

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



**Diseño del sistema fotovoltaico para lograr autoabastecer de energía eléctrica una chancadora de 24 tn/día en el distrito de Pilpichaca**

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

**AUTOR**

**Luis Alberto Sigueñas Ordoñez**

**ASESOR**

**Jony Cabrera Villalovos**

**<https://orcid.org/0000-0003-3643-5498>**

**Chiclayo, 2025**

**Diseño del sistema fotovoltaico para lograr autoabastecer de  
energía eléctrica una chancadora de 24 tn/día en el distrito de  
Pilpichaca**

PRESENTADA POR  
**Luis Alberto Sigueñas Ordoñez**

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

**INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

APROBADA POR

Hugo Walter Mundaca Guerra  
PRESIDENTE

Elmer Polo Briceño  
SECRETARIO

Jony Villalovos Cabrera  
VOCAL

## **DEDICATORIA**

Con gratitud, dedico esta investigación a nuestro divino creador ya que sin su manera invisible de guiarme hoy estoy donde estoy.  
también dedicarles esta investigación a mis padres y mis hermanos ya que nunca se rindieron y apostaron todo por mí.  
A mis profesores ya que sin su guía y su manera de hacerme entender las cosas hoy no fuera esto posible.  
A mis amistades que gracias a esta hermosa carrera tuve el privilegio de conocer.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, bendecido y agradecido siempre con todo lo que dio y seguirá dando en todo momento.  
A mi padre que con su esfuerzo logro sacarnos adelante a mí y mi hermano.  
A mi madre que con sus ganas de trabajar interminables me motivo a continuar este camino.  
A mi hermano Jhonatan que a pesar de muchas situaciones que pasamos nunca nos derrumbamos y supusimos salir a flote.  
A mis primos hermanos Jordy, Vannesa y Cesar que cada uno me enseñó algo a su manera y sé que están orgullosos de mí  
A mis padrinos que son como mis segundos padres gracias por enseñarme el significado de familia.  
A mi abuela Jacoba que hoy ya no se encuentra con nosotros, pero siempre quiso verme profesional quizá ya no estes, pero sé que está orgullosa de mí.  
A Murphy, mi perro, mi apoyo emocional irremplazable.  
A Estefani que con su amor, paciencia y apoyo hizo que logre mis objetivos.  
A mis amigos de la carrera y sus padres que sin ellos este camino hubiese sido como todos, pero ellos hicieron la diferencia.

## Diseño del sistema fotovoltaico para lograr autoabastecer de energía eléctrica una chancadora de 24 tn/día en el distrito de Pilpichaca

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<a href="https://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	<b>13%</b>
<b>2</b>	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<a href="https://repositorio.continental.edu.pe">repositorio.continental.edu.pe</a> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<a href="https://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<a href="https://oa.upm.es">oa.upm.es</a> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<a href="https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co">expeditiorepositorio.utadeo.edu.co</a> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<a href="https://repository.ucc.edu.co">repository.ucc.edu.co</a> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>10</b>	Submitted to Pontificia Universidad Católica del Perú Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>11</b>	<a href="https://szpitalmiejski-gdynia.pl">szpitalmiejski-gdynia.pl</a> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## Índice

<b>RESUMEN</b> .....	7
<b>ABSTRACT</b> .....	8
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	9
<b>1.1. Situación problemática</b> .....	10
<b>1.2. Objetivos</b> .....	10
<b>1.2.1. Objetivo General</b> .....	10
<b>1.2.2. Objetivos Específicos</b> .....	10
<b>1.2.3. Justificación</b> .....	10
<b>2. MARCO TEORICO</b> .....	11
<b>2.1. Antecedentes empíricos</b> .....	11
<b>2.1.1. Título: Selección de planta chancadora de agregados - diseño de chancadora primaria, distrito Yambrasbamba, Provincia Bongara - región Amazonas [4].</b> .....	11
<b>2.1.2. Título: Diseño de una trituradora actuada por sistema fotovoltaico para eliminar botellas plásticas en la Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo [5].</b> .....	11
<b>2.1.3. Título: Diseño de un aparejo estructural para la instalación de revestimientos de una chancadora giratoria de 60” X 113” en la Unidad Minera Las Bambas [6].</b> .....	12
<b>2.2. Bases teóricas</b> .....	13
<b>3. DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	16
<b>3.1. Tipo de nivel de investigación</b> .....	16
<b>3.1.1. Tipo</b> .....	17
<b>3.2. Población y muestra</b> .....	17
<b>3.3. Operación de variables</b> .....	18
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	19
<b>3.5. Procedimiento y análisis de datos</b> .....	19
<b>4. RESULTADOS</b> .....	20
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	45
<b>6. DISCUSIÓN</b> .....	45

<b>7. RECOMENDACIONES4.....</b>	<b>45</b>
<b>8. REFERENCIAS .....</b>	<b>46</b>

## RESUMEN

Con el pasar de los tiempos nuestro país es uno de los países más sobresalientes en América Latina como productora de agregados. El país cuenta con un aumento del PBI de 2,87% a 4,14%. Muchas de las fábricas de agregados se encuentran en zonas rurales o afueras de las ciudades, donde mayormente las redes eléctricas son limitadas para el desarrollo de trabajos del chancado de agregados.

Se sabe que las fábricas de agregados funcionan con diferentes tipos de combustibles que son altamente contaminantes y costosos. Cabe decir que los sitios en los que se encuentran ubicadas las canteras no cuentan con suministro eléctrico, limitando la producción de agregados. Este es el caso de Pilpichaca que cuenta con una radiación solar de 5,5 kWh/m<sup>2</sup>/día.

Las horas pico solar que da esta zona cumple con el requisito de 3.5 kWh/m<sup>2</sup>/día. Ya que es mayor superándola, por tales motivos este diseño del sistema fotovoltaico cumple los requisitos para reducir costos energéticos de la chancadora de 24tn/día, Pilpichaca.

**Palabras clave:** Chancadora, costos, agregados(grava), energía fotovoltaica y radiación solar.

## ABSTRACT

Over time, our country has become one of the most prominent aggregate producers in Latin America. The country's GDP has increased from 2.87% to 4.14%. Many aggregate factories are located in rural areas or on the outskirts of cities, where electricity grids are often limited for aggregate crushing operations.

It is known that aggregate factories operate on various types of fuels that are highly polluting and expensive. It should be noted that the sites where the quarries are located lack electricity, limiting aggregate production. This is the case in Pilpichaca, which has solar radiation of 5.5 kWh/m<sup>2</sup>/day.

The peak solar hours in this area meet the requirement of 3.5 kWh/m<sup>2</sup>/day. Since it is larger than the previous one, for these reasons this photovoltaic system design meets the requirements to reduce energy costs of the 24 tonne/day Pilpichaca crusher.

**Keywords:** Crusher, costs, aggregates (gravel), photovoltaic energy and solar radiation.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Perú es un país con una gran demanda de agregados para la construcción de infraestructuras, obras viales y edificaciones. Las plantas de producción de agregados son instalaciones industriales que procesan materiales pétreos para la obtención de agregados utilizados en la construcción. En este contexto, se han desarrollado diversas plantas de producción de agregados en el Perú para abastecer esta demanda las plantas de producción de agregados producen diversidad de agregados empleados en las construcciones en las que tenemos agregados gruesos y finos. [1]

Las plantas de producción de grava o agregados siguen un proceso general que consta de varias etapas. La extracción y el transporte de materiales pétreos desde canteras o ríos hacia la planta de producción luego le sigue la trituración en las plantas chancadoras la cual se encarga de reducir el material en tamaños deseados para luego pasar por una clasificación separando los agregados gruesos de finos para finalmente ser llevado al lavado y almacenamiento. [2]

Gran parte de estas industrias se encuentran en zonas rurales debido al transporte pesado con el que se cuenta para movilizar las rocas de las canteras y el ruido que causa procesar la grava. Esto hace que tenga una carencia drástica de suministro eléctrico.

Según el INEI, el 27,6% de la sierra de nuestro país, lugares aledaños no cuentan con suministro eléctrico. Una solución viable a la falta de electricidad es la implementación en energías renovables. Según diferentes fuentes como por ejemplo el Atlas de la energía solar del Perú demuestra que contamos con un excelso de radiación solar y este es el caso para Pilpichaca con una radiación de 5,5 kWh/m<sup>2</sup>. [3]

Sabiendo esto se establecería una solución a la falta de suministro eléctrico para la industria de agregados con ubicaciones que estén fuera de rango del punto de abastecimiento de energía eléctrica como es en Pilpichaca.

Por lo tanto, nos lleva a preguntarnos ¿Es factible el diseño del sistema fotovoltaico para lograr autoabastecer de energía eléctrica una chancadora de 24 tn/día en el distrito de Pilpichaca?.

## 1.1. Situación problemática

Con el pasar del tiempo las maquinarias mientras más trabajo generan, más consumen combustibles o energía eléctrica de la red la cual produce un problema tanto económico en las empresas y globalmente hablando producen una contaminación que no se puede pasar por alto como por ejemplo el efecto invernadero, causando daño a nuestra salud directamente.

Con el fin de disminuir el efecto invernadero y todo lo que engloba esta contaminación se debe hacer uso de la chancadora usando energías renovables.

Según todo lo planteado llegamos a la interrogante siguiente:

¿Se podrá diseñar el sistema fotovoltaico para lograr autoabastecer de energía eléctrica una chancadora de 24tn/día en el distrito de Pilpichaca?

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo General

Diseñar un sistema fotovoltaico para lograr autoabastecer de energía eléctrica una chancadora de 24 tn/día en el distrito de Pilpichaca.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la máxima demanda y energía eléctrica requerida por la chancadora.
- Evaluar la irradiación solar del distrito de Pilpichaca.
- Calcular y seleccionar los componentes del sistema fotovoltaico.
- Determinar el presupuesto que involucra el sistema fotovoltaico.

### 1.2.3. Justificación

#### • Social

La acreditación en lo social promueve a la sociedad a crear un cambio en las personas a buscar nuevos recursos renovables para generar energía que no sean tan perjudiciales para el planeta.

#### • Tecnológico

La justificación tecnológica se da con el uso del suministro de energía eléctrica mediante energía solar para la chancadora, la cual permite un chancado de 24 tn/día siendo un sistema libre de contaminación al no depender de nada y ser autosuficiente.

#### • Económico

Se acredita en lo económico debido al alto ahorro energético que producirá el sistema fotovoltaico.

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1. Antecedentes empíricos

#### 2.1.1. **Título: Selección de planta chancadora de agregados - diseño de chancadora primaria, distrito Yambrashamba, Provincia Bongara - región Amazonas [4].**

Autor(es): Klever Álvarez Cajo

Editorial: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Año: 2019

Objetivo: Seleccionar una Planta Chancadora de Agregados de Construcción, en el Distrito de Yambrashamba, Provincia del Marañón, Región Amazonas cumpliendo con la normatividad minera y ambiental.

Método: Se determinará la demanda de agregados para la chancadora utilizando parámetros de selección para poder calcular los elementos electromecánicos para finalmente realizar una evaluación utilizando los criterios TIR y VAN.

Resultados: Este trabajo determina la selección de la planta chancadora de agregados tanto como el diseño. Calculando primeramente los costos del TIR con una tasa interna de retorno del 139.43%.

Conclusiones: El resultado obtenido para la línea de chancado seleccionada costa de tolva de alimentación fija, se obtuvo una capacidad de 40TM/Hr y en la vista económica con un VAN de S/570 493,18 y un TIR del 16,24%.

Correlación: ambas investigaciones realizan un estudio del diseño de una chancadora para una localidad con la finalidad de seleccionar la chancadora adecuada para el trabajo requerido.

#### 2.1.2. **Título: Diseño de una trituradora actuada por sistema fotovoltaico para eliminar botellas plásticas en la Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo [5].**

Autor(es): Jeisson Mauro Chavez Tantarico

Editorial: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

Año: 2021

Objetivos: Reducción de la contaminación de desechos sólidos(plástico) y el mejor manejo del reciclaje en la universidad.

Método: Matriz morfológica seguido de una toma de decisión para luego ser llevado a la simulación en el programa Solidworks.

Resultados: Se logró el resultado querido dando como resultado el diseño de la trituradora siendo alimentada por el sistema fotovoltaico.

Conclusiones: Se calculó la fuerza de corte para que el alimentador (sistema fotovoltaico) tenga la energía necesaria para que pueda entregar y la trituradora trabaje con normalidad. Se logró calcular sé que necesitara 6 baterías. 3 reguladores. Un inversor entre otros materiales.

Correlación: El mismo diseño de triturado se verá en las dos tesis, pero en otra escala y con una triturado de mayor fuerza para que esta pueda procesar la grava.

### **2.1.3. Título: Diseño de un aparejo estructural para la instalación de revestimientos de una chancadora giratoria de 60” X 113” en la Unidad Minera Las Bambas [6].**

Autor(es): Wilson Juan De Dios Quispe Yupanqui

Editorial: UNIVERSIDAD CONTINENTAL

Año: 2021

Objetivos: Diseñar un aparejo estructural para la instalación de revestimientos de una chancadora giratoria 60” X 113” en minera las Bambas.

Método: Se diseñó la estructura para la instalación de revestimiento usando una matriz morfológica.

Resultados: Se logró diseñar y sacar costos del proyecto para poder llevarlo a la realidad con un plan de seguridad bajo todas las normas requeridas.

Conclusiones: Se diseñó el bastidor soporte del aparejo estructural lo cual fue posible por los cálculos analíticos llevando al software para su respectiva simulación también se diseñó la plataforma y el mecanismo de sujeción del revestimiento cóncavo.

Correlación: El diseño de chancadora si bien se saben casi todos tienen el mismo fin sin embargo esta se asemeja en el tipo de chancadora y al sector para que fue diseñada (minería).

## 2.2. Bases teóricas

- **Chancadora de grava**

Su función es como su propio nombre dice es chancar la piedra dando como resultado grava en diferentes tipos de diámetros, estas chancadoras se pueden distinguir por diferentes tipos de componentes por la que están equipadas, las mayormente comunes son las chancadoras de mandíbulas que su funcionamiento es muy eficiente y a bajo costo sin embargo la contaminación que produce la chancadora son los contratiempos que tiene esta máquina [7].

- **Clasificación de las chancadoras**

Para entender como diferenciar los tipos de chancadoras se debe saber con qué material trabajará y se pueden identificar en:

- Chancadora primaria:

Pueden triturar o chancar minerales hasta de 60" dejándolos disminuidos de 8" a 6" Este tipo de chancado son trabajas por las chancadoras de tipo quijada o mandíbula.

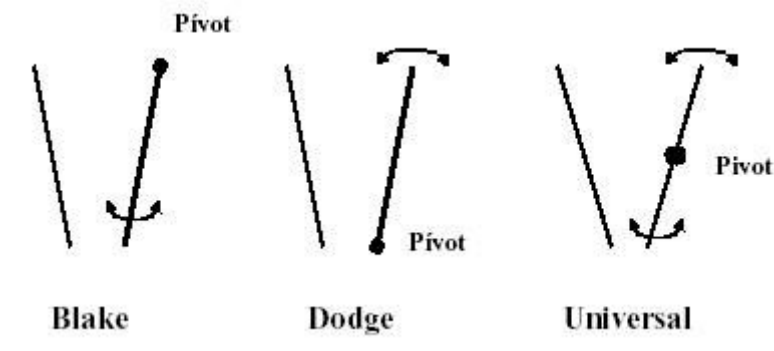


Fig. 1. Tipos de chancadores de mandíbula [7].

- Chancadora secundaria:

Recupera el material de la chancadora primaria y vuelve a reproducir el proceso, pero esta vez dejando el material o mineral disminuido de 3" a 2" este tipo de chancado podemos observar en las chancadoras giratorias o de cono. [7]

- Chancadora terciaria:

Este tipo de chancadora que viene a ser las giratorias y de cono ya sean de tipo symons, cono cabeza larga, cono cabeza corta. Estas chancadoras reducen el mineral en 2/4", 1/2", 3/8" y 1/4". [7]

- **Grava**

Se le da el nombre de grava a las rocas que se pueden obtener por detonaciones o en canteras, esta roca denominada grava se puede dimensionar por diferente tipo de diámetro para lo cual será usada, la grava tiene diferentes tipos de usos como por ejemplo en el recapeo de las pistas para evitar las rupturas de estas, la grava se puede ubicar en canteras o al pie de los ríos. Para el dimensionamiento de grava se usa el proceso de chancado para definir el tipo de diámetro y forma que se quiere lograr obtener [8].



Fig. 2. Grava [8].

- **Maquina**

Los autores Mateo A, Gonzáles A y González D nos definen a la maquina como un conjunto de piezas, engranajes, etc. Que al momento de ser ensambladas o unidas dan como resultado un elemento que ayuda a reducir trabajo humano. [5]

- **Energías renovables**

Son sistemas creados para generar energía y naturalmente se generan sin afectar el ecosistema, estas son energías que impactan de manera positiva al mundo, las energías renovables surgen a consecuencia de la contaminación y la sobre explotación de los recursos que dan energía en la actualidad y contaminan en exceso. La crisis de energía se viene dando en la actualidad debido al despilfarro de los recursos que se usan para obtenerlas, esto se vio impactado en el lado económico que dio paso a explorar otro tipo de energías es por ello que se ve el estudio de las energías renovables. Aunque suelen ser caras a largo plazo es una inversión que se ve prometedor y más aún impacta al mundo de manera positiva debido a que no contamina [5].

- **Energía solar**

La energía solar es una de las energías que se ha ido aprovechando en la actualidad, debió a su gran contribución al mundo ya que es pura y limpia, esta energía se ha ido aprovechando con el pasar del tiempo y ha sido acogida con gran apoyo. En el Perú se ha ido instalando diferentes tipos de centrales termo solares debido a zonas de nuestro país que cumplen los requisitos para la instalación y elaboración de estas estaciones [9].

- **Radiación solar**

El Sol, es uno de los astros más cercanas al globo compuesta principalmente de hidrogeno a una temperatura de 5 500 °C, La energía que libera el sol se recibe en el planeta tierra como radiación solar, radiación la cual es aprovechada por muchos seres vivos del planeta tierra brindando nutrientes a la piel de los humanos y alimentos a muchas plantas. Es por ello que la radiación se ha aprovechado en los últimos tiempos con ayuda de los paneles solares para crear energía eléctrica natural sin afectar el ecosistema que la rodea [5].

- **Horas solar pico**

Nos sirve para poder estimar cuanta radiación está recibiendo cierta zona a la que se le está realizando el estudio (HSP). Se mide en W/m<sup>2</sup>. [11]

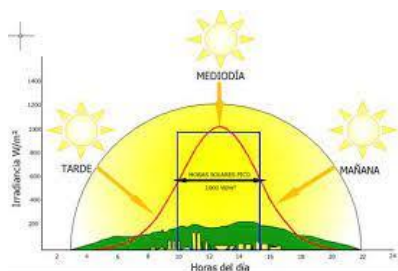


Fig. 3. Horas solar pico. [11]

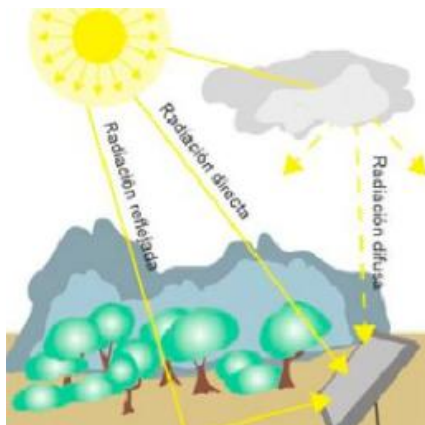


Fig. 4. Componentes de la radiación solar sobre un plano inclinado [10].

- **Sistema fotovoltaico**

Engloba ciertos componentes que al unirlos convierte la luz solar en electricidad. Uno de los componentes más importantes de este sistema son las celdas solares fabricadas de diferentes elementos, pero los más comunes son hechos de silicio, estas celdas generan corriente continua (CC), esta corriente puede ser usada directamente o con otros componentes (inversores) para ser convertida en corriente alterna. [12]

- **Componentes**

- Módulos fotovoltaicos:

Se encarga transformar la energía que se le irradia en energía eléctrica y proporcionar siempre la electricidad necesaria.

La transformación de la energía se lleva a cabo gracias a que se encuentra equipada con un número considerable de celdas solares. [12]



Fig. 5. Panel solar [13].

- Regulador de carga:

El trabajo para el cual se desempeña este elemento es para evitar el deterioro del sistema instalado, esto a medida que se ha ido encontrando diferentes tipos de errores y es por ello el fin de este elemento. [13]



Fig. 6. Regulador de carga [13].

- Batería:

Cumplen la función de almacenar la energía, el almacenamiento dependerá del tipo de baterías que se escoja para el diseño del sistema y los días de autonomía que requiera [12].

- Inversor:

Su función del inversor es de transformar la corriente que llega como continua de los módulos a alterna. Su unidad de medida se da en watts [13].



Fig. 7. Inversor solar. [13]

- **Dimensionamiento del sistema fotovoltaico**

Para un dimensionamiento correcto de un sistema fotovoltaico se debe estimar el consumo, este estudio es clave para el dimensionamiento del sistema ya que sin esta estimación no se obtendrá un sistema autónomo. Luego de realizar el estudio de consumo se realiza el estudio de radiación en horas solar pico (HSP) de la zona en la que se instalara el sistema. El próximo paso que se debe realizar es el dimensionamiento del generador fotovoltaico en este estudio se hará el conteo de cuantos paneles fotovoltaicos requiere el sistema para luego realizar el dimensionamiento del sistema de acumulación en el cual se realizara la selección de tipos de baterías y el número de ellas que se usaran, con estos dimensionamientos como parte final se tendrá que seleccionar el controlador de carga y se seleccionara el inversor.

### 3. DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo de nivel de investigación

El diseño de esta investigación es de tipo aplicada–correlacional, porque parte de una realidad concreta y palpable: la problemática energética de la zona de estudio. No se trata solo de teorizar, sino de mirar de frente una necesidad y tender un puente entre el

conocimiento y la vida cotidiana de las personas. Esta propuesta nace con un propósito claro: buscar soluciones reales que permitan aprovechar la energía solar mediante el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico, de manera que no solo se reduzcan costos, sino que también se genere un impacto positivo en la comunidad. En otras palabras, es un esfuerzo por transformar lo aprendido en beneficios tangibles, acercando la ciencia a la sociedad y demostrando que la tecnología puede ser una aliada para mejorar la calidad de vida.

### **3.1.1. Tipo**

Tipo aplicada-correlacional con utilización del software PVSYST y la base de datos de la NASA.

## **3.2. Población y muestra**

- ✓ Población: Serán las chancadoras existentes.
- ✓ Muestra: La unidad de estudio son las chancadoras de grava surtidas por energía fotovoltaica.

### 3.3. Operación de variables

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES					
Diseño del sistema fotovoltaico para lograr autoabastecer de energía eléctrica una chancadora de 24 tn/día en el distrito de pilpichaca					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
V.INDEPENDIENTE					
DISEÑO DEL SISTEMA FOTOLTAICO PARA REDUCIR COSTOS DE ENERGETICOS EN CAMPO	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 dimensionamiento fotovoltaico y por medio de una selección de factores en una matriz morfológica.	Diseñar un sistema fotovoltaico aprovechando la radiación solar de la zona y el uso de la hora pico solar, para dotar de energía eléctrica a la chancadora, mediante los componentes fotovoltaicos se podrá transformar la energía solar en energía eléctrica, a través una selección de procesos y componentes para analizar las ventajas y desventajas de cada opción.	Análisis económico	Tarifa del proceso de chancado de grava	Soles
				Duración del proceso de chancado de la grava	Tiempo
			Dimensionamiento fotovoltaico	Radiación solar	Watts
				Hora pico solar	Wh/m <sup>2</sup>
	Componentes fotovoltaicos	Unidades			
V.DEPENDIENTE					
			Método	Chancado	Adimensional
CHANCADORA DE GRAVA	Maquinaria de agregados, consumidora de aceite. Su función es el chancado de grava con un mecanismo para entregar la grava en diferentes medidas	Para satisfacer todos los requisitos, como mantener un alto rendimiento en todos sus procesos.	Cantidad a procesar	Peso o carga	TN
				Tiempo	Día

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

Para el desarrollo del trabajo se analizó los datos que nos arrojó la NASA para ver la radiación solar promedio de la zona de Pilpichaca, mientras que para la selección de elementos se trabajó con el software PVSYST.

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

La recopilación de radiación de la zona se analizará la basa de datos de la NASA y para la selección de los componentes se usará el software PVSYST, el cual nos permitirá dimensionar nuestro sistema fotovoltaico.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Máxima demanda y energía eléctrica requerida por la chancadora:

- La Chancadora que se ha usado para este estudio, está diseñada para triturar piedras y minerales obteniendo un tamaño homogéneo del producto. Cuenta con una estructura simple y una confiable condición de trabajo, es destacado por su fácil mantenimiento y su bajo costo de operación. Para evitar sobrecargas en la máquina, el tamaño máximo de la piedra a triturar no sobrepase el 70% de la abertura. [14]

Cuadro 1: Características de la chancadora de grava. [14]

MODELO	PE 150X250 O 6X10
Material de construcción de boca	Acero al manganeso
Tamaño de abertura de alimentación	150X250
Máximo tamaño de material	125
Capacidad de producción(T/H)	1 a 3
Volumen de producción (m <sup>3</sup> /H)	0.6-3
Velocidad del eje excéntrico (rpm)	300
Sistema de transmisión	Fajas y poleas
Tipo de motor	Eléctrico
Potencia (HP)	7.5
Velocidad (RPM)	1800
Tamaño de producción (mm)	10-40/0.4"-1.2"
Peso Aproximado (kg)	810

- Nuestra potencia dada por nuestras características de nuestra chancadora de grava que está en (hp) tenemos que pasarla a (w) con la siguiente conversión:

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

$$P_{elec} = 7.5 \times \left( \frac{746w}{1hp} \right)$$

$$P_{elec} = 5.595w$$

$$P_{elec} = 5,595kw$$

- Para la seguridad se incrementa un 20% al resultado para luego proceder a calcular el consumo requerido de la instalación:

Donde:

$D_{max}$  : Demanda máxima

Factor de seguridad 20%: 1.2

$$\text{Consumo requerido} = 1.2 \times D_{max}$$

$$\text{Consumo requerido} = 1.2 \times 5.595$$

$$\text{Consumo requerido} = 6.714W = 6,714 kW$$

- El cálculo de la máxima demanda viene dado por la ecuación:

$$P_{max} = \sum \text{Cantidad} \times \text{horas} \times P_{equipo} \text{ [Wh/día]}$$

Donde:

$I_{inst\_max}$  : Corriente instantánea máxima de consumo [Ah/día]

$P_{max}$  : Energía máxima [Wh/día]

Cuadro 2: Calculo de máxima demanda de la carga

Descripción	Cantidad	Potencia (W)	Uso diario (h)	Energía (Wh/día)
Motor eléctrico	1	6.714	9	60.426
		Potencia (kW)	Uso diario (h)	energía(kWh/día)
		6,714	9	60,426

- Para determinar el consumo diario de la chancadora también se debe saber que la chancadora está en jornada laboral de 9h y el consumo diario de la chancadora está dada por la siguiente ecuación:

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

$$\text{Consumo diario} = (6,714 \text{ kW}) \left( 9 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \right)$$

$$\text{Consumo diario} = 60,426 \frac{\text{kWh}}{\text{día}} = 60.426 \frac{\text{Wh}}{\text{día}}$$

- Para la determinar el consumo energético del combustible que usara la chancadora se planteó que usara gasolina de tipo “regular” que su precio en el mercado es de s/.20 por galón.

Cuadro 3: Calculo de consumo y precios usado por 26 días

Horas	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado
7-8AM	-	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
8-9AM	-	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
9-10AM	-	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
10-11AM	-	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
11-12AM	-	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
12-13PM	-	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
13-14PM	-	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
14-15PM	-	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
15-16PM	-	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
GASOLINA	LITRO (L)	-	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5
	GALONES(gl)	-	5,94	5,94	5,94	5,94	5,94
	MENSUAL (gl)	154,44					
PRECIO (SOLES)	DIARIO		118,8	118,8	118,8	118,8	118,8
	MENSUAL	3088,8					

Para ello se calculó que se trabajara 9 horas diarias con excusión del domingo, se determinó que por cada hora se usara 2.5 galones este dato se calculó

mediante su ficha técnica. Se sabe que se trabajara 26 días debido a que los domingos serán no laborables.

#### 4.2. Evaluar la irradiación solar del distrito de Pilpichaca:

- El distrito de Pilpichaca que conforma la provincia de Huaytará ubicada en el departamento de Huancavelica, Es donde se realizó el estudio, el cual se analizó un área de 379.49 km<sup>2</sup> con (Lat, Long): 12°.46' ,75°.0'. [15]



Fig. 8. Localización de Pilpichaca en Huancavelica (Perú). [15]

Estación : HUANCAVELICA						
Departamento : HUANCAVELICA		Provincia : HUANCAVELICA		Distrito : ASCENSION		Ir : 2025-07
Latitud : 12°46'17.86" S		Longitud : 75°0'44.52" W		Altitud : 3715 msnm.		
Tipo : Automática - Meteorológica			Codigo : 472722EC			
AÑO / MES / DÍA	HORA	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm/hora)	HUMEDAD (%)	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
2025/07/01	00:00	4.2	0.0	72	285	1.6
2025/07/01	01:00	3.2	0.0	74	264	0.8
2025/07/01	02:00	5.2	0.0	63	275	2.3
2025/07/01	03:00	5.5	0.0	62	285	3.5
2025/07/01	04:00	6.1	0.0	61	288	2.0
2025/07/01	05:00	5.0	0.0	68	289	1.6
2025/07/01	06:00	4.5	0.0	73	299	1.6
2025/07/01	07:00	1.8	0.0	85	14	0.2
2025/07/01	08:00	3.9	0.0	78	306	0.5
2025/07/01	09:00	7.3	0.0	65	48	0.7
2025/07/01	10:00	11.2	0.0	54	55	1.3
2025/07/01	11:00	12.1	0.0	51	70	1.9
2025/07/01	12:00	13.3	0.0	49	104	1.3
2025/07/01	13:00	13.6	0.0	47	60	1.3
2025/07/01	14:00	16.7	0.0	41	99	2.5
2025/07/01	15:00	17.1	0.0	37	104	2.1
2025/07/01	16:00	13.8	0.0	42	81	1.6
2025/07/01	17:00	12.7	0.0	45	30	0.7
2025/07/01	18:00	11.2	0.0	55	330	1.4
2025/07/01	19:00	9.4	0.0	63	272	1.2
2025/07/01	20:00	9.2	0.0	65	350	0.8
2025/07/01	21:00	8.9	0.0	63	318	2.2
2025/07/01	22:00	6.9	0.0	72	353	0.4
2025/07/01	23:00	5.6	0.0	81	241	0.1
2025/07/02	00:00	5.6	0.0	80	293	0.9
2025/07/02	01:00	4.0	0.0	87	282	0.1
2025/07/02	02:00	2.8	0.0	90	50	0.5
2025/07/02	03:00	1.8	0.0	92	261	0.2
2025/07/02	04:00	1.2	0.0	92	315	0.3
2025/07/02	05:00	2.3	0.0	88	190	0.0
2025/07/02	06:00	2.6	0.0	87	266	0.8
2025/07/02	07:00	4.4	0.0	81	291	0.9
2025/07/02	08:00	5.7	0.0	77	85	1.3
2025/07/02	09:00	8.9	0.0	64	17	0.8
2025/07/02	10:00	11.2	0.0	59	57	2.0
2025/07/02	11:00	12.1	0.0	51	96	2.1
2025/07/02	12:00	12.9	0.0	49	90	3.1
2025/07/02	13:00	13.4	0.0	47	116	1.2
2025/07/02	14:00	13.9	0.0	47	102	2.0
2025/07/02	15:00	13.6	0.0	45	94	2.0
2025/07/02	16:00	10.7	0.1	69	52	2.5
2025/07/02	17:00	10.6	0.0	66	24	0.3
2025/07/02	18:00	10.7	0.0	59	91	3.1
2025/07/02	19:00	8.5	0.0	60	311	1.2
2025/07/02	20:00	6.2	0.0	68	299	0.7
2025/07/02	21:00	4.2	0.0	74	257	1.4
2025/07/02	22:00	3.9	0.0	74	295	1.2
2025/07/02	23:00	2.4	0.0	80	285	0.4

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Fig. 9. Estación meteorológica de Huancavelica, con punto de referencia en Pilpichaca (Perú).

Fuente: SINAMHI.

- Se ubico en el programa Data Power Access Viewer el distrito de Pilpichaca para extraer los datos de irradiación directa desde el año 2001 hasta el 2022:

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DEC	PROMEDIO
2001	2,07	2,62	2,2	4,46	5,86	5,63	6,8	7,06	4,42	5,3	4,48	5,21	4,83
2002	4,54	2,09	2,81	3,59	5,35	6,42	5,39	5,96	4,63	4,28	3,92	3,92	4,43
2003	3,44	2,58	2,11	4,79	6,2	8,11	7,49	6,47	6,13	6,51	6,54	3,49	5,33
2004	4,63	3,21	3,13	5,19	8,4	6,91	6,75	5,76	4,53	5,3	6,07	3,48	5,29
2005	4,54	3,55	3,06	5,32	7,94	9,1	8,24	7,11	5,74	5,26	6,05	3,05	5,75
2006	3,41	3,11	2,79	4,48	9,11	7,79	8,56	6,41	6,44	5,94	3,94	4,62	5,57
2007	4,1	3,94	2,59	3,71	6,56	8,35	7,21	7,18	3,81	4,69	5,72	4,25	5,18
2008	2,31	3,28	3,86	5,65	8,07	7,39	8,38	7,61	6,59	4,99	5,48	4,79	5,75
2009	3,08	2,62	3,27	4,88	6,51	8,78	7,38	8,1	6,35	5,96	4,46	4,29	5,49
2010	3,24	3,03	3,33	5,17	6,82	7,67	9,2	7,31	5,81	5,52	6,06	3,02	5,53
2011	3,19	0,37	3,12	3,92	6,78	7,6	7,55	7,48	5,63	5,96	5,81	3,39	5,25
2012	4,38	2,57	3,38	3,86	6,92	7,64	7,91	7,99	5,53	5,72	5,46	2,55	5,34
2013	3,57	2,74	3,26	7,28	5,81	5,77	6,34	6,86	6,83	4,87	6,35	3,49	5,27
2014	3,68	3,35	3,62	4,35	6,95	7,84	6,67	6,86	5,05	4,78	6,28	4,07	5,3
2015	3,58	3,37	3,15	3,39	5,85	7,67	8,54	7,39	6,59	5,97	5,89	4,46	5,52
2016	5,8	3,2	4,39	5,6	7,85	8	8,57	7,02	6,71	5,73	7,82	4,19	6,25
2017	2,49	3,04	2,62	4,9	5,11	7,5	8,37	8,33	5,27	5,87	5,2	4,2	5,26
2018	3,23	3,42	3,03	4,22	7,52	5,97	5,95	5,7	7,2	4,04	5,76	5,06	5,1
2019	3,59	2,72	3,09	4,4	6,81	7,7	7,73	7,74	4,71	6,01	4,01	3,84	5,21
2020	3,63	2,79	3,2	5,69	6,53	7,66	8,39	7,3	5,18	5,24	6,69	3,57	5,5
2021	3,01	4,36	2,84	5,29	6,39	6,96	7,82	7,05	5,15	5,48	4,67	4,41	5,29
2022	3,52	3,09	3,09	5,89	7	7,54	7,66	7,14	8,04	7,83	6,5	4,48	5,99

Fig. 10. Parámetros de irradiación directa en Pilpichaca (Perú).  
Fuente: NASA.

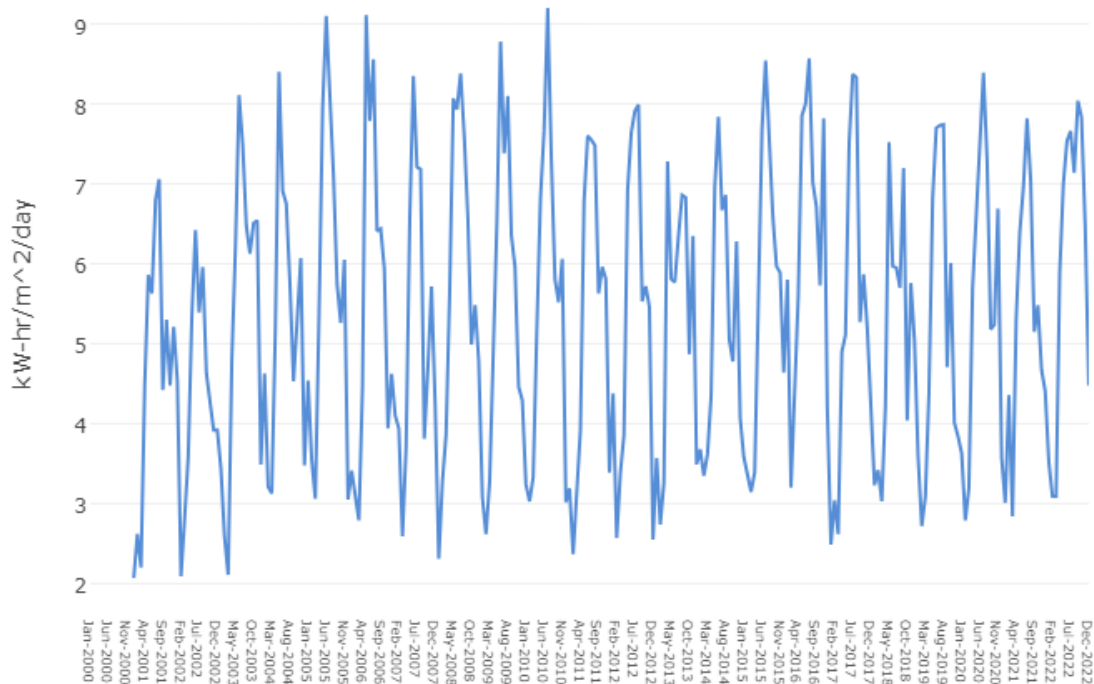


Fig. 11. irradiación normal directa de Pilpichaca (Perú).  
Fuente: NASA.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DEC	PROMEDIO
2000	5,74	5,76	5,3	5,16	5,1	5,28	5,17	5,37	6,23	6,21	7,74	6,24	5,77
2001	5	5,26	4,86	5,45	5,39	4,92	5,41	5,9	5,48	6,3	6,28	6,52	5,57
2002	6,33	4,85	5,17	5,2	5,26	5,18	4,95	5,66	5,55	5,85	5,87	5,83	5,48
2003	5,75	5,21	4,73	5,45	5,39	5,63	5,55	5,67	6,08	6,68	6,96	5,72	5,74
2004	6,32	5,34	5,33	5,66	6,1	5,28	5,27	5,32	5,52	6,25	6,84	5,53	5,73
2005	6,11	5,6	5	5,68	5,97	5,95	5,88	6,1	6,05	6,25	6,77	5,32	5,89
2006	5,61	5,31	5,01	5,34	6,28	5,51	5,91	5,75	6,33	6,47	5,83	6,21	5,8
2007	6	5,89	4,83	4,94	5,56	5,68	5,49	6,05	5,12	6,13	6,59	6,1	5,7
2008	4,95	5,32	5,6	5,88	5,93	5,51	5,87	6,24	6,39	5,97	6,6	6,28	5,88
2009	5,38	5,14	5,32	5,47	5,55	5,85	5,46	6,31	6,21	6,37	5,89	5,98	5,75
2010	5,45	5,34	5,27	5,61	5,59	5,5	6,14	6,19	6,1	6,38	6,96	5,34	5,83
2011	5,63	4,84	5,16	5,11	5,53	5,49	5,59	6,17	5,96	6,69	6,7	5,57	5,71
2012	6,05	4,99	5,5	5,01	5,67	5,43	5,71	6,29	5,88	6,52	6,67	5,03	5,73
2013	5,59	5,12	5,33	6,32	5,25	4,76	5,12	5,88	6,46	6,1	7,03	5,57	5,71
2014	5,79	5,66	5,4	5,2	5,66	5,55	5,24	5,79	5,71	5,95	6,94	5,86	5,73
2015	5,54	5,37	5,04	4,8	5,31	5,44	5,88	6,02	6,28	6,38	6,68	5,89	5,72
2016	6,69	5,34	5,8	5,65	5,87	5,61	5,89	5,87	6,48	6,32	7,33	5,92	6,07
2017	5,19	5,22	4,87	5,58	4,99	5,44	5,78	6,42	5,75	6,43	6,51	5,93	5,68
2018	5,31	5,36	4,93	5,12	5,82	4,95	4,96	5,59	6,79	5,54	6,73	6,4	5,62
2019	5,58	4,81	5,09	5,28	5,63	5,52	5,64	6,27	5,55	6,51	5,68	5,57	5,6
2020	5,47	4,89	4,95	5,79	5,42	5,51	5,96	6,25	5,74	5,98	7,23	5,32	5,71
2021	5,07	5,88	4,91	5,57	5,38	5,31	5,69	6,09	5,75	6,28	6,01	6,02	5,66
2022	5,5	5,13	5,09	5,92	5,74	5,47	5,7	6,07	7,04	7,43	6,96	5,9	6

Fig. 12. Datos de irradiación de Pilpichaca promedio del 2000 al 2021 (Perú).  
Fuente: NASA.

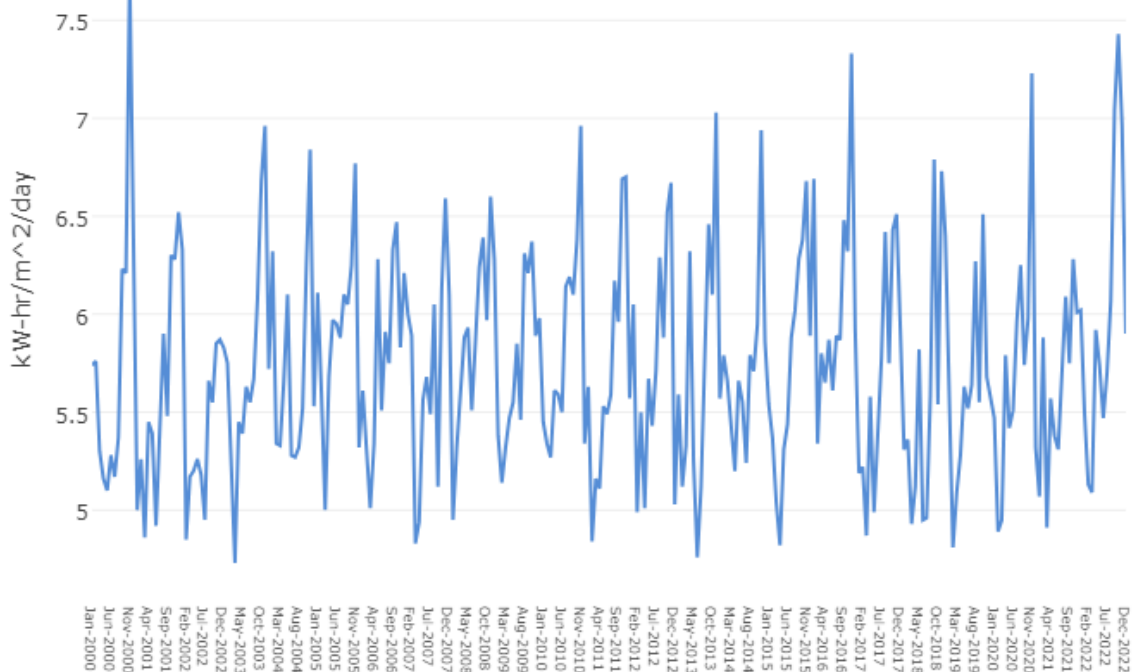


Fig. 13. Irradiación de toda la superficie del cielo del 2000 al 2021 (Perú).  
Fuente: NASA.

- Para el cálculo del se escoge los datos de irradiación que nos arrojó el programa de la NASA (POWER data acceso viewer) el cual analizamos en la zona de Pilpichaca.

Cuadro 4: Cálculo de promedio de irradiación de la zona de Pilpichaca.

Meses	Irradiación solar (kw/m2)	Promedio de irradiación (kw/m2)
Enero	6.69-4.95	5.65
Febrero	5.89-4.14	5.28
Marzo	5.33-4.73	5.15
Abril	4.8-5.88	5.44
Mayo	4.99-6.28	5.58
Junio	4.76-5.95	5.42
Julio	4.95-6.14	5.57
Agosto	5.32-6.29	5.96
Septiembre	5.12-7.04	6.01
Octubre	5.54-7.43	6.3
Noviembre	5.68-7.74	6.64
Diciembre	5.03-6.21	5.82

- Con el promedio de los datos se procederá a diseñar el sistema fotovoltaico poniéndonos en el peor de los casos usando 3.5 Kw/m2/día. Este dato nos dará las HPS (horas pico solar) usando la siguiente ecuación:

$$HPS_{\beta} = \frac{R_{\beta}}{I_{\beta}} \text{ [[h]]}$$

Donde:

$R_{\beta}$ : Irradiación solar [kWh/m2]

$I_{\beta}$ : Irradiancia hipotética [1 kW/m2]

$HPS_{\beta}$ : Horas de pico solar [h]

$$HPS_{\beta} = \frac{3.5kWh/m^2}{1kWm^2} \text{ [[h]]}$$

$$HPS_{\beta} = 3.5$$

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

- Para el almacenamiento se escogió mediante catalogo del software PVsyst las baterías HinaESS con tecnología Litio-ion de 563V, estas baterías fueron escogidas debido a su capacidad de almacenamiento y su alta eficiencia que cuenta según su ficha técnica, también una de las razones por las cuales fueron escogidas es por su rendimiento a las condiciones en las cuales serán puestas a trabajar debido a que la zona de Pilpichaca es una zona de frio y estas baterías pueden soportar hasta -20°C y debido a su tecnología de litio permite una mayor profundidad de descarga evitando dañar las baterías:

ITEM	CANTIDAD
FABRICANTE	HinaESS
MODELO	Power Stack 40 kWh
POTENCIA MAXIMA (P <sub>MAX</sub> )	40kWh
TENSION MAXIMA (V <sub>MAX</sub> )	563V
CAPACIDAD	72Ah
INDICE DE PROTECCION	IP 65
EFICIENCIA	96,00%
DIMENSIONES	736×382×1525 mm
INDICE DE PROTECCION	IP 68
DISPONIBLE EN EL MERCADO AÑO	2025
PESO	380 kg
RANGO DE TEMPERATURA	De -20°C a 70°C

Cuadro 5. Ficha técnica de almacenamiento.

Fuente: HinaESS. [16]

- Para determinar los días de autonomía de las baterías se proyectó un rango de 2 días de autonomía, es decir que las baterías deberán almacenar energía suficiente para lograr autoabastecer la chancadora, para ello se empleó la siguiente formula:

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

Donde:

- ✓ Q = Cantidad de energía en Ah
- ✓ D = Días de autonomía del sistema = 2 días
- ✓ Consumo diario =  $60.426 \frac{Wh}{día}$
- ✓ PD<sub>max</sub> = Máxima profundidad de descarga de las baterías, litio es 80% y plomo es 50%
- ✓ V = Voltaje del sistema = 563 V

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

$$Q = \frac{(60.426 \frac{Wh}{día})(2 \text{ días})}{(563 V)(0.8)}$$

$$Q = 268,3215 Ah$$

- Para el número de baterías en la combinación de paralelo se usará la siguiente formula donde:  
#bat: Numero de baterías  
Q: Cantidad de energía en Ah

$C_{bat}$ : Capacidad de batería

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

$$\#bat(paralelo) = \frac{268,3215 Ah}{72 Ah}$$

$$\#bat(paralelo) = 4 \text{ und}$$

- Con este resultado se puede deducir que la suma de la capacidad de las 4 baterías es de 288 Ah el cual cumple con la cantidad requerida del sistema. Sabiendo esto se procede a hallar el total de baterías que se usara en el sistema con la siguiente formula donde:

$V_s$ : Voltaje del sistema

$V_{bat}$ : Voltaje de baterías

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

$$\#bat(total) = (4 \text{ und}) \left( \frac{563 V}{563 V} \right)$$

$$\#bat(total) = 4 \text{ und}$$

- Para el diseño del módulo fotovoltaico se escogió mediante el catálogo del programa PVsyst el cual se elegio el módulo Aleo solar que cuenta con tecnología si-mono.

ITEM	CANTIDAD
FABRICANTE	Aleo solar
MODELO	Aleo LEO/410
POTENCIA MAXIMA (P <sub>MAX</sub> )	410Wp
TENSION MAXIMA (V <sub>MAX</sub> )	37.54
CORRIENTE EN EL PUNTO MAXIMO DE POTENCIA(I <sub>MAX</sub> )	13.630A
INDICE DE PROTECCION	IP 65
EFICIENCIA	22,92%
DIMENSIONES	1754x1144 mm
INDICE DE PROTECCION	IP 68
DISPONIBLE EN EL MERCADO AÑO	2022
PESO	22 kg
ESPELOR	40mm
RANGO DE TEMPERATURA	De -40°C hasta 80°C

Cuadro 6. Ficha técnica de modulo fotovoltaico.

Fuente: Aleo solar. [17]

- Para calcular la generación fotovoltaica requerida se debe usar la siguiente ecuación donde:

$G_{fot}$ : Generación fotovoltaica.

$HSP$ : Horas solar pico.

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

$$G_{fot} = \frac{60,426 \frac{kWh}{\text{día}}}{3,5}$$

$$G_{fot} = 17,2645 \frac{kWh}{\text{día}} = 17.264,5 \frac{Wh}{\text{día}}$$

- Para el cálculo de numero de módulos fotovoltaicos se usará la siguiente formula donde:

$G_{fot}$ : Generación fotovoltaica.

$P_{max}$ : Potencia máxima.

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

$$\#Paneles = \frac{17.264,5 \frac{Wh}{\text{día}}}{410 W}$$

$$\#Paneles = 42,1087 \text{ und} = 43 \text{ paneles}$$

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

- ✓  $V_{bat}$  = Voltaje de las baterías = 563 V
- ✓  $V_{panel}$  = Voltaje del panel solar = 37.54 V

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

$$\#serie = \frac{563 V}{37.54 V}$$

$$\#serie = 14,99 = 15$$

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

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

$$\#paralelo = \frac{43}{15}$$

$$\#paralelo = 2,86 = 3$$

- El total de paneles del sistema sería 15 en serie y 3 en paralelo haciendo un total de 45 módulos.
- Para el controlador se escoge también por catálogo o por defecto en el programa PVsyst el cual fue un controlador SANDI MC/SMC 850V-60A la cual cuenta con una tecnología MPPT el cual ajusta la tensión y corriente del panel solar, este controlador cuenta con las siguientes características:

ITEM	CANTIDAD
FABRICANTE	SANDI
MODELO	SANDI MC/SMC 850V-60A
POTENCIA MAXIMA DE ENTRADA SOLAR	24kW
CORRIENTE NOMINAL DE CARGA	60A
PESO	27kg
DIMENSIONES	494X384X220mm

Cuadro 7. Características del controlador.

Fuente: SANDI. [18]

- Con la ficha técnica de nuestro controlador se calcula la potencia pico de los paneles solares para poder calcular cuantos controladores se deberán usar en el sistema sabiendo la potencia de nuestro controlador es de 24kW.

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

$$P_{pico} = (45 \text{ und})(410 \text{ W})$$

$$P_{pico} = 18.450 \text{ W} = 18,45 \text{ kW}$$

- La potencia pico de los paneles solar es de 18.45kW siendo menor al de nuestro controlador por ende 1 controlador cumplirá con el trabajo requerido sin ningún inconveniente.



Fig. 14. Controlador de carga SANDI MC 850V - 60A.  
Fuente: SANDI. [19]

- 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 **5,595kW**, se procede a seleccionar el inversor de voltaje del sistema de alimentación fotovoltaica con la potencia del inversor ( $P_{inv}$ ):

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

$$P_{inv} \geq 5,595kW$$

- Para cubrir la demanda máxima con un solo inversor es suficiente debido a las especificaciones técnicas del inversor seleccionado.



Fig. 15. Inversor de voltaje VOLTRONIC AXPERT KING 6KW  
Fuente: VOLTRONIC. [20]

- Para el cálculo del cableado de nuestro sistema tenemos que efectuar diferentes procesos, el primer paso tenemos que calcular la potencia total del sistema que se hallara con la siguiente formula:

$$P_{total} = \#Paneles \times P_{panel}$$

Donde:

$P_{total}$ : Potencia total.

$\#Paneles$ : Numero de paneles.

$P_{panel}$ : Potencia de panel.

$$P_{total} = \#Paneles \times P_{panel}$$

$$P_{total} = 45 \times 410W$$

$$P_{total} = 18,450W$$

Luego se debe de calcular el voltaje total del sistema para ello se debe verificar cuantos paneles están en serie y se determinó que tenemos 15 paneles en serie y cada panel cuenta con un voltaje de 31.53V entonces se determina por la siguiente formula:

$$V_{total} = \#Paneles \text{ en serie} \times V_{panel}$$

Donde:

$V_{total}$ : Voltaje total.

$\#Paneles$ : Numero de paneles.

$V_{panel}$ : Voltaje de panel.

$$V_{total} = 15 \times 31.53V = 473V$$

Para finalmente determinar la corriente total del sistema el cual se determina con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{V}$$

Donde:

P: Potencia total.

V: voltaje total

$$I = \frac{18,450W}{473V}$$

$$I = 38.96A$$

Entonces la corriente total del sistema seria 38.96 A.

Para hallar la caída de tensión permitida en un rango entre 3% y el 6% determinando una distancia de 15 metros también se determinó que se usará cable de 10mm<sup>2</sup> el cual cuenta con una resistencia de 0.00328 se usará la siguiente formula:

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

Donde:

I: Corriente en amperios.

L: Distancia en metros.

R: Resistencia por kilómetro del conductor.

2: La corriente va de ida y vuelta.

$$V_{caida} = \frac{2 \times 38.96A \times 15m \times 0.00328}{1000}$$

$$V_{caida} = 3.83V$$

- El cable de 10mm<sup>2</sup> cumple con los requisitos de caída de tensión para la distancia establecida y la corriente por ende a selección de catalogo se escogió el cable solarflex :



Fig. 16. Cable solarflex PV 10 mm<sup>2</sup>  
Fuente: HELUKABEL. [21]

- Se señala la orientación que se le dará a los módulos:

Orientation #1 - Fijo, Incl. 20.0°, Azim. 0.0° Estatus: OK

Tipo de campo: Plano inclinado fijo

Nombre: Fijo, Incl. 20.0°, Azim. 0.0°

Área del módulo:  
Sistema: 127 m<sup>2</sup> 49 módulos  
Escena 3D: 0 m<sup>2</sup> 0 módulos

Parámetros del campo:  
Inclinación del plano: 20.0  
Azimut: 0.0  
Ángulo de inclinación base: 0.0

Inclinación 20.0°

Azimut 0°

Fig. 17. orientación de módulos fotovoltaicos.  
Fuente: SOFTWARE PVSYST.

- Se digito la potencia del motor de la chancadora:

**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	24.0		0 Wh	
0	Lavaplatos y lavadora	0.0 W prom	2.0 h/día		0 Wh	
1	<b>Motor electrico</b>	<b>8000 W/apar.</b>	9.0 h/día	OK	72000 Wh	
0	Otros usos	0 W/apar.	0.0 h/día		0 Wh	
Consumidores en espera		1 W tot	24 h/día	<input type="checkbox"/> 7 días/7	24 Wh	
<b>Info aparatos</b>					<b>Energía diaria total</b>	<b>72024 Wh/día</b>
					<b>Energía mensual</b>	<b>1852.0 kWh/mes</b>

Fig. 18. Potencia del motor.  
Fuente: SOFTWARE PVSYST.

- En el software añadimos los horarios estimados:

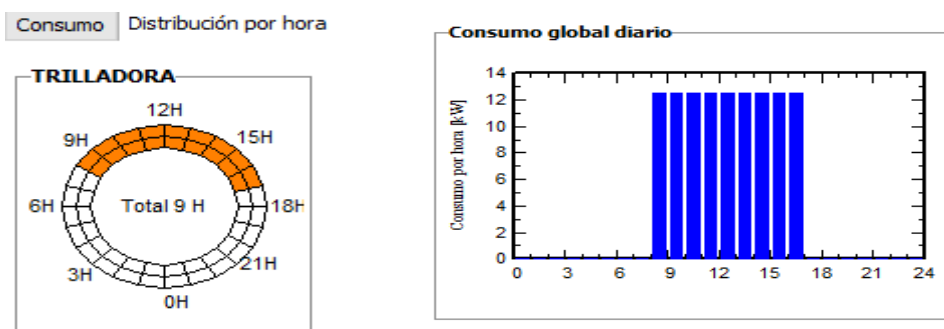


Fig. 19. Horas de trabajo de las dos máquinas trilladoras.  
Fuente: SOFTWARE PVSYSY.

- Seleccionamos los módulos fotovoltaicos el cual se escogió Aleo Solar / 410:

Necesidades diarias prom. Ingrese PLOL aceptado  %  
 61.7 kWh/día Autonomía solicitada  día(s)  
 Pre-dimens. detallado

Voltaje de batería  V  
 Capacidad sugerida 301 Ah  
 Potencia FV sugerida 12.6 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:  
 Todos los módulos | Ordenar módulos:  Potencia  Tecnología  
 | 410 Wp 27V Si-mono | Aleo LEO / 410 | Desde 2022 |

Dimensiona. voltaje: Vmp (60°C) 27.7 V  
 Voc (-10°C) 41.0 V

Fig. 20. Paneles solares del sistema.  
Fuente: SOFTWARE PVSYSY.

- Seleccionamos las baterías del sistema que son HinaESS power stack 40kWh:

Necesidades diarias prom. Ingrese PLOL aceptado  %  
 61.7 kWh/día Autonomía solicitada  día(s)  
 Pre-dimens. detallado

Voltaje de batería  V  
 Capacidad sugerida 301 Ah  
 Potencia FV sugerida 12.6 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

| 563 V 72 Ah Li LFP Power Stack 40 kWh Desde 2025 |

La batería seleccionada es una estante

<input type="text" value="1"/>	<input checked="" type="checkbox"/> estantes en serie	Número de estantes	<b>4</b>	Voltaje paquete de baterías	<b>563 V</b>
<input type="text" value="4"/>	<input checked="" type="checkbox"/> estantes en paralelo	Número de elementos	<b>704</b>	Capacidad global (C10)	<b>288 Ah</b>
<input type="text" value="100.0"/>	% Estado inicial de desgaste (núm. de ciclos)			Energía almacenada (80% DOD)	<b>146 kWh</b>
<input type="text" value="100.0"/>	% Estado inicial de desgaste (estático)			Peso total	<b>1520 kg</b>
				Núm. de ciclos a 80% DOD	<b>6000</b>
				Energía total almacenada durante la vida útil de la batería	<b>789 MWh</b>

Fig. 21. Baterías del sistema.  
Fuente: SOFTWARE PVSYSY.

- Seleccionamos el controlador de carga del sistema:

**Seleccione el modo de control y el controlador**

Controlador universal        Convertidor de potencia MPPT

**Modo operativo**

Acoplamiento directo

Convertidor MPPT

Convertidor CC-CC

Corriente máx. de carga-descarga

MPPT 1000 W    563 V    36 A    14 A    Universal controller with MPPT conve

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

Fig. 22. Controlador de carga MPPT del sistema.  
Fuente: SOFTWARE PVSYSY.

- Simulamos el sistema de alimentación fotovoltaica:

Parámetros generales		
<b>Sistema independiente</b>	<b>Sistema independiente con baterías</b>	
<b>Orientación #1</b>	<b>Modelos usados</b>	<b>Necesidades del usuario</b>
<b>Plano fijo</b>	Transposición                      Perez	Consumidores domésticos diarios
Inclinación/Azimet                      20 / 0 °	Difuso                      Perez, Meteororm	Constante durante el año
	Circunsolar                      separado	Promedio                      62 kWh/Día

Fig. 23. Parámetros generales.  
Fuente: SOFTWARE PVSYSY

Características del generador FV	
<b>Módulo PV</b>	<b>Controlador</b>
Fabricante                      Generic	Controlador universal
Modelo                      Aleo LEO / 410	Tecnología                      Convertidor MPPT
(Base de datos Pvsyst original)	Coef. temp.                      -5.0 mV/°C/Elem.
Unidad Nom. Potencia                      410 Wp	<b>Convertidor</b>
Número de módulos FV                      45 unidades	Eficiencias máxi y EURO                      97.0 / 95.0 %
Nominal (STC)                      18.45 kWp	<b>Control de gestión de la batería</b>
Módulos                      3 cadena x 15 En serie	Comandos de umbral como                      Cálculo SOC
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>	Cargando                      SOC = 0.96 / 0.80
Pmpp                      16.87 kWp	Descarga                      SOC = 0.10 / 0.35
U mpp                      432 V	
I mpp                      39 A	
<b>Batería</b>	
Fabricante                      Generic	
Modelo                      Power Stack 40 kWh	
Tecnología                      Lithium-ion, LFP	
Núm. de unidades                      4 en paralelo	
Descarga mín. SOC                      10.0 %	
Energía almacenada                      146.0 kWh	
<b>Características del paquete de baterías</b>	
Voltaje                      563 V	
Capacidad nominal                      288 Ah (C10)	
Temperatura                      Temperatura ambiente exterior	
<b>Potencia FV total</b>	
Nominal (STC)                      18 kWp	
Total                      45 módulos	
Área del módulo                      90.2 m <sup>2</sup>	
Área celular                      80.5 m <sup>2</sup>	

Fig. 24. Características del conjunto FV.  
Fuente: SOFTWARE PVSYSY.

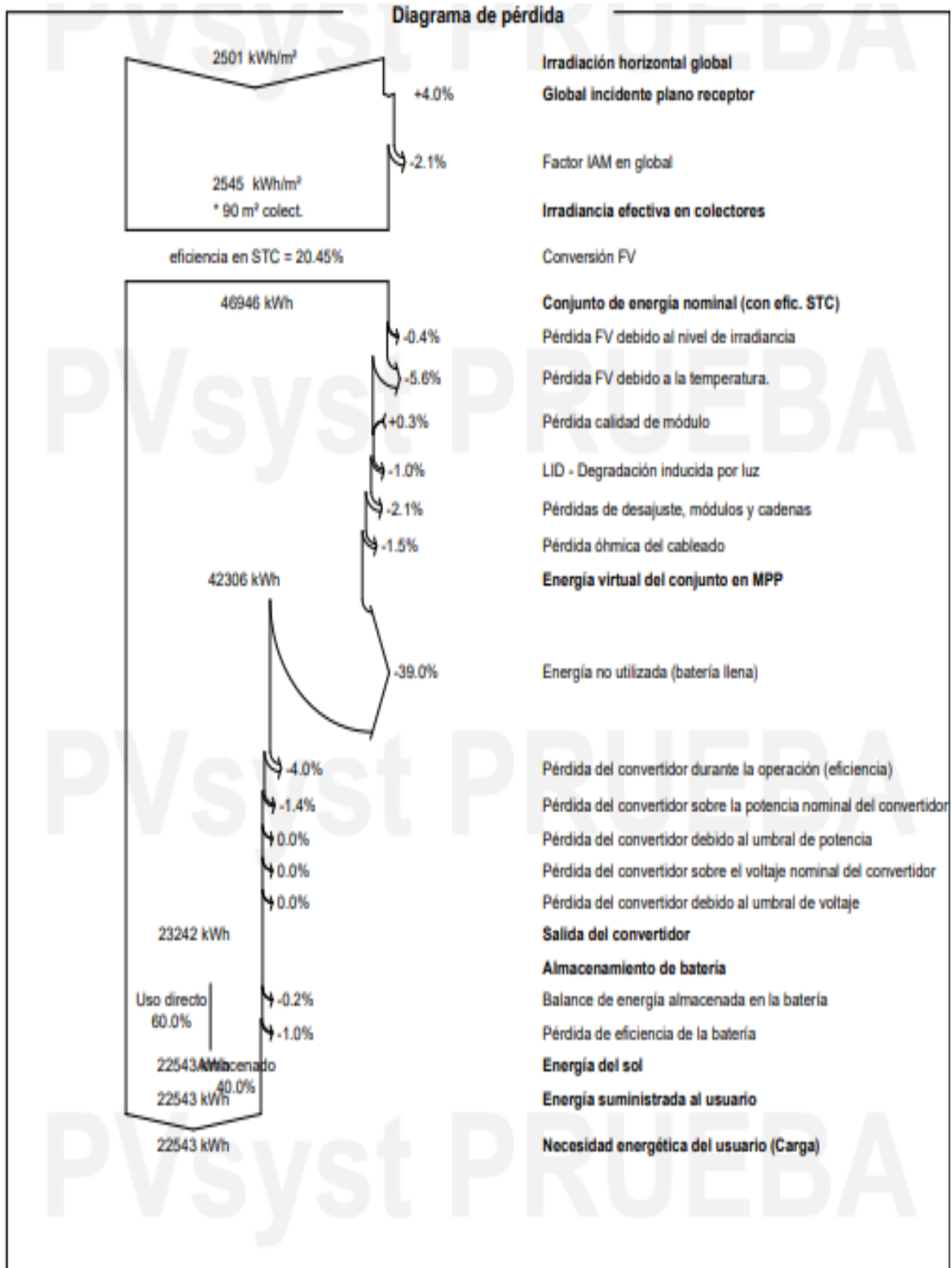


Fig. 25. Diagrama de pérdida.  
Fuente: Elaboración propia.

- Planos del sistema:

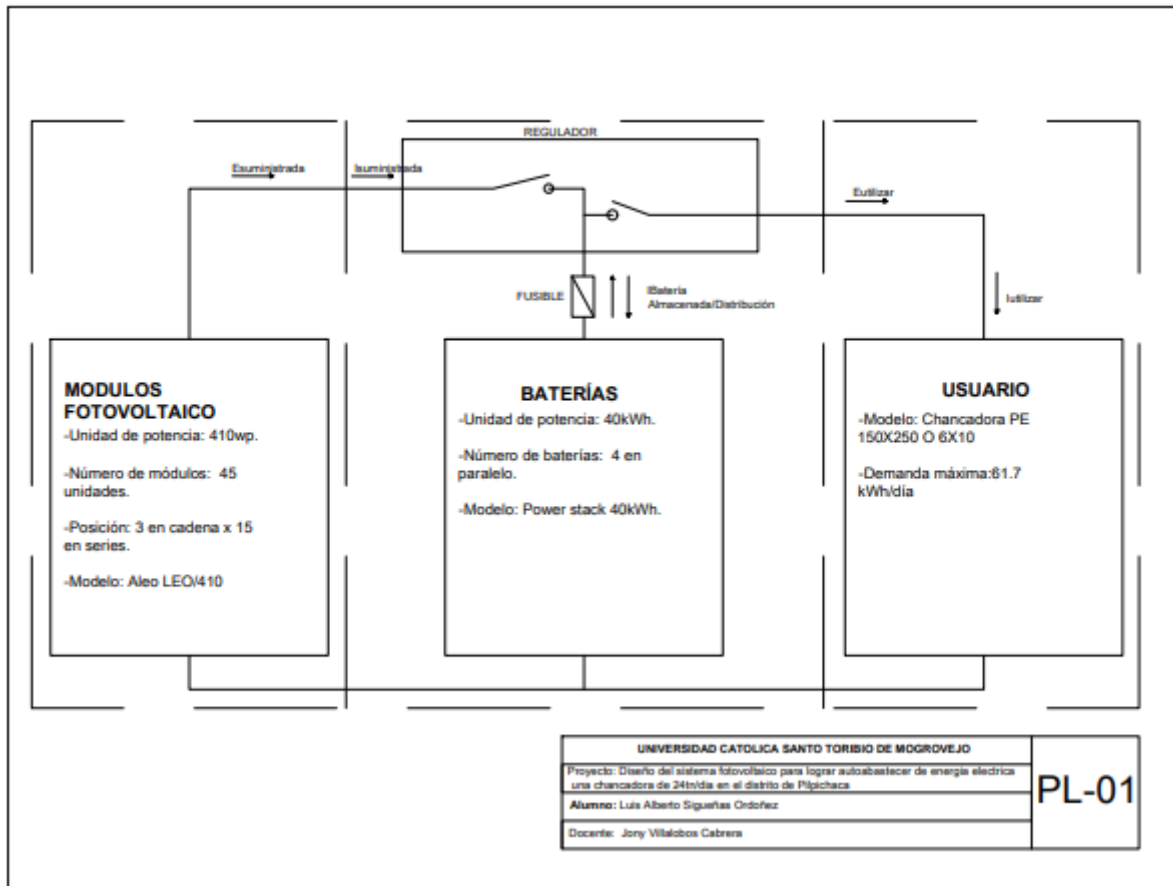


Fig. 26. Plano del sistema autónomo del sistema de alimentación fotovoltaica.  
Fuente: Elaboración propia.

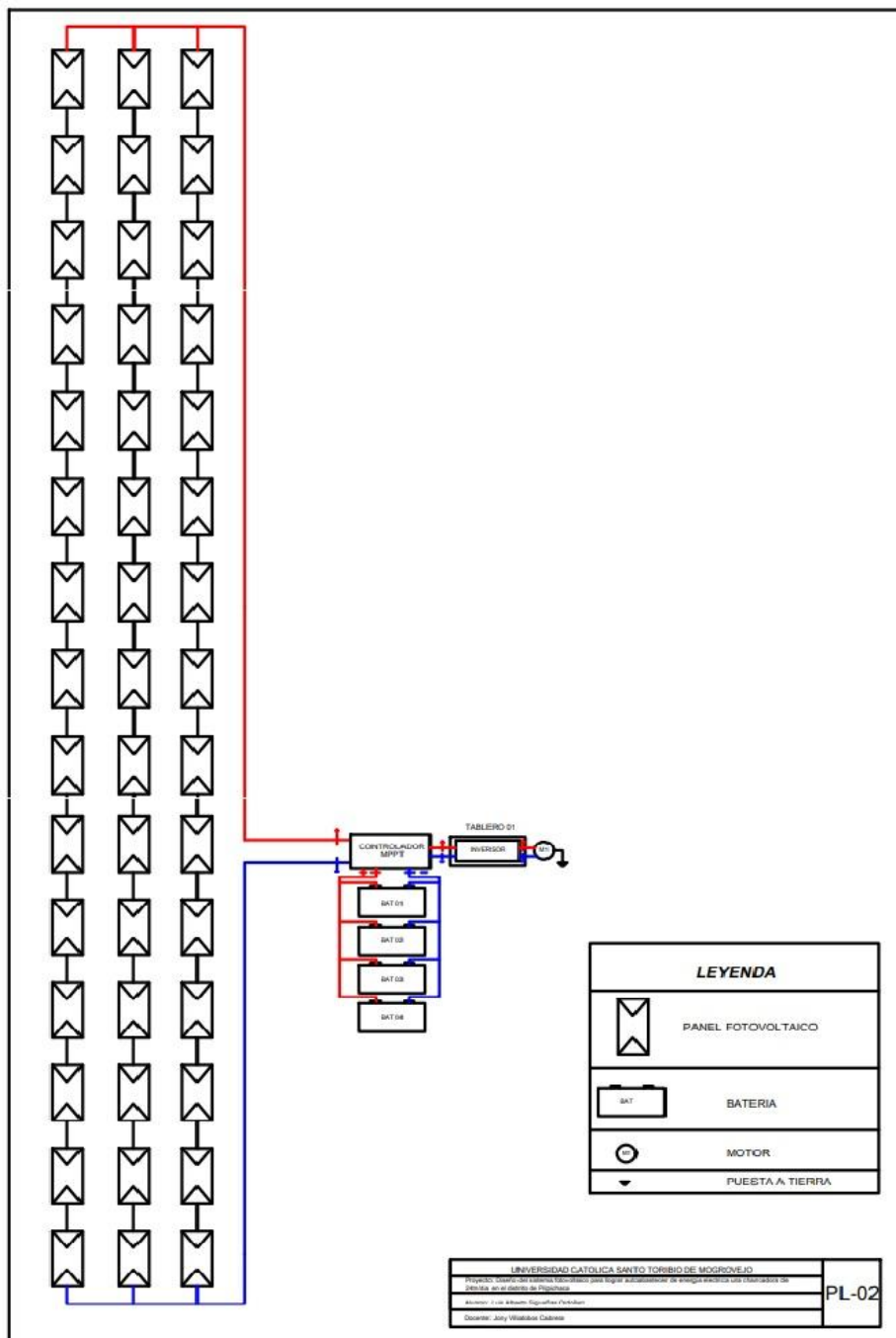


Fig. 27. Plano del croquis del sistema de alimentación fotovoltaica.  
 Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4. Realizar un análisis económico:

- Consumo de motor a combustible vs eléctrico.

<b>CONSUMO ENERGETICO EN AGOSTO</b>			
<b>MOTOR A COMBUSTION</b>	<b>GALONES (gl)</b>		154.54
	<b>PRECIO (S/.)</b>		S/ 3,090.81
<b>MOTOR ELECTRICO</b>	<b>ELECTRICIDAD (KW)</b>	<b>NORMAL</b>	1309.23
		<b>FACTOR DE SEGURIDAD</b>	1571.076
	<b>PRECIO (S/.)</b>	<b>NORMAL</b>	S/ 1,008.11
		<b>FACTOR DE SEGURIDAD</b>	S/ 1,209.73
<b>DIFERENCIA</b>	<b>NORMAL</b>		S/ 2,082.71
	<b>FACTOR DE SEGURIDAD</b>		S/ 1,881.08

Cuadro 8. Consumo energético combustión vs eléctrico mes de agosto.

Fuente: Propia

<b>CONSUMO ENERGETICO EN SEPTIEMBRE</b>			
<b>MOTOR A COMBUSTION</b>	<b>GALONES (gl)</b>		154.65
	<b>PRECIO (S/.)</b>		S/ 3,092.93
<b>MOTOR ELECTRICO</b>	<b>ELECTRICIDAD (KW)</b>	<b>NORMAL</b>	1309.23
		<b>FACTOR DE SEGURIDAD</b>	1571.076
	<b>PRECIO (S/.)</b>	<b>NORMAL</b>	S/ 1,008.11
		<b>FACTOR DE SEGURIDAD</b>	S/ 1,209.73
<b>DIFERENCIA</b>	<b>NORMAL</b>		S/ 2,084.82
	<b>FACTOR DE SEGURIDAD</b>		S/ 1,883.20

Cuadro 9. Consumo energético combustión vs eléctrico mes de septiembre.

Fuente: Propia

<b>CONSUMO ENERGETICO EN OCTUBRE</b>			
<b>MOTOR A COMBUSTION</b>	<b>GALONES (gl)</b>	154.54	
	<b>PRECIO (S/.)</b>	S/ 3,090.81	
<b>MOTOR ELECTRICO</b>	<b>ELECTRICIDAD (KW)</b>	<b>NORMAL</b>	1309.23
		<b>FACTOR DE SEGURIDAD</b>	1571.076
	<b>PRECIO (S/.)</b>	<b>NORMAL</b>	S/ 1,008.11
		<b>FACTOR DE SEGURIDAD</b>	S/ 1,209.73
<b>DIFERENCIA</b>	<b>NORMAL</b>	S/ 2,082.71	
	<b>FACTOR DE SEGURIDAD</b>	S/ 1,881.08	

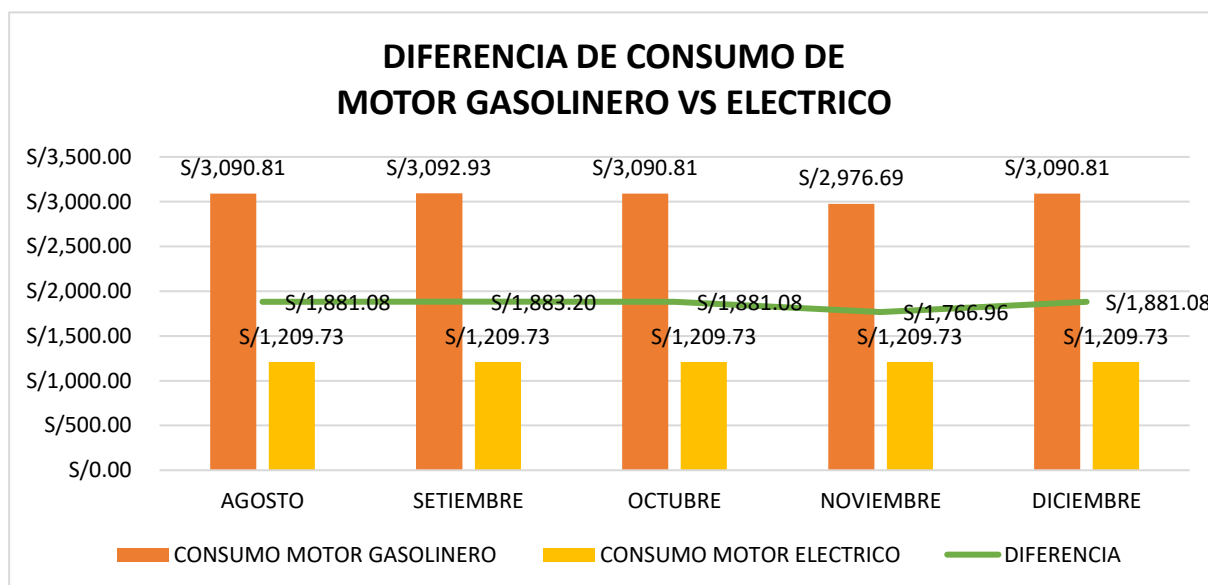
Cuadro 10. Consumo energético combustión vs eléctrico mes de octubre.  
Fuente: Propia

<b>CONSUMO ENERGETICO EN NOVIEMBRE</b>			
<b>MOTOR A COMBUSTION</b>	<b>GALONES (gl)</b>	148.83	
	<b>PRECIO (S/.)</b>	S/ 2,976.69	
<b>MOTOR ELECTRICO</b>	<b>ELECTRICIDAD (KW)</b>	<b>NORMAL</b>	1309.23
		<b>FACTOR DE SEGURIDAD</b>	1571.076
	<b>PRECIO (S/.)</b>	<b>NORMAL</b>	S/ 969.33
		<b>FACTOR DE SEGURIDAD</b>	S/ 1,163.20
<b>DIFERENCIA</b>	<b>NORMAL</b>	S/ 2,007.36	
	<b>FACTOR DE SEGURIDAD</b>	S/ 1,813.49	

Cuadro 11. Consumo energético combustión vs eléctrico mes de noviembre.  
Fuente: Propia

CONSUMO ENERGETICO EN DICIEMBRE			
MOTOR A COMBUSTION	GALONES (gl)	154.54	
	PRECIO (S/.)	S/ 3,090.81	
MOTOR ELECTRICO	ELECTRICIDAD (KW)	NORMAL	1309.23
		FACTOR DE SEGURIDAD	1571.076
	PRECIO (S/.)	NORMAL	S/ 1,008.11
		FACTOR DE SEGURIDAD	S/ 1,209.73
DIFERENCIA	NORMAL	S/ 2,082.71	
	FACTOR DE SEGURIDAD	S/ 1,881.08	

Cuadro 12. Consumo energético combustión vs eléctrico mes de diciembre.  
Fuente: Propia



Cuadro 13. Consumo energético combustión vs eléctrico

- Se evaluó el presupuesto de instalación en campo:

PRESUPUESTO DE INSTALACION						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	COSTO/DÍA	COSTO PARCIAL	
<b>I.</b>	<b>SUPERVICIÓN EN CAMPO</b>					
1.1	Ingeniero Mecánico Eléctrico	día	10	S/150.00	S/1,500.00	
1.2	Técnicos 1	día	10	S/80.00	S/800.00	
1.3	Técnico 2	día	10	S/80.00	S/800.00	
<b>SUBTOTAL</b>					<b>S/3,100.00</b>	
<b>III.</b>	<b>TRABAJO DE GABINETE</b>					
3.1	Ingeniero Mecánico Eléctrico	día	10	S/150.00	S/1,500.00	
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/ 3,000.00</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	45	S/550.00	S/24,750.00	
5.2	Motor eléctrico	und	1	S/3,200.00	S/3,200.00	
5.3	Bateria	und	4	S/2,000.00	S/8,000.00	
5.4	Controlador	und	1	S/950.00	S/950.00	
5.5	Inversor	und	1	S/400.00	S/400.00	
5.6	Cable THW 10 mm <sup>2</sup>	m	15	S/30.00	S/450.00	
5.7	Cable solar	m	30	S/120.00	S/3,600.00	
5.8	Llave termomagnética	und	1	S/40.00	S/40.00	
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/41,700.00</b>	
<b>V.</b>	<b>GASTOS GENERALES</b>					<b>S/49,100.00</b>
<b>VI.</b>	<b>COSTO DIRECTO</b>			10%	<b>S/4,910.00</b>	
<b>VII.</b>	<b>UTILIDADES</b>			10%	<b>S/4,910.00</b>	
<b>VIII.</b>	<b>TOTAL</b>				<b>S/58,920.00</b>	

Cuadro 14. Presupuesto de instalación.  
Fuente: Elaboración propia.

PRESUPUESTO DE ELABORACIÓN DE ESTUDIO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	COSTO/DÍA	COSTO PARCIAL
I.	VISITA DE CAMPO				
1.1	Ingeniero Mecánico Eléctrico	día	2	S/150.00	S/300.00
SUBTOTAL					S/ 300.00
II.	VIÁTICOS				
2.1	Alimentación	día	14	S/200.00	S/2,800.00
2.2	Laptop	unidad	1	S/2,000.00	S/2,000.00
SUBTOTAL					S/ 2,800.00
III.	GASTOS GENERALES				S/3,100.00
IV.	COSTO DIRECTO			10%	S/310.00
V.	UTILIDADES			10%	S/310.00
VI.	TOTAL				S/ 3,720.00

Cuadro 15. Presupuesto de estudio.  
Fuente: Elaboración propia.

PRESUPUESTO DE ELABORACIÓN DE ESTUDIO E INSTALACIÓN	
PRESUPUESTO DE ELABORACION DE ESTUDIO	S/ 3,720.00
PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN	S/ 58,920.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 62,640.00</b>

Cuadro 16. Presupuesto total.  
Fuente: Elaboración propia.

- Se evaluó el VAN y TIR a un pronóstico a 17 años

ITEM	0	1	2	3	4	5
<b>EGRESOS</b>	<b>S/ 62,640.00</b>	<b>S/ 2,100.00</b>	<b>S/ 2,100.00</b>	<b>S/ 2,100.00</b>	<b>S/ 2,100.00</b>	<b>S/ 2,100.00</b>
INVERSIÓN	S/ 62,640.00					
PAGO DE INTERES Y CAPITAL		S/ 2,100.00	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00
<b>INGRESOS</b>		<b>S/ 3,900.00</b>	<b>S/ 4,524.00</b>	<b>S/ 5,247.84</b>	<b>S/ 6,087.49</b>	<b>S/ 7,061.49</b>
PORCENTAJE DE CRECIMIENTO		16.0%	16.0%	16.0%	16.0%	16.0%
BENEFICIO ANUAL	-S/ 62,640.00	S/ 1,800.00	S/ 2,424.00	S/ 3,147.84	S/ 3,987.49	S/ 4,961.49
BENEFICIO MENSUAL		S/ 150.00	S/ 202.00	S/ 262.32	S/ 332.29	S/ 413.46

Cuadro 17. análisis económico 0-5 años.  
Fuente: Elaboración propia.

6	7	8	9	10	11	12	13
S/ 2,100.00	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00
S/ 2,100.00	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00
<b>S/ 8,191.33</b>	<b>S/ 9,501.95</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>	<b>S/ 19,957.33</b>	<b>S/ 23,150.51</b>
16.0%	16.0%	16.0%	16.0%	16.0%	16.0%	16.0%	16.0%
S/ 6,091.33	S/ 7,401.95	S/ 8,922.26	S/ 10,685.82	S/ 12,731.55	S/ 15,104.60	S/ 17,857.33	S/ 21,050.51
S/ 507.61	S/ 616.83	S/ 743.52	S/ 890.48	S/ 1,060.96	S/ 1,258.72	S/ 1,488.11	S/ 1,754.21

Cuadro 18. análisis económico 6-13 años.

Fuente: Elaboración propia.

14	15	16	17
<b>2,100.00</b>	<b>S/ 2,100.00</b>	<b>S/ 2,100.00</b>	<b>S/ 2,100.00</b>
2,100.00	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00
<b>26,854.59</b>	<b>S/ 31,151.32</b>	<b>S/ 36,135.53</b>	<b>S/ 41,917.22</b>
16.0%	16.0%	16.0%	16.0%
<b>/ 24,754.59</b>	<b>S/ 29,051.32</b>	<b>S/ 34,035.53</b>	<b>S/ 39,817.22</b>
<b>/ 2,062.88</b>	<b>S/ 2,420.94</b>	<b>S/ 2,836.29</b>	<b>S/ 3,318.10</b>

Cuadro 19. análisis económico 13-17 años.

Fuente: Elaboración propia.

<b>VAN</b>	S/1,953.93
<b>TIR</b>	12%

Cuadro 20. VAN y TIR

Fuente: Elaboración propia.

## 5. CONCLUSIONES

- El motor gasolinero de la chancadora nos dio un resultado de máxima demanda de 60.426 Wh/día con un consumo diario de combustible de S/118,80 suponiendo que se usa 9h al día.
- El promedio de radiación solar en Pilpichaca es de 6.64kWh/m<sup>2</sup>/d, lo cual es trabajable ya que sobrepasa los 3,5 kWh/m<sup>2</sup>/d que se solicita para diseñar el sistema fotovoltaico.
- El sistema fotovoltaico que se diseñó para la chancadora cuenta con baterías 4 en paralelo de la marca HinaESS con tecnología lithium-ion de 563V otorgando a nuestro diseño 2 días de autonomía, 45 módulos solares de la marca Aleo solar de 410Wp, un controlador SANDI MC/SMC 850V-60A que cuenta con tecnología MPPT y un inversor de voltaje.
- En el análisis económico, el VAN y TIR sale S/1.953,93 y 12%, respectivamente.

## 6. DISCUSIÓN

- Se debe analizar con detenimiento la radiación de la zona en la cual queremos hacer nuestro proyecto ya que si no supera los 3.5 kWh/m<sup>2</sup>/d. No podrá ser eficiente.
- Para el diseño de un sistema fotovoltaico es necesario calcular bien el inversor debido a que sin ello el sistema no podrá funcionar.

## 7. RECOMENDACIONES4

Se recomienda analizar el arranque de los motores para que pueda cumplir la energía que da los paneles debido a que el arranque suele tener picos de fuerzas mas elevados. Para el uso del software PVsyst es necesario insertar bien los datos de inclinación para tener un mayor acercamiento al objetivo que queremos.

Se recomienda para cuando la vida útil de nuestras baterías llegue a su fin se debe contactar con la entidad RAEE empresa dedicada a tratar este tipo de baterías.

## 8. REFERENCIAS

- [1] V. A. Baquerizo Tarazona y W. L. Ortega Pino, PROPUESTA DE CONCRETO USANDO LA TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN 3D PARA REDUCIR LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DOMOLICIÓN (RCD) EN LIMA METROPOLITANA, Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2025.
- [2] J. Agudelo Trujillo; S. A. Hernández Riveros y D. F. Rey Ramírez, DOCUMENTACION DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN, PRODUCCIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS, EXTENSIÓN MEZCLA ASFALTICAS EN OBRAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO EN LA EMPRESA ECOBRAS.VILLAVICENCIO. META, Villavicencio, Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia, 2014.
- [3] <<INEI>>,09 Abril 2024. [En línea]. Available:[https://www.transparencia.gob.pe/enlaces/pte\\_transparencia\\_enlaces.aspx?id\\_entidad=4&id\\_tema=1&ver=D](https://www.transparencia.gob.pe/enlaces/pte_transparencia_enlaces.aspx?id_entidad=4&id_tema=1&ver=D). [Último acceso: 15 Abril 2024].
- [4] K. Álvarez Cajo, SELECCIÓN DE PLANTA CHANCADPRA DE AGREGADPS-DISEÑO DE CHANCADPRA PRIMARIA, DISTRITO YAMBRASBAMBA, PROVINCIA BONGARA- REGIÓN AMAZONAS, Amazonas, Perú: Universidad César Vallejo, 2019.
- [5] J. M. Chavez Tantarico, DISEÑO DE UNA TRITURADORA ACTUADA POR SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ELIMINAR BOTELLAS PLÁSTICAS EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, Lambayeque, Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2021.
- [6] W. J. D. Quispe Yupanqui, DISEÑO DE UN APAREJO ESTRUCTURAL PARA LA INSTALACION DE REVESTI,IENTOS DE UNA CHANCADORA GIRATORIA DE 60” X 113” EN LA UNIDAD MINERA LAS BAMBAS, Huancayo, Perú: Universidad Continental, 2021.
- [7] <<MADZIER>>,09 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://phemtycs.com/tipos-de-chancadoras/>. [Último acceso: 15 Abril 2024].
- [8] <<STRATA>>,25 Abril 2018. [En línea]. Available: <https://www.strataglobal.com/glossary/gravel/> [Último acceso: 26 Abril 2024].

- [9] <<ACCIONA>>,09 Mayo 2018. [En línea]. Available: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar> [Último acceso: 10 Enero 2025].
- [10] <<IBERDROLA>>,01 Agosto 2014. [En línea]. Available: <https://www.iberdrola.com/compromiso-social/radiacion-solar> [Último acceso: 04 Septiembre 2024].
- [11] <<NATURGY>>,07 Octubre 2015. [En línea]. Available: [https://www.naturgy.es/hogar/blog/que\\_es\\_la\\_hora\\_solar\\_pico](https://www.naturgy.es/hogar/blog/que_es_la_hora_solar_pico) [Último acceso: 15 Septiembre 2024].
- [12] Grupo NAP, ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA, Madrid, España: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, 2007.
- [13] <<SABERMAS>>,13 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/tecnologia/133-numero-1755/268-paneles-solares-generadores-de-energia-electrica.html> [Último acceso: 17 diciembre 2024].
- [14] <<GREAT WALL COMPANY>>,13 Julio 2012. [En línea]. Available: [https://es.greatwallcrusher.com/products/JawCrusher.html?gad\\_source=1&gad\\_campaignid=8520496989&gbraid=0AAAAADsdnE55nQr6BXgzbvwMXOSP3FD9&gclid=Cj0KCQjwNfDBhDyARIsADILeDoGXIdeOPVdaLeXGGNIYGX3bCl3QWiQ1mG2Mwt3taGftEXfFqv76EaAuqAEALw\\_wcB](https://es.greatwallcrusher.com/products/JawCrusher.html?gad_source=1&gad_campaignid=8520496989&gbraid=0AAAAADsdnE55nQr6BXgzbvwMXOSP3FD9&gclid=Cj0KCQjwNfDBhDyARIsADILeDoGXIdeOPVdaLeXGGNIYGX3bCl3QWiQ1mG2Mwt3taGftEXfFqv76EaAuqAEALw_wcB) [Último acceso: 15 diciembre 2024].
- [15] <<DISTRITO.PE>> [En línea]. Available: <https://www.distrito.pe/distrito-pilpichaca.html> [Último acceso: 01 febrero 2025].
- [16] <<HinaESS>> [En línea]. Available: <https://hinaess.com/Powerstack40kWh> [Último acceso: 04 febrero 2025].
- [17] <<Aleo>> [En línea]. Available: <https://www.aleo-solar.de/en> [Último acceso: 04 febrero 2025].
- [18] <<Sandi Electric>> [En línea]. Available: <http://sd-solarequipment.com.ar/5-solar-charge-controllers.html> [Último acceso: 05 febrero 2025].
- [19] S. ELECTRIC, CONTROLADOR DE CARGA MPPT, China, 2022.
- [20] VOLTRONIC, INVERSOR DE VOLTAJE, China, 2022.
- [21] SOLARFLEX, «CABLES SOLARES,» 2020. [En línea]. Available: [https://www.solartopstore.com/collections/helukabel-solarflex%C2%AE-x-solar-cables?gad\\_source=1&gad\\_campaignid=1753240704&gbraid=0AAAAAC0ogtsWWajRaNKD8tE7GjtBCrT-&gclid=Cj0KCQjwMHEBhC-ARIsABua5iTo3Dj42F4wAyUA90kYO2BSZSnDvfcQs9zTqF1zt1YqjoGGZTIEcaQaAi8EALw\\_wcB](https://www.solartopstore.com/collections/helukabel-solarflex%C2%AE-x-solar-cables?gad_source=1&gad_campaignid=1753240704&gbraid=0AAAAAC0ogtsWWajRaNKD8tE7GjtBCrT-&gclid=Cj0KCQjwMHEBhC-ARIsABua5iTo3Dj42F4wAyUA90kYO2BSZSnDvfcQs9zTqF1zt1YqjoGGZTIEcaQaAi8EALw_wcB) [Último acceso: 25 mayo 2025].