP}$$

$$G_{fot} = \frac{112,7952 \frac{kWh}{día}}{4,19}$$

$$\mathbf{G_{fot} = 26,9201 \frac{kWh}{día} = 26.920,1 \frac{Wh}{día}}$$



- Los paneles solares que se van utilizar son los siguientes:

ITEM	CANTIDAD
MARCA	Znshine Solar
MODELO	ZXM7-SHLD-144-550W
POTENCIA MAXIMA (P <sub>MAX</sub> )	550 Wp
TENSION MAXIMA (V <sub>MAX</sub> )	110 V
CORRIENTE EN EL PUNTO DE MAXIMA POTENCIA (I <sub>MAX</sub> )	13.6 A
EFICIENCIA	21.28%
DIMENSIONES	2,279×1,134×30 mm
INDICE DE PROTECCION	IP 68
AÑO	2022
PESO	31,5 kg
RANGO DE TEMPERATURA	De -40°C hasta 85°C

Cuadro 40. Ficha técnica de los paneles solares.

Fuente: Znshine Solar. [44]

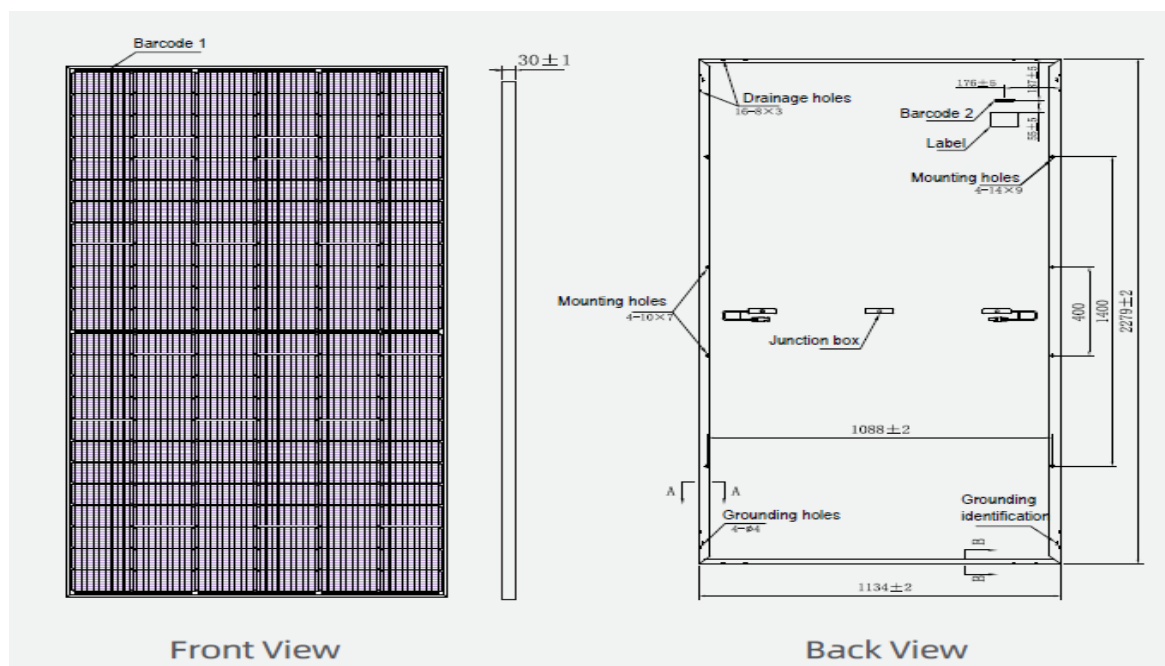


Fig. 20. Dimensiones de los paneles solares.

Fuente: Znshine Solar. [45]

- La cantidad de paneles se utilizará la potencia máxima que es 550 Wp que se encuentra en su ficha técnica y la generación fotovoltaica:

$$\#Paneles = \frac{G_{fot}}{P_{max}}$$

$$\#Paneles = \frac{26.920,1 \frac{Wh}{día}}{550 W}$$

$$\#Paneles = 48,9456 \text{ und} = 49 \text{ paneles}$$

- Las baterías que se van a utilizar son los siguientes:

ITEM	CANTIDAD
MARCA	XOLTA
MODELO	BAT-80
POTENCIA MAXIMA (P <sub>MAX</sub> )	80 kWh
TENSION MAXIMA (V <sub>MAX</sub> )	768 V
EFICIENCIA	96,60%
DIMENSIONES	800mm x 845mm x 2,180mm
INDICE DE PROTECCION	IP 55
AÑO	2023
PESO	950 kg
RANGO DE TEMPERATURA	De -25°C hasta 45°C

Cuadro 41. Ficha técnica de las baterías.

Fuente: XOLTA. [46]



Fig. 21. Bateria XOLTA BAT-80.

Fuente: XOLTA. [47]

- La cantidad de energía requerida de las baterías durante los días de autonomía se toma los siguientes datos:

- ✓  $Q$  = Cantidad de energía en Ah
- ✓  $D$  = Días de autonomía del sistema = 2 días
- ✓ Consumo diario =  $112.795,2 \frac{Wh}{día}$
- ✓  $PD_{max}$  = Máxima profundidad de descarga de las baterías, litio es 80% y plomo es 50%
- ✓  $V$  = Voltaje del sistema = 768 V

$$Q = \frac{(\text{Consumo diario})(D)}{(V)(PD_{max})}$$

$$Q = \frac{(112.795,2 \frac{Wh}{día})(2 \text{ días})}{(768 V)(0.8)}$$

$$Q = 367,1719 \text{ Ah}$$

- La cantidad de las baterías en paralelo del sistema de alimentación fotovoltaica se trabajará con la ficha técnica, la cual se utiliza la capacidad de la batería ( $C_{bat}$ ) que es 108 Ah:

$$\#bat(paralelo) = \frac{Q}{C_{bat}}$$

$$\#bat(paralelo) = \frac{367,1719 \text{ Ah}}{108 \text{ Ah}}$$

$$\#bat(paralelo) = 3 \text{ und}$$

- Teniendo el número de baterías en paralelo, las cuales suman una energía acumulada de 324 Ah, por consiguiente, el número total de baterías es:

$$\#bat(total) = (\#bat(paralelo)) \left( \frac{V_s}{V_{bat}} \right)$$

$$\#bat(total) = (3 \text{ und}) \left( \frac{768 V}{768 V} \right)$$

$$\#bat(total) = 3 \text{ und}$$

- Para la destrucción de los paneles solares, primero se procede hallar la cantidad de paneles en series, tomando los siguientes datos:

- ✓  $V_{bat}$  = Voltaje de las baterías = 768 V
- ✓  $V_{panel}$  = Voltaje del panel solar = 110 V

$$\#serie = \frac{V_{bat}}{V_{panel}}$$

$$\#serie = \frac{768 V}{110 V}$$

$$\#serie = 6,9818 = 7$$

- Siguiente paso, se procede hallar la cantidad de paneles en paralelo:

$$\#paralelo = \frac{\#Paneles}{\#serie}$$

$$\#paralelo = \frac{49}{7}$$

$$\#paralelo = 7$$

- La distribución de los paneles es 7 en paralelo por 7 en cadena.
- Para la elección del controlador de carga se debe tener en cuenta que la tensión nominal de operación es de 768V y se recomienda que la corriente nominal del controlador sea un 25% mayor que la corriente del panel o corriente de carga: la selección del controlador de carga:

CARACTERISTICAS		
ITEM	PANEL SOLAR	CONTROLADOR MPPT
MARCA	Znshine Solar	SANDI ELECTRIC
MODELO	ZXM7-SHLD-144-550W	MC 850V - 80A
TENSION MAXIMA (VMAX)	110 V	850 V
CORRIENTE EN EL PUNTO DE MAXIMA POTENCIA (IMAX)	13,6 A	80 A

Cuadro 42. Características del panel solar vs controlador MPPT.  
Fuente: Elaboración propia.

- Además, la potencia máxima del controlador de carga es 38.400 W o 38,4 kW, por lo tanto, la instalación a implementar trabajando en las condiciones nominales llegarías hasta:

$$P_{pico} = \#paneles \times P_{max}$$

$$P_{pico} = (49 \text{ und})(550 \text{ W})$$

$$P_{pico} = 26.950 \text{ W} = 26,95 \text{ kW}$$

- La potencia pico de los paneles solares es de 26,95 kW, que es menor que 38,4 kW, lo que significa con un solo controlador de carga será suficiente para todo el sistema de alimentación fotovoltaica:



Fig. 22. Controlador de carga SANDI MC 850V - 80A.

Fuente: SANDI. [48]

- La energía proporcionada por los módulos fotovoltaicos se almacena en baterías de corriente continua (CC) y luego la energía se convierte en corriente alterna (CA) para ser utilizada por dos máquinas que operan a 220 V CA con máxima demanda. ( $D_{max}$ ) de 10,444 kW, se procede a seleccionar el inversor de voltaje del sistema de alimentación fotovoltaica con la potencia del inversor ( $P_{inv}$ ):

$$P_{inv} \geq D_{max}$$

$$P_{inv} \geq 10,444 \text{ kW}$$

- La selección del inversor de voltaje del sistema de alimentación fotovoltaica es VOLTRONIC AXPERT KING 6KW, para cubrir la demanda máxima se utilizan 2 inversores en paralelo:



Fig. 23. Inversor de voltaje VOLTRONIC AXPERT KING 6KW  
Fuente: VOLTRONIC. [49]

- La caída de tensión ( $V_{caida}$ ) del sistema debe estar entre 3% al 6%, por lo tanto:
  - ✓  $I$  = Corriente máxima = 13,6 A
  - ✓  $L$  = Longitud = 30 m
  - ✓  $R$  = Resistencia del cable = 2,28 ; Cable de 8 mm<sup>2</sup>

$$V_{caida} = \frac{2 \times I \times L \times R}{1000}$$

$$V_{caida} = \frac{(2)(13,6 A)(60 m)(2,28)}{1.000}$$

$$V_{caida} = 3,72 V; 3,39 \% \text{ del } 110 V$$

- La caída de tensión ( $V_{caida}$ ) es 3,72 V, es decir, 3,39% del 110 V, está dentro del rango de 3% al 6% de pérdida, la selección del cableado es:



Fig. 23. Cable Siemens Solistrand PV 8 mm<sup>2</sup>  
Fuente: SIEMENS. [50]

- Ingresamos al software “PVsyst” para ubicar el punto con sus grados de inclinación de los paneles solares:

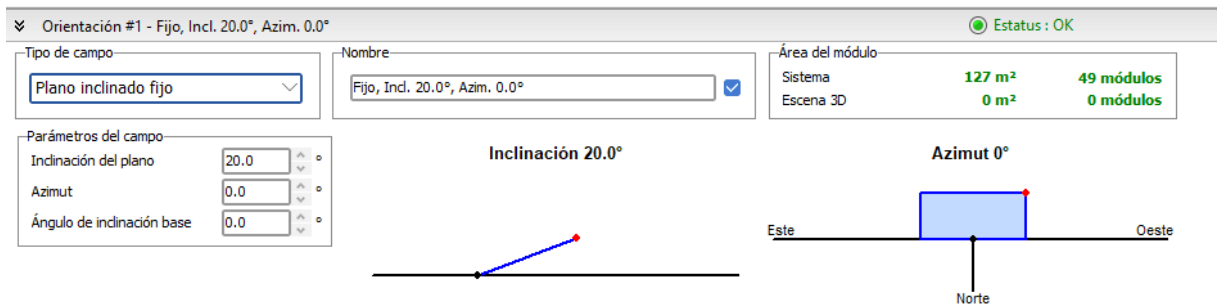


Fig. 24. Grado de inclinación de los paneles solares.  
Fuente: SOFTWARE PVSYST.

- Agregamos el consumo requerido de las dos máquinas trilladoras del sistema:

Consumos diarios					
Número	Aparato	Potencia	Uso diario	Distrib. por hora	Daily energy
0	Lámparas (LED o fluo)	0 W/lámpara	0.0 h/día		0 Wh
0	TV / PC / móvil	0 W/apar.	0.0 h/día		0 Wh
0	Electrodomésticos	0 W/apar.	0.0 h/día		0 Wh
0	Nevera / congelación profunda	0.00 kWh/día	0.0		0 Wh
0	Lavaplatos y lavadora	0.0 W prom	0.0 h/día		0 Wh
0	Otros usos	0 W/apar.	0.0 h/día		0 Wh
2	TRILLADORA	6266 W/apar.	9.0 h/día	OK	112795 Wh
Consumidores en espera		0 W tot	24 h/día		0 Wh
<b>Energía diaria total</b>					<b>112795 Wh/día</b>
<b>Energía mensual</b>					<b>3383.9 kWh/mes</b>

Fig. 25. Consumo requerido del sistema.  
Fuente: SOFTWARE PVSYST.

- Seleccionamos el horario a trabajar que es de 8am a 4pm, lo cual tiene 9 horas acumuladas:

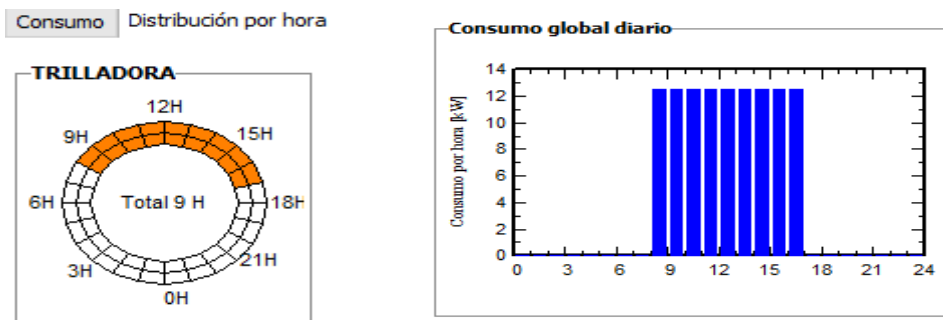


Fig. 26. Horas de trabajo de las dos máquinas trilladoras.  
Fuente: SOFTWARE PVSYST.

- Seleccionamos los paneles solares o módulos fotovoltaicos del sistema que son ZNshine Solar ZXM7-SHLD-144-550W:

Necesidades diarias prom. Ingrese PLOL aceptado  %  
**113 kWh/día** Autonomía solicitada  día(s)  
 Voltaje de batería  V  
 Capacidad sugerida **340 Ah**  
 Potencia FV sugerida **27.4 kWp**

Almacenamiento | Diseño de subconjunto | Respaldo | Esquema Simplificado

Nombre y orientación del subconjunto  
 Nombre   
 Oriente **Fijo, Incl. 20.0°, Azim. 0.0°**

**Ayuda de pre-dimensionamiento**  
 Sin dimensionamiento Potencia planeada  kWp  
 Redimens. o área disponible  m<sup>2</sup>

**Seleccione el módulo FV**  
 Ordenar módulos  Potencia  Tecnología  
    Desde 202

Dimensiona. voltaje : V<sub>mpp</sub> (60°C) **36.3 V**  
 Voc (-10°C) **55.2 V**

Fig. 27. Paneles solares del sistema.  
Fuente: SOFTWARE PVSYS.

- Seleccionamos las baterías del sistema que son XOLTA BAT-80:

Necesidades diarias prom. Ingrese PLOL aceptado  %  
**113 kWh/día** Autonomía solicitada  día(s)  
 Voltaje de batería  V  
 Capacidad sugerida **340 Ah**  
 Potencia FV sugerida **27.4 kWp**

Almacenamiento | Diseño de subconjunto | Respaldo | Esquema Simplificado

**Procedimiento**  
 Las sugerencias de preajuste se basan en los datos meteo mensuales y en la definición de las necesidades del usuario

1. Pre-dimensionamiento Defina las condiciones de pre-dimensionamiento deseadas (PLOL, autonomía, voltaje de la batería)
2. Almacenamiento Defina la batería (las casillas de verificación predeterminadas se acercarán al pre-dimensionamiento)
3. Diseño generador FV Diseñe el generador FV (módulo FV) y el modo de control. Se recomienda comenzar con un controlador universal.
4. Respaldo Defina un grupo electrógeno eventual

**Especifique el conjunto de batería**  
 Ordenar baterías por  voltaje  capacidad  fabricante  
     Desde 2023

La batería seleccionada es una estante

<input type="text" value="1"/>	<input checked="" type="checkbox"/> estantes en serie	Número de estantes	<b>3</b>	Voltaje paquete de baterías	<b>768 V</b>
<input type="text" value="3"/>	<input checked="" type="checkbox"/> estantes en paralelo	Número de elementos	<b>720</b>	Capacidad global	<b>324 Ah</b>
<input type="text" value="100.0"/>	% Estado inicial de desgaste (núm. de ciclos)			Energía almacenada (80% DOD)	<b>224 kWh</b>
<input type="text" value="100.0"/>	% Estado inicial de desgaste (estático)			Peso total	<b>2850 kg</b>
				Núm. de ciclos a 80% DOD	<b>8500</b>
				Energía total almacenada durante la vida útil de la batería	<b>1715 MWh</b>

Fig. 27. Baterías del sistema.  
Fuente: SOFTWARE PVSYS.

- Seleccionamos el controlador de carga del sistema:

**Selecciones el modo de control y el controlador**  
 Controlador universal  Convertidor de potencia MPPT  
**Modo operativo**  
 Acoplamiento directo  
 Convertidor MPPT Corriente máx. de carga-descarga  
 Convertidor CC-CC

Los parámetros de funcionamiento del controlador universal se ajustará automáticamente de acuerdo con las propiedades del sistema.

Fig. 28. Controlador de carga MPPT del sistema.  
Fuente: SOFTWARE PVSYS.



- Simulamos el sistema de alimentación fotovoltaica:

Parámetros generales			
Sistema independiente	Sistema independiente con baterías		
Orientación #1			Modelos usados
Plano fijo		Configuración de cobertizos	Transposición      Perez
Inclinación/Azimut	8 / 0 °	Sin escena 3D definida	Difuso      Perez, Meteororm
			Circunsolar      separado
Necesidades del usuario			
Consumidores domésticos diarios			
Constante durante el año			
Promedio	113 kWh/Día		

Fig. 29. Parámetros generales.  
Fuente: SOFTWARE PVSYSY

Características del generador FV			
Módulo PV		Controlador	
Fabricante	Generic	Controlador universal	
Modelo	ZXM7-SHLDD-144-550	Tecnología	Convertidor MPPT
(Base de datos PVSyst original)		Coef. temp.	-5.0 mV°C/Elem.
Unidad Nom. Potencia	550 Wp	Convertidor	
Número de módulos FV	49 unidades	Eficiencias máxi y EURO	97.0 / 95.0 %
Nominal (STC)	26.95 kWp	Control de gestión de la batería	
Módulos	7 cadena x 7 En serie	Comandos de umbral como	Cálculo SOC
En cond. de funcionam. (50°C)		Cargando	SOC = 0.96 / 0.80
Pmpp	24.59 kWp	Descarga	SOC = 0.10 / 0.35
U mpp	265 V		
I mpp	93 A		
<b>Batería</b>			
Fabricante	Generic		
Modelo	BAT-80, 80 kWh, 25/30/50/60 kWac		
Tecnología	Lithium-ion, LFP		
Núm. de unidades	3 en paralelo		
Descarga mín. SOC	10.0 %		
Energía almacenada	223.9 kWh		
Características del paquete de baterías			
Voltaje	768 V		
Capacidad nominal	324 Ah (C10)		
Temperatura	Temperatura ambiente exterior		
<b>Potencia FV total</b>			
Nominal (STC)	27 kWp		
Total	49 módulos		
Área del módulo	127 m²		

Fig. 30. Características del conjunto FV.  
Fuente: SOFTWARE PVSYSY.

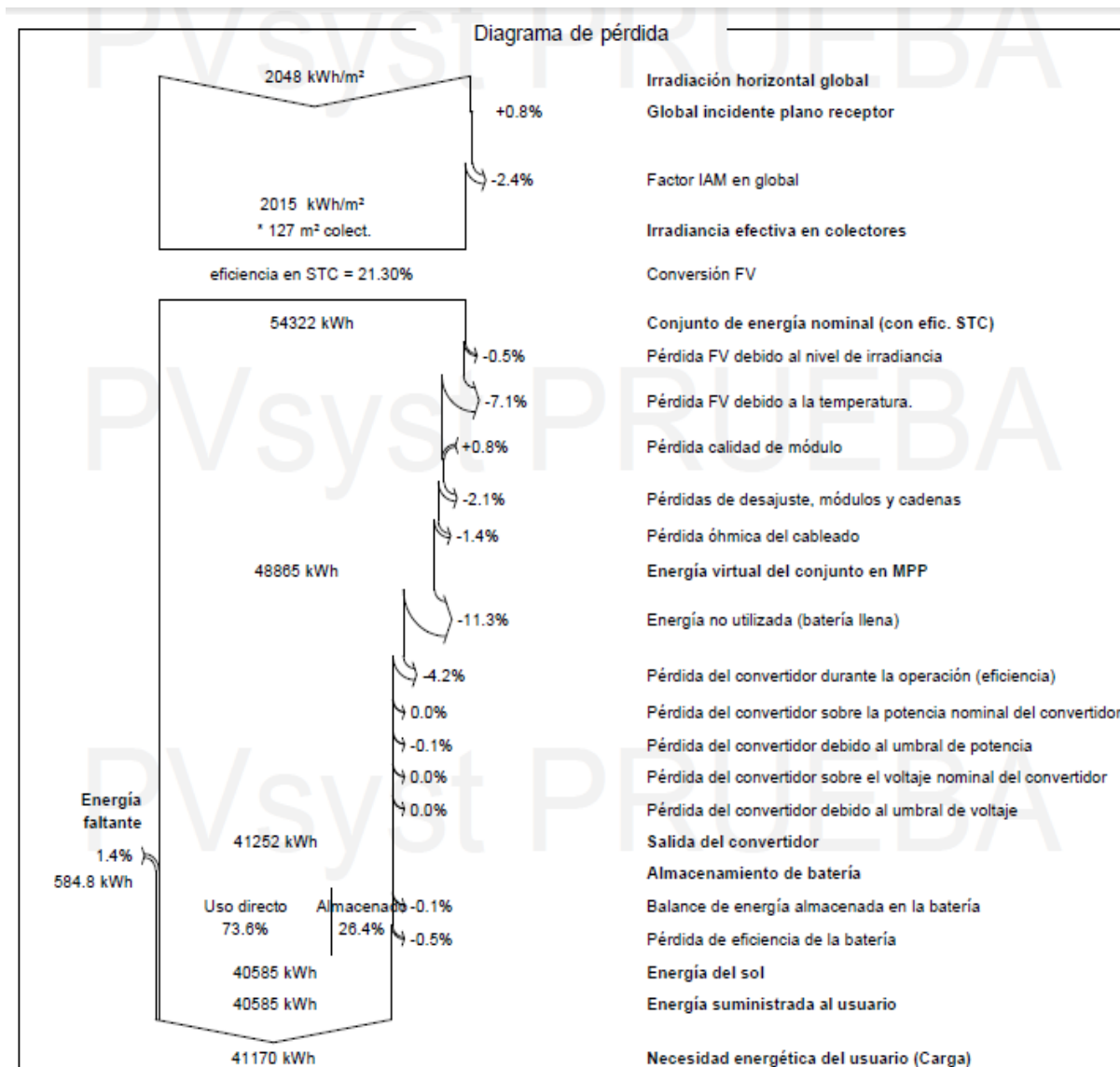


Fig. 31. Diagrama de pérdida.  
Fuente: Elaboración propia.

- Planos del sistema:

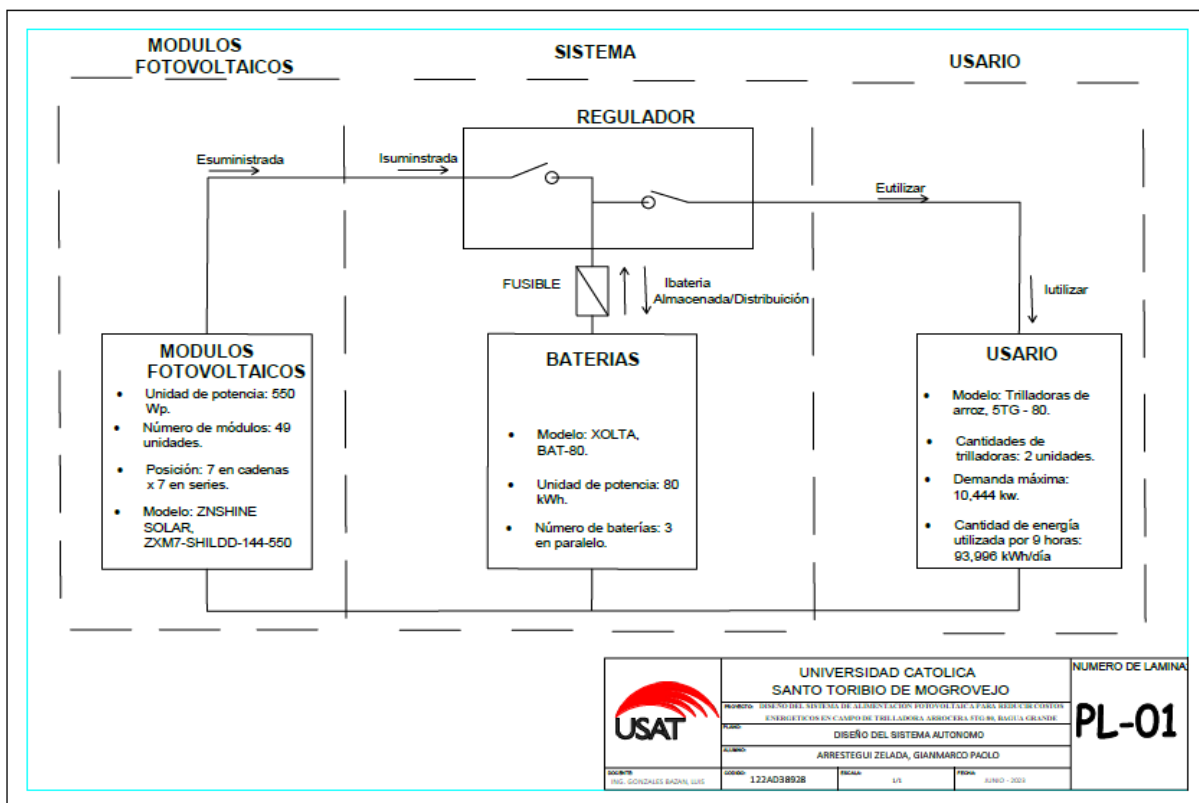


Fig. 22. Plano del sistema autónomo del sistema de alimentación fotovoltaica.  
Fuente: Elaboración propia.

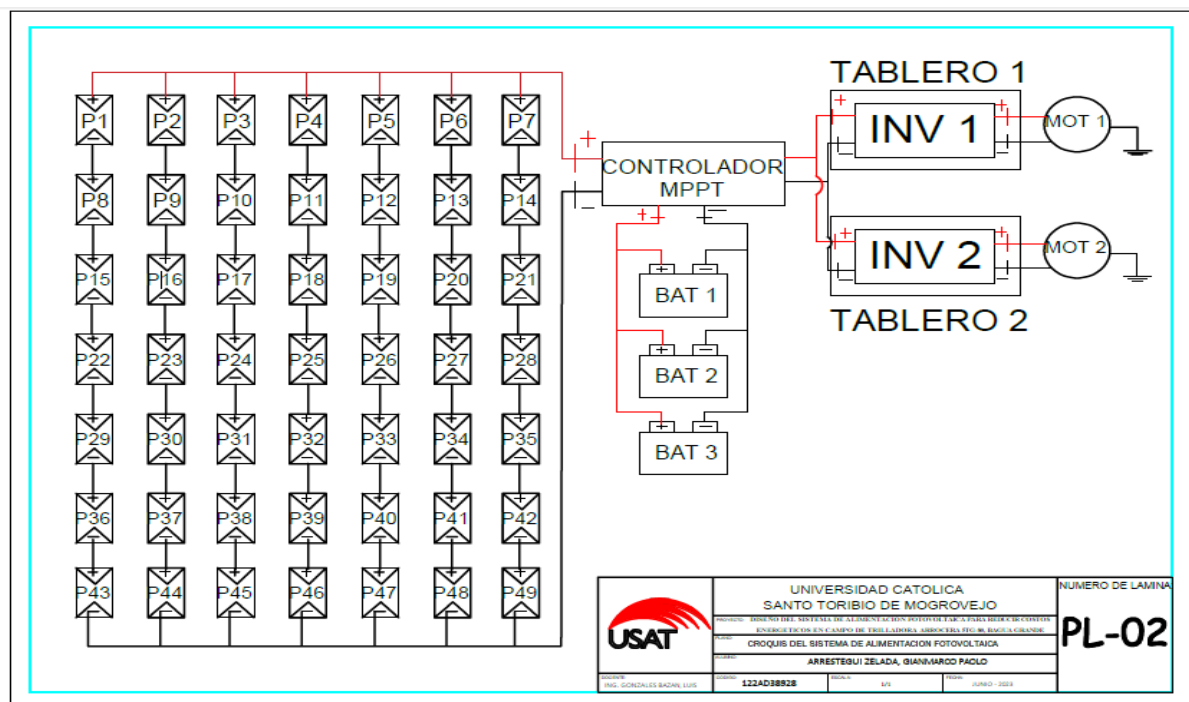


Fig. 23. Plano del croquis del sistema de alimentación fotovoltaica.  
Fuente: Elaboración propia.

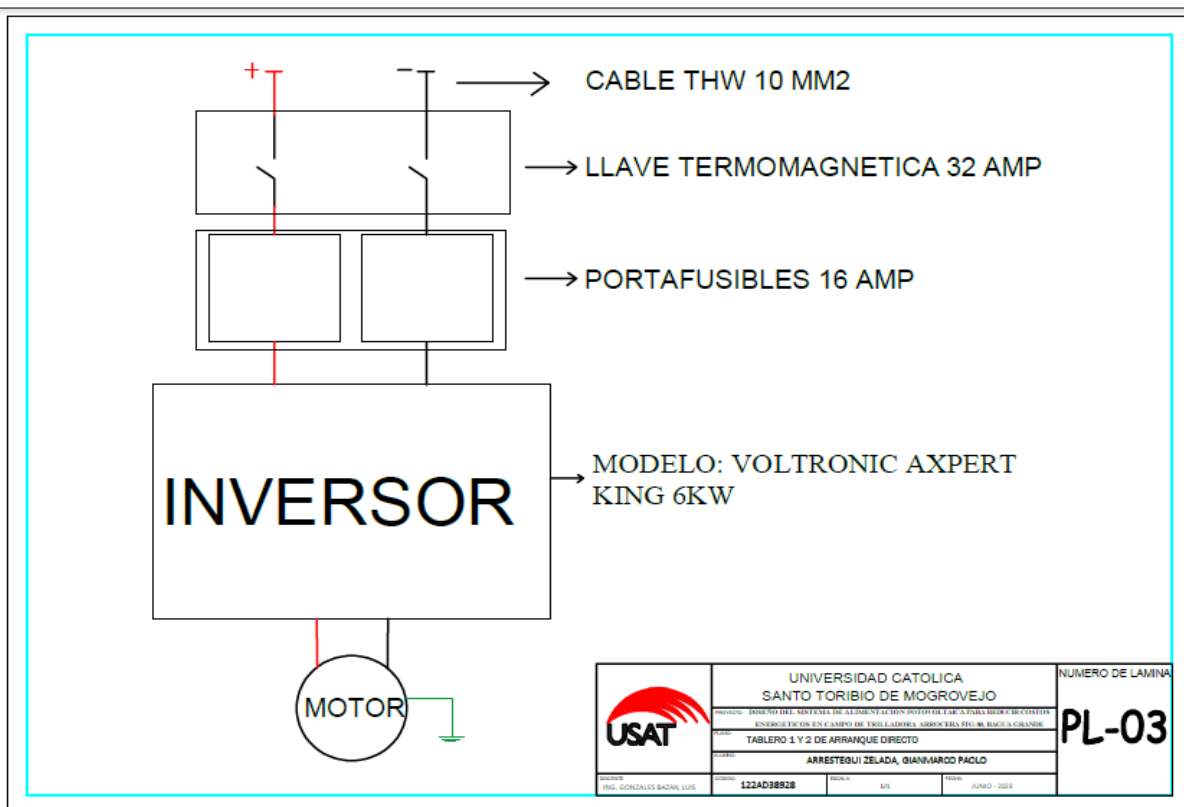


Fig. 24. Plano del tablero de arranque directo de cada motor eléctrico.  
Fuente: Elaboración propia.

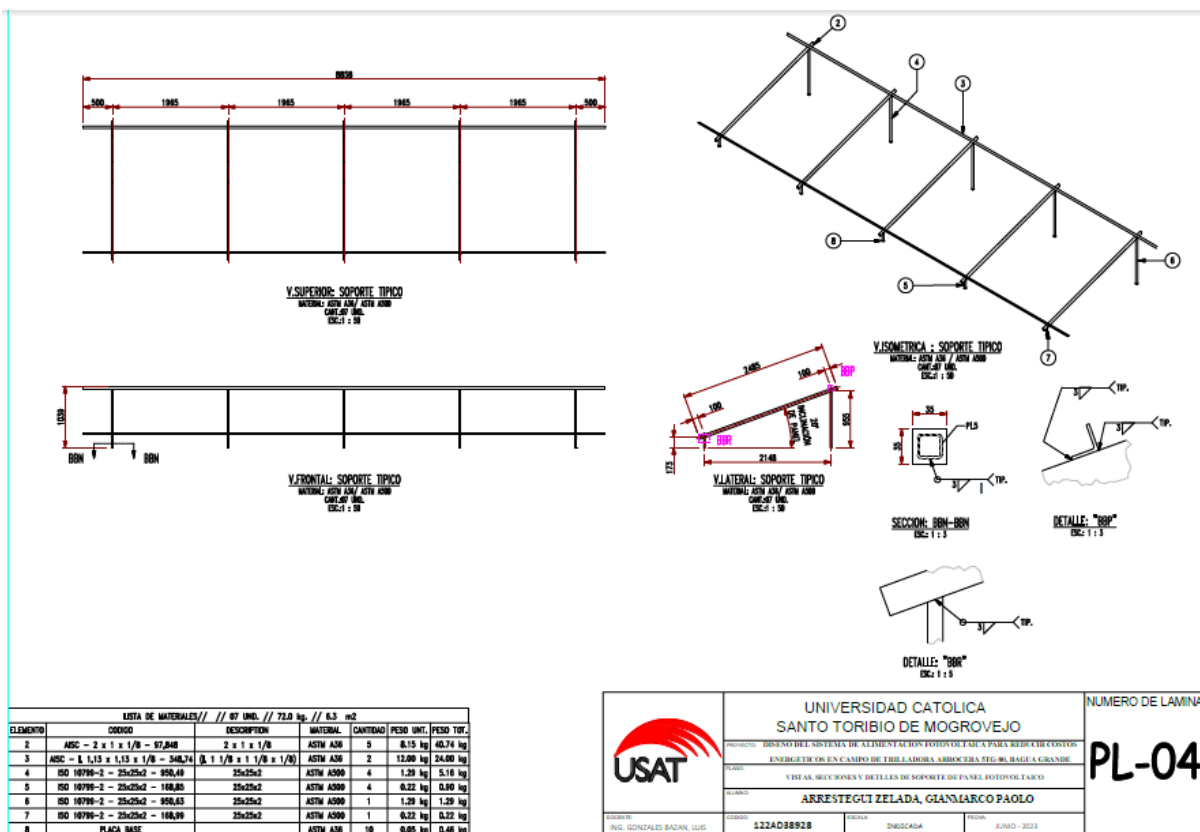


Fig. 25. Vistas, secciones y detalles de soporte de panel fotovoltaico.  
Fuente: Elaboración propia.

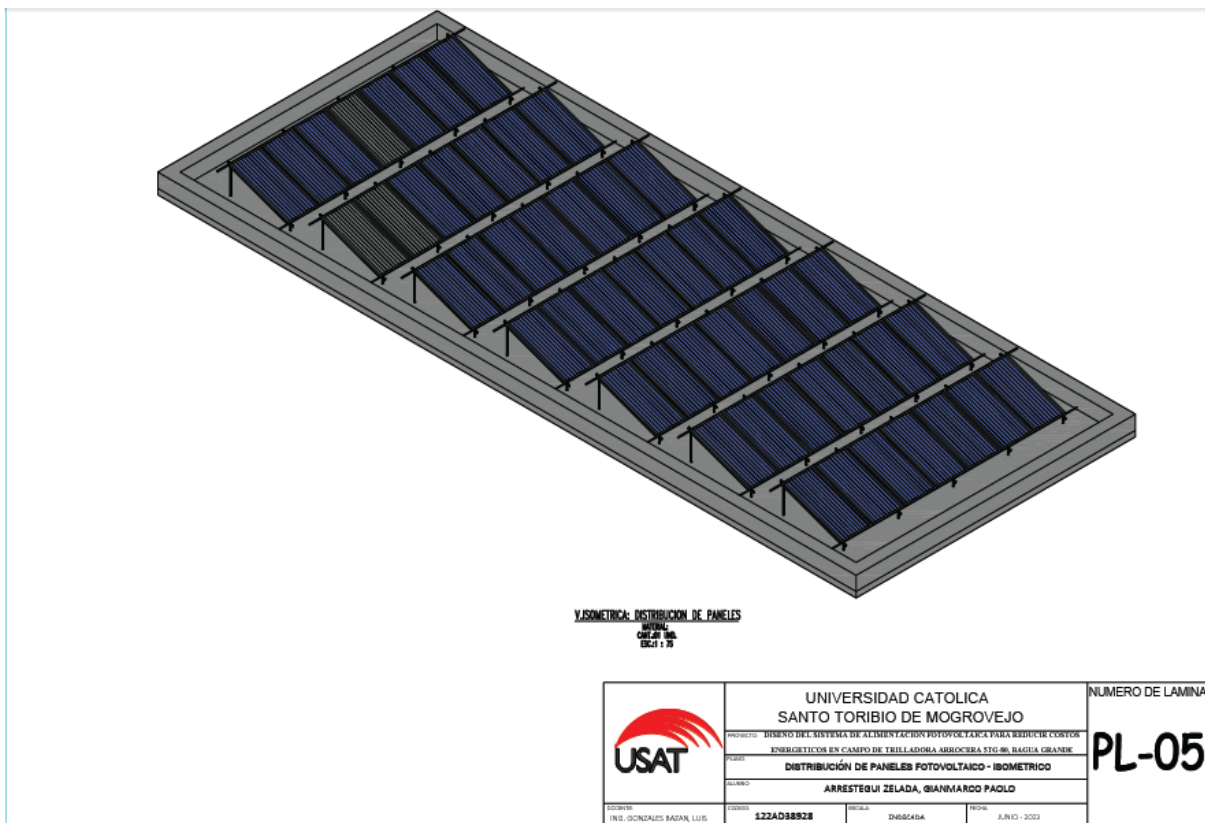


Fig. 26. Distribución de paneles fotovoltaico – isométrico.  
Fuente: Elaboración propia.

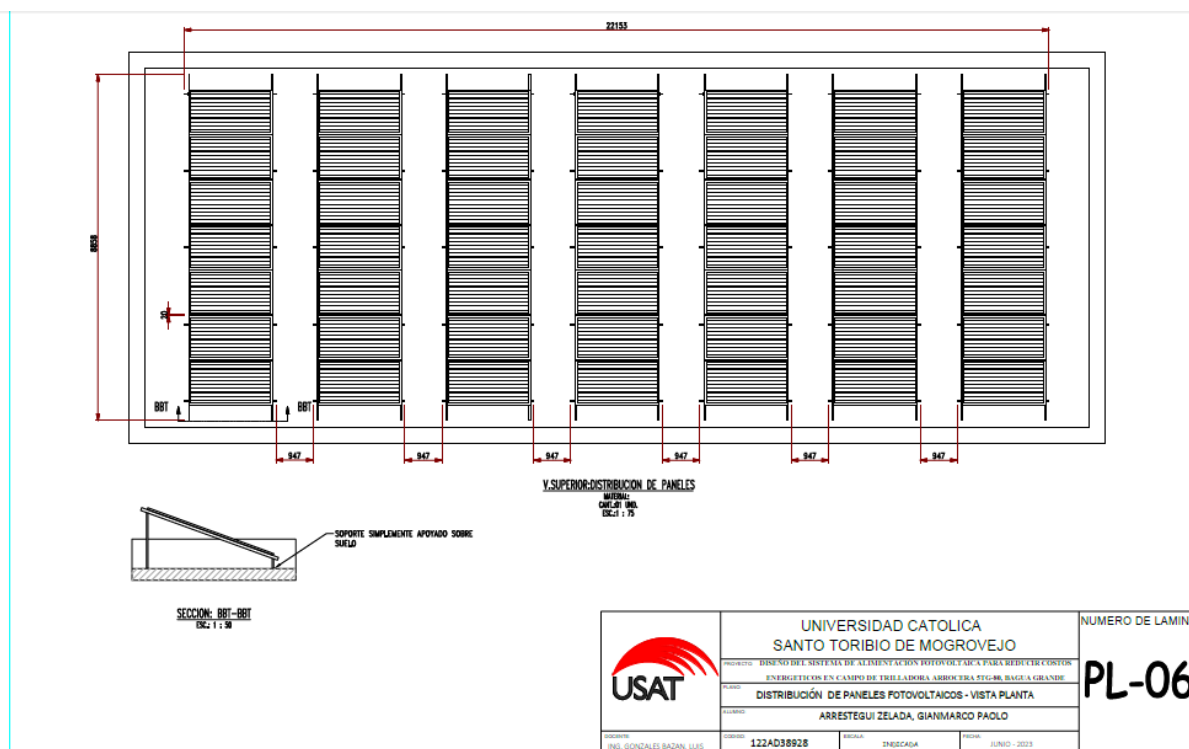


Fig. 27. Distribución de paneles fotovoltaicos - vista planta.  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4. Realizar un análisis económico para reducir costos energéticos en trillado del arroz:

- Se evaluó el presupuesto de elaboración de estudio:

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	COSTO/DÍA	COSTO PARCIAL
<b>I.</b>	<b>VISITA DE CAMPO</b>				
1,1	Ingeniero Mecánico Eléctrico	día	2	S/200,00	S/400,00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>S/ 400,00</b>
<b>II.</b>	<b>VIÁTICOS</b>				
2,1	Alimentación	día	14	S/200,00	S/2.800,00
2,2	Laptop	unidad	1	S/1.500,00	S/1.500,00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>S/ 2.800,00</b>
<b>III.</b>	<b>GASTOS GENERALES</b>				S/3.200,00
<b>IV.</b>	<b>COSTO DIRECTO</b>			10%	S/320,00
<b>V.</b>	<b>UTILIDADES</b>			10%	S/320,00
<b>VI.</b>	<b>TOTAL</b>				<b>S/ 3.840,00</b>

Cuadro 43. Presupuesto de elaboración de estudio.  
Fuente: Elaboración propia.

- Se evaluó el presupuesto de instalación en campo:

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	COSTO/DÍA	COSTO PARCIAL
<b>I.</b>	<b>SUPERVICIÓN EN CAMPO</b>				
1,1	Ingeniero Mecánico Eléctrico	día	10	S/200,00	S/2.000,00
1,2	Técnicos 1	día	10	S/100,00	S/1.000,00
1,3	Técnico 2	día	10	S/100,00	S/1.000,00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>S/4.000,00</b>
<b>III.</b>	<b>TRABAJO DE GABINETE</b>				
3,1	Ingeniero Mecánico Eléctrico	día	10	S/200,00	S/2.000,00
3,2	Técnico	día	10	S/70,00	S/700,00
3,3	Asistente	día	10	S/80,00	S/800,00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>S/3.500,00</b>
<b>IV.</b>	<b>VIÁTICOS</b>				
4,1	Transporte 1	día	10	S/60,00	S/600,00
4,3	Alimentación	día	10	S/70,00	S/700,00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>S/1.300,00</b>
<b>V.</b>	<b>MATERIALES</b>				
5,1	Panel solar	und	49	S/600,00	S/29.400,00
5,2	Motor eléctrico	und	2	S/3.200,00	S/6.400,00
5,3	Bateria	und	3	S/2.000,00	S/6.000,00
5,4	Controlador	und	2	S/1.200,00	S/2.400,00
5,5	Inversor	und	2	S/400,00	S/800,00
5,6	Cable THW 10 mm2	m	20	S/30,00	S/600,00
5,7	Cable solar	m	30	S/120,00	S/3.600,00
5,8	Llave termomagnetica	und	2	S/40,00	S/80,00
5,9	Portafusibles	und	4	S/20,00	S/80,00
6,0	Taladro	und	1	S/80,00	S/80,00
6,1	Llaves	Caja	1	S/150,00	S/150,00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>S/49.590,00</b>
<b>V.</b>	<b>GASTOS GENERALES</b>				S/58.390,00
<b>VI.</b>	<b>COSTO DIRECTO</b>			10%	S/5.839,00
<b>VII.</b>	<b>UTILIDADES</b>			10%	S/5.839,00
<b>VIII.</b>	<b>TOTAL</b>				<b>S/70.068,00</b>

Cuadro 44. Presupuesto de instalación.  
Fuente: Elaboración propia.

- Se sumó los 2 presupuesto anteriores:

PRESUPUESTO DE ELABORACION DE ESTUDIO	S/	3.840,00
PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN	S/	70.068,00
<b>TOTAL</b>	S/	<b>73.908,00</b>

Cuadro 45. Sumatoria de los presupuestos de elaboración de estudio e instalación.

Fuente: Elaboración propia.

- Se evaluó el VAN y TIR a un pronóstico a 20 años:

ITEM	0	1	2	3
<b>EGRESOS</b>	<b>S/ 73.908,00</b>	<b>S/ 2.500,00</b>	<b>S/ 2.500,00</b>	<b>S/ 2.500,00</b>
INVERSIÓN	S/ 73.908,00			
PAGO DE INTERES Y CAPITAL		S/ 2.500,00	S/ 2.500,00	S/ 2.500,00
<b>INGRESOS</b>		<b>S/ 3.900,00</b>	<b>S/ 4.524,00</b>	<b>S/ 5.247,84</b>
PORCENTAJE DE CRECIMIENTO		16,0%	16,0%	16,0%
BENEFICIO ANUAL	-S/ 73.908,00	S/ 1.400,00	S/ 2.024,00	S/ 2.747,84
BENEFICIO MENSUAL		S/ 116,67	S/ 168,67	S/ 228,99

Cuadro 46. Análisis económico de 1 a 3 años – Parte I.

Fuente: Elaboración propia.

ITEM	4	5	6	7
<b>EGRESOS</b>	<b>S/ 2.500,00</b>	<b>S/ 2.500,00</b>	<b>S/ 2.500,00</b>	<b>S/ 2.500,00</b>
INVERSIÓN				
PAGO DE INTERES Y CAPITAL	S/ 2.500,00	S/ 2.500,00	S/ 2.500,00	S/ 2.500,00
<b>INGRESOS</b>	<b>S/ 6.087,49</b>	<b>S/ 7.061,49</b>	<b>S/ 8.191,33</b>	<b>S/ 9.501,95</b>
PORCENTAJE DE CRECIMIENTO	16,0%	16,0%	16,0%	16,0%
BENEFICIO ANUAL	S/ 3.587,49	S/ 4.561,49	S/ 5.691,33	S/ 7.001,95
BENEFICIO MENSUAL	S/ 298,96	S/ 380,12	S/ 474,28	S/ 583,50

Cuadro 47. Análisis económico de 4 a 7 años – Parte II.

Fuente: Elaboración propia.



ITEM	8	9	10	11
<b>EGRESOS</b>	<b>S/ 2.500,00</b>	<b>S/ 2.500,00</b>	<b>S/ 2.500,00</b>	<b>S/ 2.500,00</b>
INVERSIÓN				
PAGO DE INTERES Y CAPITAL	S/ 2.500,00	S/ 2.500,00	S/ 2.500,00	S/ 2.500,00
<b>INGRESOS</b>	<b>S/ 11.022,26</b>	<b>S/ 12.785,82</b>	<b>S/ 14.831,55</b>	<b>S/ 17.204,60</b>
PORCENTAJE DE CRECIMIENTO	16,0%	16,0%	16,0%	16,0%
<b>BENEFICIO ANUAL</b>	<b>S/ 8.522,26</b>	<b>S/ 10.285,82</b>	<b>S/ 12.331,55</b>	<b>S/ 14.704,60</b>
<b>BENEFICIO MENSUAL</b>	<b>S/ 710,19</b>	<b>S/ 857,15</b>	<b>S/ 1.027,63</b>	<b>S/ 1.225,38</b>

Cuadro 48. Análisis económico de 8 a 11 años – Parte III.

Fuente: Elaboración propia.

ITEM	12	13	14	15
<b>EGRESOS</b>	<b>S/ 2.500,00</b>	<b>S/ 2.500,00</b>	<b>S/ 2.500,00</b>	<b>S/ 2.500,00</b>
INVERSIÓN				
PAGO DE INTERES Y CAPITAL	S/ 2.500,00	S/ 2.500,00	S/ 2.500,00	S/ 2.500,00
<b>INGRESOS</b>	<b>S/ 19.957,33</b>	<b>S/ 23.150,51</b>	<b>S/ 26.854,59</b>	<b>S/ 31.151,32</b>
PORCENTAJE DE CRECIMIENTO	16,0%	16,0%	16,0%	16,0%
<b>BENEFICIO ANUAL</b>	<b>S/ 17.457,33</b>	<b>S/ 20.650,51</b>	<b>S/ 24.354,59</b>	<b>S/ 28.651,32</b>
<b>BENEFICIO MENSUAL</b>	<b>S/ 1.454,78</b>	<b>S/ 1.720,88</b>	<b>S/ 2.029,55</b>	<b>S/ 2.387,61</b>

Cuadro 49. Análisis económico de 12 a 15 años – Parte IV.

Fuente: Elaboración propia.

ITEM	16	17	18
<b>EGRESOS</b>	<b>S/ 2.500,00</b>	<b>S/ 2.500,00</b>	<b>S/ 2.500,00</b>
<b>INVERSIÓN</b>			
<b>PAGO DE INTERES Y CAPITAL</b>	S/ 2.500,00	S/ 2.500,00	S/ 2.500,00
<b>INGRESOS</b>	<b>S/ 36.135,53</b>	<b>S/ 41.917,22</b>	<b>S/ 48.623,97</b>
<b>PORCENTAJE DE CRECIMIENTO</b>	16,0%	16,0%	16,0%
<b>BENEFICIO ANUAL</b>	<b>S/ 33.635,53</b>	<b>S/ 39.417,22</b>	<b>S/ 46.123,97</b>
<b>BENEFICIO MENSUAL</b>	<b>S/ 2.802,96</b>	<b>S/ 3.284,77</b>	<b>S/ 3.843,66</b>

Cuadro 50. Análisis económico de 16 a 18 años – Parte V.  
Fuente: Elaboración propia.

ITEM	19	20
<b>EGRESOS</b>	<b>S/ 2.500,00</b>	<b>S/ 2.500,00</b>
<b>INVERSIÓN</b>		
<b>PAGO DE INTERES Y CAPITAL</b>	S/ 2.500,00	S/ 2.500,00
<b>INGRESOS</b>	<b>S/ 56.403,81</b>	<b>S/ 65.428,42</b>
<b>PORCENTAJE DE CRECIMIENTO</b>	16,0%	16,0%
<b>BENEFICIO ANUAL</b>	<b>S/ 53.903,81</b>	<b>S/ 62.928,42</b>
<b>BENEFICIO MENSUAL</b>	<b>S/ 4.491,98</b>	<b>S/ 5.244,03</b>

Cuadro 51. Análisis económico de 19 a 20 años – Parte VI.  
Fuente: Elaboración propia.

<b>VAN</b>	S/6.618,20
<b>TIR</b>	13%

Cuadro 52. VAN y TIR.  
Fuente: Elaboración propia.

## 5. CONCLUSIONES

- Los dos motores de combustión a gasolina se cambiarán por dos motores eléctricos de 7hp con 3.600 rpm en monofásicos. Los consumos energéticos del motor a combustión por mes salen aproximadamente 3.200 soles, mientras que el motor eléctrico consume aproximadamente 1.000 soles.
- El promedio de radiación solar en Bagua Grande es de 4,77 kWh/m<sup>2</sup>/d, lo cual es aceptable, porque supera el 3,5 kWh/m<sup>2</sup>/d para poder diseñar un sistema fotovoltaico.
- El sistema fotovoltaico de las dos trilladoras de arroz contendrá 49 paneles solares de 550 Wp cada uno, 3 baterías en paralelo, un controlador MMPTT y 2 inversores de voltaje.
- En el análisis económico, el VAN y TIR sale S/6.618,20 y 13%, respectivamente.

## 6. DISCUSIÓN

- El uso de nuevas energías suele ser costoso y dificultoso, pero si se propone utilizar energías renovables como aprovechar la radiación del Sol directamente, que no nos cobran por eso.
- Antes de diseñar un sistema de alimentación fotovoltaica hay que obtener el dato de radiación solar de la zona donde se va a trabajar y que super los 3.5 kWh/m<sup>2</sup>/d.
- Diseñar un sistema de alimentación fotovoltaica hay que tener en cuenta varios datos como las horas picos, radiación solar, que tipos y cantidades de componentes a utilizar para que sea optimo y fiable al momento de utilizar este sistema.
- En el diseño, también ingresa el análisis económico que vendría ser la inversión de elaboración de estudio e instalación, hay que ser bien detallosos con estos datos.

## 7. RECOMENDACIONES

- Al momento de hacer un cambio de un motor a combustión por un motor eléctrico hay que tener en cuenta, la potencia, RPM, frecuencia y otros datos consiguientes, para no tener problemas en el futuro.
- Para la extracción de datos del estudio climatológico de la zona se utiliza el software “REDScreen EXPERT”, mediante este documento se extrae la radiación solar.
- Para diseñar el sistema de alimentación fotovoltaica se utiliza el software “PVSIST”, nos detallar que tipos y cantidades de componentes a utilizar.

## 8. REFERENCIAS

- [1] Y. Llonto, *ENFOQUE MICROECONÓMICO DEL CULTIVO DEL ARROZ PROBLEMA Y DESAFIOS*, Lambayeque, 2015.
- [2] M. La Portilla, Planificación del proceso productivo del arroz y su incidencia en la producción, comercialización y rentabilidad en el molino chepen sac, Trujillo, 2014.
- [3] M. Loubes, Molienda seca y húmeda de arroz en molinoplanetario. Cinética de la molienda, efecto de las condiciones de molienda en las propiedades funcionales de la harina y del almidón y diseño de mezclas para pastas sin, Buenos Aires, 2015.
- [4] J. DEERE, «COSECHADORAS 1175 HYDRO,» de *MANUAL DEL OPERADOR*, Europa, ILLUSTRATION, 2005.
- [5] «AgroRural,» 05 Mayo 2018. [En línea]. Available: <https://www.agrorural.gob.pe/arroz-de-calidad-directo-a-su-mesa-gracias-a-100-mil-agricultores-peruanos/>. [Último acceso: 14 Abril 2021].
- [6] «UTECH,» 15 Septiembre 2015. [En línea]. Available: <https://www.utec.edu.pe/42-de-las-zonas-rurales-de-la-selva-no-cuenta-con-energia-electrica>. [Último acceso: 14 Abril 2021].
- [7] «AutoSolar,» 24 Julio 2018. [En línea]. Available: <https://autosolar.pe/blog/actualidad-de-energia-solar/peru-radiacion-solar-mas-alta-de-todo-el-planeta#:~:text=El%20Atlas%20de%20la%20Energía,4.5%20a%205.0%20kWh%20Fm2..> [Último acceso: 14 Abril 2021].
- [8] C. D. Pardo Salinas y C. A. Tacury Tinoco, *DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MONITOREO DE UN SISTEMA DE SECADO DE ARROZ POR AIRE FORZADO CON FUENTE DE ENERGÍA SOLAR UTILIZANDO ACIETE TÉRMICO EN LA PILADORA DE ARROZ "DON LUCHO" EN EL CANTON MACARÁ*, Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja, 2009.
- [9] C. A. Rojas Sánchez, *GENERACIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE LA CASCARILLA DE ARROZ PARA REDUCIR COSTOS ENERGÉTICOS EN LA PILADORA LA MERCED S.R.L.*, Chiclayo: USAT, 2018.
- [10] E. Ventura y L. Delgado, “*DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA LA DEMANDA ELÉCTRICA DE LA POSTA MEDICA, CENTRO POBLADO URAKUSA PROVINCIA CONDORCANQUI, AMAZONAS-PERÚ*”, Jaén, 2020.

- [11] Administrador, «UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO,» 14 Febrero 2020. [En línea]. Available: [http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/semillas/index.php?option=com\\_content&view=article&id=20&Itemid=24#:~:text=El%20arroz%20es%20la%20semilla,e1%20mundo%20C%20despu%C3%A9s%20del%20ma%C3%ADz..](http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/semillas/index.php?option=com_content&view=article&id=20&Itemid=24#:~:text=El%20arroz%20es%20la%20semilla,e1%20mundo%20C%20despu%C3%A9s%20del%20ma%C3%ADz..)
- [12] Administrador, «BOLETINAGRARIO,» 2020. [En línea]. Available: <https://boletinagrario.com/ap-6,arroz,78.html>.
- [13] «PERÚ: PRODUCCIÓN, IMPORTACIONES Y PRECIOS DEL ARROZ,» Julio, 2020.
- [14] M. d. Agricultura, «ARROZ EN EL PERÚ,» 2010.
- [15] M. E. Marín y J. E. Aguinaga Arauz, «Diagnóstico de situación actual de procesos productivos en empresas para la,» UNAN-FAREM, Matagalpa, 2015.
- [16] A. Fabricio, «Youtube,» 19 Marzo 2017. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=su7e4hGK2rY>.
- [17] ADMINISTRADOR, «ECURED,» [En línea]. Available: [https://www.ecured.cu/Cosechadora\\_de\\_arroz](https://www.ecured.cu/Cosechadora_de_arroz).
- [18] J. M. Peña B, «MINUTA AGROPECUARIA,» Moya's Comunicaciones, 2020. [En línea]. Available: <https://www.minutaagropecuaria.com/investigaciones/uso-cabezales-sistemas-trilla-limpieza-cosechadoras-arroz/>.
- [19] «Ayuntamiento de Huelva,» [En línea]. Available: <http://www.lineaverdehuelva.com/lv/consejos-ambientales/energias-renovables/Que-son-las-energias-renovables.asp#:~:text=Las%20energías%20renovables%20son%20aquellas,son%20fuertes%20renovables%20de%20energía.> [Último acceso: 5 Mayo 2021].
- [20] «Wikipedia,» [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Energía\\_renovable](https://es.wikipedia.org/wiki/Energía_renovable). [Último acceso: 5 Mayo 2021].
- [21] «AQUAE FUNDACIÓN,» [En línea]. Available: [https://www.fundacionaquae.org/que-es-energia-solar/?gclid=CjwKCAjwhYOFBhBkEiwASF3KGYJ64RDVUR3mflgpxEJ2fsfQTIJAhv4nIxIw8cgHmBNdD47oH1FBRoCi0IQAvD\\_BwE](https://www.fundacionaquae.org/que-es-energia-solar/?gclid=CjwKCAjwhYOFBhBkEiwASF3KGYJ64RDVUR3mflgpxEJ2fsfQTIJAhv4nIxIw8cgHmBNdD47oH1FBRoCi0IQAvD_BwE). [Último acceso: 5 Mayo 2021].
- [22] «acciona,» [En línea]. Available: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/>. [Último acceso: 5 Mayo 2021].

- [23] «ERENOVABLE,» 28 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://erenovable.com/energia-solar-ventajas-y-desventajas/>. [Último acceso: 5 Mayo 2021].
- [24] «IDEAM,» [En línea]. Available: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar-ultravioleta>. [Último acceso: 5 Mayo 2021].
- [25] «navarra,» [En línea]. Available: [http://meteo.navarra.es/definiciones/radiacion\\_solar.cfm](http://meteo.navarra.es/definiciones/radiacion_solar.cfm). [Último acceso: 5 Mayo 2021].
- [26] «ambientum,» [En línea]. Available: [https://www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/energia/el\\_sol\\_fuente\\_basica\\_de\\_energia.asp](https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/energia/el_sol_fuente_basica_de_energia.asp). [Último acceso: 5 Mayo 2021].
- [27] «EFIMARKET,» 1 Maro 2018. [En línea]. Available: <https://www.efimarket.com/blog/la-hora-solar-pico-hsp-sirve-calcularlo/>. [Último acceso: 5 Mayo 2021].
- [28] «HelioEsfera,» [En línea]. Available: <https://www.helioesfera.com/horas-de-sol-pico-que-es-y-para-que-sirve/>. [Último acceso: 5 Mayo 2021].
- [29] J. Torres y K. Córdova, *LOS DISTRITOS SOLARES URBANOS COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN TERRITORIAL SOSTENIBLE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE CARACAS*, Caracas, 2018.
- [30] «sde,» [En línea]. Available: <http://www.sde.mx/que-es-un-sistema-fotovoltaico/>. [Último acceso: 16 Mayo 2021].
- [31] «alusínsolar,» [En línea]. Available: <https://alusinsolar.com/principales-componentes-de-una-instalacion-fotovoltaica/>. [Último acceso: 16 Mayo 2021].
- [32] «ecofener,» 24 Octubre 2018. [En línea]. Available: <https://ecofener.com/blog/potencia-puede-producir-panel-solar/>. [Último acceso: 5 Mayo 2021].
- [33] «NCYT,» 14 Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://noticiasdela-ciencia.com/art/36713/los-paneles-solares-con-baterias-necesitan-un-regulador-de-carga>. [Último acceso: 5 Mayo 2021].
- [34] «SUN SUPPLY,» [En línea]. Available: <https://www.sunsupplyco.com/componentes-de-un-sistema-de-energia-solar/>. [Último acceso: 16 Mayo 2021].

- [35] «Damia Solar,» [En línea]. Available: [https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/mantenimiento-de-una-bateria-solar\\_1](https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/mantenimiento-de-una-bateria-solar_1). [Último acceso: 5 Mayo 2021].
- [36] «AutoSolar,» [En línea]. Available: <https://autosolar.pe/inversores-cargadores-48v/inversor-cargador-5000w-48v-mppt-80a-must-solar>. [Último acceso: 5 Mayo 2021].
- [37] J. Alonso, «SUNFIELDS EUROPE,» [En línea]. Available: <https://www.sfe-solar.com/baterias-solares/manual-calculo/>. [Último acceso: 5 Mayo 2021].
- [38] ADMINISTRADOR, «MADE IN CHINA,» MANUFACTURA Y PROVEDORES , JULIO 2021. [En línea]. Available: [https://es.made-in-china.com/co\\_acmecn/product\\_5tg-80-Mini-Rice-Thresher-for-Wheat\\_onooeioug.html](https://es.made-in-china.com/co_acmecn/product_5tg-80-Mini-Rice-Thresher-for-Wheat_onooeioug.html). [Último acceso: 2021].
- [39] ADMINISTRADOR, «MADE IN CHINA,» MANUFACTURA Y PROVEDORES, JULIO 2021. [En línea]. Available: <https://es.made-in-china.com/>. [Último acceso: 2021].
- [40] ADMINISTRADOR, «ELECTRIC MOTOR WAREHOUSE,» USA, 1980. [En línea]. Available: <https://electricmotorwarehouse.com/5-7-hp-3600-rpm-184tz-frame-200-230v-century-crop-dryer-electric-motor-k220/>. [Último acceso: 2021].
- [41] ADMINISTRADOR, «ELECTRIC MOTOR WAREHOUSE,» USA, 1980. [En línea]. Available: <https://electricmotorwarehouse.com/5-7-hp-3600-rpm-184tz-frame-200-230v-century-crop-dryer-electric-motor-k220/>. [Último acceso: 2021].
- [42] ADMINISTRADOR, «FAMILY SEARCH,» 27 SEPTIEMBRE 2021. [En línea]. Available: [https://www.familysearch.org/es/wiki/Utcubamba,\\_Amazonas,\\_Per%C3%BA\\_-\\_Genealog%C3%ADa](https://www.familysearch.org/es/wiki/Utcubamba,_Amazonas,_Per%C3%BA_-_Genealog%C3%ADa). [Último acceso: 2021].
- [43] ADMINISTRADOR, «MIDAGRI,» ESTADO PERUANO, 2022. [En línea]. Available: <https://sissic.midagri.gob.pe/sissic>.
- [44] Administrador, «Znshine Solar,» 2005. [En línea]. Available: <https://es.ensolar.com/pv/panel-datasheet/crystalline/58365>. [Último acceso: 4 Julio 2022].
- [45] «Znshine Solar,» 2005, [En línea]. Available: <https://es.ensolar.com/pv/panel-datasheet/crystalline/58365>. [Último acceso: 3 Julio 2022].

- [46] ADMINISTRADOR, «XOLTA,» 2021, [En línea]. Available: <https://xolta.com/products/bat-80/>. [Último acceso: 4 MARZO 2023].
- [47] ADMINISTRADOR, «XOLTA,» 2021. [En línea]. Available: <https://xolta.com/products/bat-80/>. [Último acceso: 3 MARZO 2023].
- [48] S. ELECTRIC, *CONTROLADOR DE CARGA MPPT*, China, 2022.
- [49] VOLTRONIC, *INVERSOR DE VOLTAJE*, China, 2022.
- [50] SIEMENS, «CABLES SOLARES,» 2020. [En línea]. Available: <https://aeincable.en.made-in-china.com/product/SdPfkabGqATt/China-Siemens-6fx8002-5ds26-1df0-Cable-Confirm-to-UL758.html>.
- [51] «agronoma,» 7 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://sevilla.abc.es/agronoma/noticias/cultivos/arroz/arrozua-energia-fotovoltaica/?ref=https://www.google.com/>. [Último acceso: 14 Abril 2021].
- [52] G. Mieles, *Diseño de un Procesador para harina de arroz*, Guayaquil, 2016.
- [53] C. Delgado, *ESTUDIO ESTRATÉGICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN MOLINO DE ARROZ EN LA PROVINCIA DE PICOTA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN*, Lima, 2020.
- [54] E. Tobar y K. Quijije, *Estudio de factibilidad en la implementación de una empresa de reciclaje a base de cáscara de arroz en el cantón Daule, provincia del Guayas, con el fin de abastecer a plantas industriales de paneles solares.*, Guayaquil, 2017.
- [55] «EcuRed,» [En línea]. Available: [https://www.ecured.cu/Molino\\_de\\_arroz#:~:text=Instalaci%C3%B3n%20destinada%20a%20descascarar%20y,Debiera%20decirse%20descascaradora%20de%20arroz](https://www.ecured.cu/Molino_de_arroz#:~:text=Instalaci%C3%B3n%20destinada%20a%20descascarar%20y,Debiera%20decirse%20descascaradora%20de%20arroz). [Último acceso: 22 Abril 2021].
- [56] «Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego,» [En línea]. Available: <https://www.minagri.gob.pe/portal/26-sector-agrario/arroz/223-la-agroindustria-molinera>. [Último acceso: 22 Abril 2021].
- [57] «Revista AgroLlanos,» [En línea]. Available: <https://www.revistaagrollanos.com/2019/11/23/en-tolima-opera-molino-de-arroz-que-produce-su-propia-energia/>. [Último acceso: 22 Abril 2021].



- [58] «Academia.edu,» [En línea]. Available: [https://www.academia.edu/8287036/PILADO\\_DE\\_ARROZ](https://www.academia.edu/8287036/PILADO_DE_ARROZ). [Último acceso: 5 Mayo 2021].
- [59] I. Niñoaniceto, «scribd,» [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/doc/231521884/Proceso-de-Pilado-de-Arroz>. [Último acceso: 5 Mayo 2021].
- [60] «fao,» [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/x5027s/x5027S05.htm>. [Último acceso: 5 Mayo 2021].
- [61] C. Fasabi, *Agroindustrialización del arroz (Oryza Sativa L.) en la Empresa Agroindustrias San Hilarión S.A.C*, Tarapoto, 2019.
- [62] «La Hora,» 24 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://lahora.com.ec/noticia/1101947405/secado-del-arroz>. [Último acceso: 5 Mayo 2021].
- [63] R. E. REAÑO VILLALOBOS, *PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE PILADO DE ARROZ EN EL MOLINO LATINO S.A.C.*, Chiclayo: USAT, 2015.