



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE USO DE SISTEMA
FOTOVOLTÁICO PARA REDUCIR COSTOS DE ENERGÍA DEL
FUNDO LA VIÑA BATANGRANDE, CHICLAYO”**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

SANCHEZ LOLI VICTOR MARTIN

ASESOR:

MG. ING.: DESIDERIO ENRIQUE DÍAZ RUBIO

LINEA DE INVESTIGACION:

GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN

CHICLAYO-PERU

2018

ACTA DE SUSTENTACIÓN



ACTA DE SUSTENTACION

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 5:00pm horas del día 22 de febrero del 2019, de acuerdo a los dispuesto por la resolución de dirección de investigación N°0356-2019/UCV-CH, de fecha 20 de enero de 2019, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE USO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA REDUCIR COSTOS DE ENERGIA DEL FUNDO LA VIÑA BATANGRANDE, CHICLAYO”** presentado por el bachiller SANCHEZ LOLI VICTOR MARTÍN, con la finalidad de obtener el título de Ingeniero mecánico Electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

Presidente : Ing. Ing. Fredy Dávila Hurtado
Secretario : Ing. James Skinner Celada Padilla
Vocal : Ing. Ángel Marcelo Rojas Coronel

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

APROBAR POR MAYORIA

Siendo las 5:50pm del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 22 de febrero de 2019

Ing. Dávila Hurtado Fredy
Presidente

Ing. Celada Padilla James Skinner
Secretario

Ing. Rojas Coronel Ángel Marcelo
Vocal

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Chiclayo - Pimental - Km. 3.5
Tel: (051) 41 481010 / Anexo: 0514

ucv.edu.pe

DEDICATORIA

A mis padres, Víctor y Silvia, por estar conmigo y enseñarme a crecer, por apoyarme y guiarme, por ser la base que me ayudó a llegar hasta aquí. A mi esposa Victoria, por ser paciente y estar a mi lado siempre. A mis suegros José y Ana por brindarme su apoyo incondicional. A mis hijos Silvana y Santiago y a los que vengan que ojalá disfruten de un mejor futuro energético.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mis padres por el apoyo brindado, a los docentes de la Universidad Cesar Vallejo por contribuir en mi enseñanza, al propietario del fundo La Viña, y a los profesionales que me ayudaron en el transcurso de toda la carrera.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, SÁNCHEZ LOLI VÍCTOR MARTÍN con DNI N° 32949536, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información de la Universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, 19 de diciembre de 2018.



SÁNCHEZ LOLI VÍCTOR MARTÍN

DNI 32949536

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE USO DE SISTEMA FOTOVOLTÁICO PARA REDUCIR COSTOS DE ENERGÍA DEL FUNDO LA VIÑA BATANGRANDE, CHICLAYO”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico Eléctrico.

El autor

Sánchez Loli Víctor Martín

INDICE

ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
INDICE	vii
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.1.1. Nivel Internacional.....	12
1.1.2. Nivel Nacional.....	13
1.1.3. Nivel Local.....	14
1.2. Trabajos previos.....	14
1.2.1. Nivel Internacional.....	14
1.2.2. Nivel Nacional.....	14
1.2.3. Nivel Local.....	15
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	16
1.3.1. Estudio de Factibilidad.....	16
1.3.2. Factibilidad.....	16
1.3.3. Energía.....	17
1.3.4. Costo.....	18
1.3.5. Energía Fósil.....	18
1.3.6. Tipos de energía fósil.....	18
1.3.7. Energía fotovoltaica.....	19
a) Sistemas Fotovoltaicos Autónomos. (SFA).....	20
b) Sistemas fotovoltaicos conectados a la red.....	21
1.3.8. Máxima Demanda.....	22
1.3.9. Factor de Carga.....	22
1.3.10. Volumen.....	22

1.3.11.	Caudal.....	23
1.3.12.	Potencia.....	23
1.3.13.	Potencia de la Bomba.....	23
1.4.	Formulación del Problema.....	27
1.5.	Justificación del Estudio.....	28
1.6.	Hipótesis.....	30
1.7.	Objetivos.....	30
1.7.1.	General.....	30
1.7.2.	Específicos.....	30
II.	MÉTODO.....	31
2.1.	Diseño de investigación.....	31
2.1.1.	Diseño.....	31
2.1.2.	Diseño lineal.....	32
2.2.	Variables, Operacionalización.....	32
2.2.1.	Variable independiente: Estudio de factibilidad.....	32
2.2.2.	Variable dependiente: Estudio de costos de energía.....	32
2.3.	Población y muestra.....	34
2.3.1	Población.....	34
2.3.2.	Muestra.....	34
2.4.	Instrumentos y técnicas de toma de datos, veracidad y confiabilidad.....	34
2.5.	Métodos de análisis de datos. Procesamiento.....	35
2.5.1.	Recolección de datos.....	35
2.5.2.	Procesamiento de datos.....	35
2.5.3.	Análisis estadístico de los datos.....	35
2.6.	Aspectos éticos.....	35
III.	RESULTADOS.....	36
3.1.	Realizar una evaluación de la situación actual en cuanto al consumo de energía, determinando la máxima demanda, el factor de carga y la energía consumida.....	36
3.2	Determinar la potencia de electrobomba que reemplazará a la motobomba de 20 Hp existente en el fundo La Viña y evaluación de nueva situación de consumo de energía....	41
3.3.	Analizar el potencial de energía fotovoltaica en función a los niveles de radiación solar.	
	52	
3.3.1.	Información estadística existente.....	53

3.3.2. Mediciones Realizadas en situ.....	57
3.4. Seleccionar los componentes electromecánicos del sistema fotovoltaico, de acuerdo a los parámetros eléctricos que requieren las cargas.....	65
3.5. Realizar la evaluación económica del proyecto, utilizando indicadores tales como valor actual neto, tasa interna de retorno, y relación beneficio costo.	74
3.5.1.Costo de la Inversión.....	74
3.5.2.Ingresos económicos del Proyecto.	75
3.5.3.Egresos del proyecto.	75
3.5.4.Flujo de caja del proyecto.	75
3.5.5.Análisis con indicadores económicos.	76
IV. DISCUSION.....	82
V. CONCLUSIONES.	83
VI. RECOMENDACIONES.	84
VII. REFERENCIAS.....	85
VIII. ANEXOS.	89
8.1. ANEXO 01: DEL SOLARIMETRO.....	89
8.1.1. FICHA TÉCNICA.	89
8.1.2. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN.	90
8.2. ANEXO 02: DEL PANEL SOLAR.....	91
8.2.1. FICHA TÉCNICA:	91
8.3. ANEXO 03: DEL FUNDO Y TOMA DE DATOS:.....	92
8.4. ANEXO 04: Decreto Legislativo de promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables.	96
8.5. ANEXO 05: DEL SISTEMA DE CONTROL Y ALMACENAJE DE ENERGÍA.....	100
ACTA DE ORIGINALIDAD DE TESIS	107
REPORTE DE TURNITIN	108
AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS.....	109
AUTORIZACION DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACION	110

RESUMEN

El presente trabajo de tesis denominado “Estudio de factibilidad de uso de sistema fotovoltaico para reducir costos de energía del fundo La Viña Batangrande, Chiclayo”, pretende responder la pregunta: ¿Si realizando un buen estudio de factibilidad de uso de un sistema fotovoltaico permitirá determinar la reducción de costos de energía en el fundo “La Viña” Batangrande, Chiclayo?, para ello se realiza una evaluación de la situación actual del fundo La Viña, determinando la potencia instalada y requerimiento de energía en un día, se analiza además el consumo energético de una motobomba y el costo de por galón de combustible fósil, para posteriormente reemplazarla por una electrobomba y compararlo con los costos de energía renovable fotovoltaica.

Para efectos de obtención de energía solar, se toman en cuenta los datos proporcionados por instituciones con respaldo científico, pero además de ello se toman datos in situ de la radiación solar en W/m^2 , obtenido de un solarímetro digital modelo TES 1333. Se determinan los componentes electromecánicos que utilizará el sistema y se realiza una evaluación económica con el TIR y el VAN y la relación beneficio costo.

Palabras claves: Factibilidad, costos, energía.

ABSTRACT

The present thesis work entitled "Feasibility study of the use of a photovoltaic system to reduce energy costs of the La Viña Batangrande farm, Chiclayo", aims to answer the question: If carrying out a good feasibility study of the use of a photovoltaic system, will it be possible to determine the reduction of energy costs in the farm "La Viña" Batangrande, Chiclayo ?, for this an evaluation of the current situation of the La Viña farm is made, determining the installed power and energy requirement in a day, the consumption is also analyzed energy from a motor pump and the cost per gallon of fossil fuel, to later replace it with an electric pump and compare it with the costs of renewable photovoltaic energy.

For purposes of obtaining solar energy, the data provided by institutions with scientific support are taken into account, but in addition, in situ data of solar radiation is taken in W / m^2 , obtained from a digital solarimeter model TES 1333. They are determined the electromechanical components that the system will use and an economic evaluation is carried out with the TIR and the VAN and the benefit-cost ratio.

Key words: Feasibility, costs, energy.

I. INTRODUCCIÓN.

1.1. Realidad problemática.

1.1.1. Nivel Internacional.

[...]El mundo se encuentra actualmente en crisis energética, ya que la producción mundial de petróleo, el carbón y el gas natural se encuentran en decadencia debido a alcanzar un máximo de producción. En tanto, la demanda de energía mundial no deja de aumentar y durante las últimas décadas es constante la alerta de instituciones ecologistas y de las Naciones Unidas, basados en informes científicos, sobre la carencia de recursos naturales en comparación al consumo mundial de energía. (Bitar y Chamas, 2017, p. 4).

[...]La energía solar es una gran alternativa porque es gratis y no se agota. Debemos tener en cuenta que presenta una intermitencia en su suministro, es impredecible y presenta una baja eficiencia de conversión. Por esta baja eficiencia, es que para mayor potencia se debe tener más área para poder convertir energía. El objetivo es que, con tecnologías ecológicas, se entregue energía gratuita a la ciudad y, así, variando la matriz energética, no deforestando y reduciendo la dependencia al petróleo, se hace más competitiva y sostenible la economía mundial. (Bitar y Chamas, 2017, p. 4).

[...]En **España** el gobierno regulaba la inyección de energía fotovoltaica. La materia prima limitó el crecimiento de las instalaciones solares fotovoltaicas (silicio fotovoltaico). A mediados del 2018 los precios del silicio los precios del silicio de grado solar disminuyeron debido a nuevas alternativas. (Giraudy, C. et al, 2014, p. 2).

1.1.2. Nivel Nacional.

[...].En Perú, de acuerdo a estadísticas oficiales del año 2014, existen 7 millones de viviendas de las cuales 85% están electrificadas. La cobertura eléctrica en el área rural llegó al 70%. Unos 4,5 millones de ciudadanos no cuentan con electricidad. Los precios para electrificar la zona rural, son aproximadamente: 2000 \$US/hogar y el consumo de electricidad es de 12 KWh/mes, a un costo de 3,5 \$US/mes. Las familias gastan entre 10 y 15 \$US/mes en pilas, diésel y velas (Energética, 2015, p. 15).

Hasta el 2009 se instalaron cerca de 4000 SHS (Solar Home System) tradicionales en proyectos de electrificación liderados por el Gobierno (no incluye las instituciones privadas) en un primer modelo de gestión que realiza ADINELSA. En el 2010 se dicta la Ley Rural Fotovoltaica BT-8, por la cual se crea el FOSE que proporciona un subsidio de aproximadamente el 80% de la tarifa de electrificación fotovoltaica. Esta disposición hizo que en el periodo 2011 a 2014 se instalen aproximadamente 15.000 sistemas fotovoltaicos por parte de operadores privados. (Energética, 2015, p. 20).

El 2013 se lanzó una subasta para instalar cerca de 500.000 sistemas fotovoltaicos con lo que se pretende subir 7% la cobertura eléctrica. (Energética, 2015, p. 20).

Según el Director General de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía y Minas (MEM), Javier Campos, Abril del 2018 ya se han instalado 60,000 paneles aproximadamente. Sobre el costo y la instalación de los paneles fotovoltaicos precisó que oscila entre los 300 a 500 dólares por equipo completo, con batería y tomacorrientes. (Andina, 2018, p.1).

1.1.3. Nivel Local.

En la región Lambayeque aún son escasos estos sistemas, y si existen, están dirigidos a zonas alejadas rurales donde no llega el servicio eléctrico, pero en el caso del Fundo la Viña de Batangrande en Chiclayo, el objetivo es que, ante los elevados costos de compra de combustible, se hace necesaria una alternativa de reemplazo o complemento del actual sistema de energía, por uno más económico y menos contaminante, como es el sistema fotovoltaico.

1.2. Trabajos previos.

1.2.1. Nivel Internacional.

En el aspecto técnico, los beneficiados deben tener el área adecuada para los paneles solares que suministrará la energía a la vivienda, de lo contrario señalará uno. El inmueble debe trabajar correctamente con una tensión de 120 V ac, lámparas ahorradoras o leds para que el sistema funcione eficientemente. Se observa el mantenimiento de los paneles ya que si se ensucian disminuye la eficiencia de la entrega la potencia suministrada por los paneles de generación fotovoltaica. (Acosta, Martínez y Riveros, 2015, p. 6).

1.2.2. Nivel Nacional.

Presentaron el **objetivo** de proponer un proyecto de energía solar para el campamento minero Comihuasa de la mina Caudalosa, en Huancavelica, con la finalidad de lograr un ahorro económico en cuanto al gasto mensual por un KWh consumido, y diversificar la matriz energética de la minera, con el fin de no depender únicamente de un tipo de energía. (Vásquez y Zúñiga, 2015, p. 59).

[...]La **metodología** o etapas seguidas fueron las siguientes: Se analizaron los factores climáticos, la ubicación del campamento, su demanda energética, se determinaron los materiales a utilizar para hallar el costo del proyecto y el tiempo en que se ejecutará, y finalmente se analizarán los beneficios que se obtienen con el proyecto. (Vásquez y Zúñiga, 2015, p. 141).

1.2.3. Nivel Local.

En su tesis “Proyecto de inversión social para el abastecimiento de agua potable para el caserío de Huaca Bandera – distrito de Pacora – provincia de Lambayeque usando un sistema de bombeo a base de energía solar”, de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (USAT), Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Industrial, exponía lo siguiente:

[...] Luego de realizar los respectivos cálculos para el sistema de bombeo solar, se obtuvo como resultado que se utilizarían paneles solares con una potencia de 1 Kw, para una motobomba de 15 HP. Posteriormente realizando cálculos económicos, y comparando los sistemas se evidenció que el abastecimiento de 66% aumento en un 33%, debido a la optimización de los paneles solares.

El resultado del **valor actual neto (VAN)** fue de S/.12 574,60, de allí que la proyección resulta beneficiando a la población de Huaca Bandera. La inversión que se realizaría sería de S/. 23 117,16 y los beneficios netos anuales son S/. 10 319,84, obteniéndose un valor actual neto de S/.12 574,60, esto nos quiere decir que la propuesta es rentable en los 5 años de planteamiento. (DÍAZ, 2016. p. 12).

[...]Mórrope, por ejemplo, presenta un proyecto de instalación de paneles solares para zonas rurales y donde los pobladores, que no tienen para pagar ese servicio, recibirán gratuitamente electricidad. El proyecto tiene un costo de 200,000 soles, para empezar esta iniciativa de desarrollo social y económico que también permitirá usar bombas y

que se acondicione al riego tecnificado en pequeñas parcelas de los comuneros. La Universidad Nacional Pedro Ruiz, a través del Proyecto denominado: "Estación de Multiservicios de Energía Renovable", que incluye la fabricación de inversores, controladores más eficientes, fabricación de paneles y maquinaria, proyecta resolver el problema de falta de energía en los sectores alejados de Mórrope. (Andina, 2017, p. 1).

[...]El costo de este primer prototipo tiene la mitad del costo que existe en el mercado, es decir medio dólar por watts. Ha costado unos 150 soles fabricar un panel sin considerar la mano de obra. Los pobladores contarían con energía las 24 horas del día para lo cual se comprarán baterías que tienen un tiempo de vida útil de 10 a 12 años para acumular energía durante el día y consumirla en la noche. En Mórrope, como experiencia inicial, se ha instalado 5 kilowatts hora de potencia, que permite mover bombas para succionar agua, refrigeradoras y compresores. (Andina, 2017, p. 2).

1.3. Teorías relacionadas al tema.

1.3.1. Estudio de Factibilidad.

Es un proceso de toma de datos exactos en el terreno para la realización de un proyecto, los cuales harán que tome las decisiones para ver si procede el desarrollo y/o la implementación de un proyecto. (Proyectos, 2017, p. 1).

1.3.2. Factibilidad.

Esta dada por el conjunto de recursos disponibles para lograr los objetivos a llevar cabo del proyecto, presentando como pilares a la operatividad, el aspecto económico y técnico. (Proyectos, 2017, p. 1).

Recursos de los estudios de Factibilidad.

Sigue el mismo lineamiento anterior, llegando a determinar si el proyecto se realiza o no, está sujeto a tres aspectos: (Proyectos, 2017, p. 2-3).

- a) **Factibilidad Operativa.** Se refiere a todos aquellos recursos donde interviene algún tipo de actividad (Procesos), depende de los recursos humanos que participen durante la operación del proyecto. Durante esta etapa se identifican todas aquellas actividades que son necesarias para lograr el objetivo y se evalúa y determina todo lo necesario para llevarla a cabo.

- b) **Factibilidad Técnica.** Se refiere a los recursos necesarios como herramientas, conocimientos, habilidades, experiencia, etc., que son necesarios para efectuar las actividades o procesos que requiere el proyecto. Generalmente nos referimos a elementos tangibles (medibles). El proyecto debe considerar si los recursos técnicos actuales son suficientes o deben complementarse.

- c) **Factibilidad Económica.** Se refiere a los recursos económicos y financieros necesarios para desarrollar o llevar a cabo las actividades o procesos y/o para obtener los recursos básicos que deben considerarse son el costo del tiempo, el costo de la realización y el costo de adquirir nuevos recursos.

1.3.3. Energía.

La Energía es la capacidad que posee un cuerpo para realizar una acción o trabajo, o producir un cambio o una transformación, y es manifestada cuando pasa de un cuerpo a otro. Una materia posee energía como resultado de su movimiento o de su posición en relación con las fuerzas que actúan sobre ella.

1.3.4. Costo.

En economía, el coste o costo es el valor monetario de los consumos de factores que supone el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción de un bien, servicio o actividad. Todo proceso de producción de un bien supone el consumo o desgaste de una serie de factores productivos, el concepto de coste está íntimamente ligado al sacrificio incurrido para producir ese bien. Todo costo conlleva un componente de subjetividad que toda valoración supone.

1.3.5. Energía Fósil.

La energía fósil es la energía que proviene de la combustión de combustibles fósiles.

Se trata de una fuente de energía no-renovable debido a que no es una fuente energética inagotable ni se regenera a la misma velocidad a la que se consume.

Los combustibles fósiles se forman a partir de sustancias orgánicas que se han acumulado en el subsuelo terrestre. Estas sustancias pueden ser restos de plantas, animales y otros seres vivos. Con el paso de los años, de millones de años, sufren ciertas transformaciones físicas y químicas hasta llegar al punto en que se convierten en unos componentes de los que es fácil convertirlos en energía: energía fósil.

1.3.6. Tipos de energía fósil.

Los diferentes tipos de energía fósil van determinados por el tipo de combustible fósil del que se trate. Diferenciamos tres grandes tipos de energía fósil:

Energía fósil proveniente del carbón.

Energía fósil proveniente del petróleo.

Energía fósil proveniente del gas natural.

1.3.7. Energía fotovoltaica.

Se transforma directamente de energía solar a energía eléctrica, sus ventajas son: tecnología de punta en desarrollo, no contamina el medio ambiente, su costo de mantenimiento y operación presenta bajo presupuesto, excelente fuente renovable para zonas urbanas y rurales, la mayoría de sus componentes son estacionarios y no se requiere de repuestos.

Su ubicación e instalación no es tan complicada, ya que se puede escoger el sitio más idóneo del terreno.

Fácil de producir e implementar masivamente y sobre todo presenta el modo más directo de energizar a millones de hogares a nivel mundial. (Hernández, 2012, p. 1).

La energía solar se convertirá en los próximos diez años en la fuente de electricidad más barata en muchas partes del mundo, en un contexto de caída continuada en el costo de los paneles fotovoltaicos.

Desde la década de los 80, los paneles para generar electricidad a partir del sol han ido abaratándose un 10% por año. Una tendencia que capacitaría a esta tecnología para atender en 2027 el 20% de las necesidades energéticas globales.

Fortune, una reputada revista de negocios, recoge un estudio que asegura que a finales de 2016 la energía solar ofertará más empleos de nueva creación que el sector petrolífero. En EEUU, afirma The Solar Foundation, el 2015 marcó el tercer año consecutivo de crecimiento laboral dentro del sector de la energía solar.

El mercado mundial de energía fotovoltaica debería aumentar alrededor del 20% en los próximos dos años, sumando al menos 60 GW en 2016 y más de 70 GW en 2017, de acuerdo a un estudio de PV Market Alliance (PVMA). Esta misma organización anticipa que la demanda se mantendrá alcista, principalmente a raíz del fuerte crecimiento en India, China, Estados Unidos y varios mercados emergentes.

a) Sistemas Fotovoltaicos Autónomos. (SFA)

Conformados por los paneles fotovoltaicos, (generador de energía eléctrica), las baterías, (para almacenar la energía) y las diferentes cargas. (Hernández, 2012, p. 1).

Figura 1.



Fuente: Análisis de los escenarios de los sistemas fotovoltaicos autónomos y los conectados a redes eléctricas. HERNÁNDEZ, 2012.

Sistema fotovoltaico autónomo

El poder de almacenar energía hace que los SFA sean muy confiables, utilizando un eficiente conjunto de baterías para pueden ser utilizados de noche, la cantidad de baterías está de

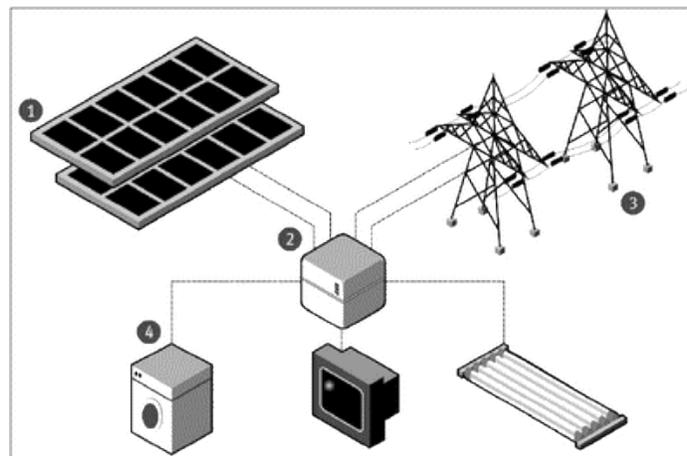
acuerdo al consumo de energía de las cargas instaladas y el número de horas de autonomía. La utilización de los SFA nos obliga a optimizar el consumo energético, por ejemplo, la utilización de iluminación eficiente (máximo lúmenes/watt por lámpara) que conllevará a un mejor uso de la energía. Además de ello, es importante crear culturas de ahorro de energía. (Hernández, 2012, p. 2).

b) Sistemas fotovoltaicos conectados a la red.

Este tipo de sistema realiza un intercambio de energía según su producción y consumo energético, si le falta o se corta es alimentado por la red exterior, pero si no entrega todo al consumidor esta energía pasa al sistema al interconectado. (Hernández, 2012, p. 2).

Fuente: Análisis de los escenarios de los sistemas fotovoltaicos autónomos y los conectados a redes eléctricas. HERNÁNDEZ, 2012.

Figura 2.



Sistema fotovoltaico conectado a la red.

Esquema de un sistema fotovoltaico conectado a la red.

- 1) Panel solar.
- 2) Sistema electrónico que incluye el inversor en fase con la red, además del metro contador para determinar el consumo y producción de energía.
- 3) Red eléctrica.
- 4) Carga eléctrica.

1.3.8. Máxima Demanda.

La demanda máxima representa para un instante dado, la máxima coincidencia de cargas eléctricas operando al mismo tiempo. La demanda máxima corresponde a un valor instantáneo en el tiempo. Por ejemplo, si operaran en una planta todas sus máquinas casi al mismo tiempo, el pico de corriente de arranque será muy grande, pudiéndose hacer de forma escalonada y reducir costos en el pago del recibo eléctrico, por ser esta una infracción. Los medidores de energía almacenan únicamente, la lectura correspondiente al máximo valor registrado de demanda, en cualquier intervalo de 15 minutos de cualquier día del ciclo de lectura. Los picos por demanda máxima se pueden controlar evitando el arranque y la operación simultánea de cargas eléctricas.

1.3.9. Factor de Carga.

El factor de carga es el indicador de en qué porción de un día se utilizaría el total de la energía consumida si el consumo fuera todo al nivel de la máxima demanda registrada. En cuanto tiempo se hubiera consumido toda la energía de un día si todo el consumo ocurriera a la carga más alta. Mientras más cercano a uno es este indicador, más nivelado es el consumo de las instalaciones del cliente.

1.3.10. Volumen.

El volumen es una magnitud métrica de tipo escalar definida como la extensión en tres dimensiones de una región del espacio. Es una magnitud derivada de la longitud, ya que se halla multiplicando la longitud, el ancho y la altura.

$$V = L \times A \times H$$

V= Volumen (m³)

L= Largo (m)

A= Ancho (m)

H= Alto (m)

1.3.11. Caudal.

En dinámica de fluidos, caudal es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal,...) por unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. Menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

Q= Caudal (m³/s)
V= Volumen (m³)
t= Tiempo (s)

$$Q = \frac{V}{t}$$

1.3.12. Potencia.

La potencia es la cantidad de trabajo que se realiza por unidad de tiempo. Puede asociarse a la velocidad de un cambio de energía dentro de un sistema, o al tiempo que demora la concreción de un trabajo. Por lo tanto, es posible afirmar que la potencia resulta igual a la energía total dividida por el tiempo.

$$P = \frac{W}{t}$$

P= Potencia (W)
W= Trabajo (J)
t= Tiempo (s)

1.3.13. Potencia de la Bomba.

Esta dada por:

$$P = \frac{\gamma * Q * H}{\varepsilon_1 * \varepsilon_2 * 1000}$$

P: Potencia en (KW).

γ : Peso específico del agua, (N/m³.)

Q: Caudal (m³/s)

H: Altura manométrica (m)
ε1: Eficiencia del motor eléctrico.
ε2: Eficiencia de la bomba.

Número de Reynolds.

El número de Reynolds (**Re**) es un número adimensional utilizado en mecánica de fluidos, diseño de reactores y fenómenos de transporte para caracterizar el movimiento de un fluido. Su valor indica si el flujo sigue un modelo laminar o turbulento.

$$Re = \frac{\rho v_s D}{\mu}$$

Re: Numero de Reynolds (adimensional)

ρ: Densidad (kg/m³)

v_s: Velocidad. (m/s)

D: Diámetro (m)

Factor de fricción (λ), se denota por la Ecuación de Colebrook-White.

Es una fórmula usada en hidráulica para el cálculo del factor de fricción de Darcy (λ) también conocido como coeficiente de rozamiento. Se trata del mismo factor (**f**) que aparece en la ecuación de Darcy-Weisbach.

La expresión de la fórmula de **Colebrook-White** (1937, 1939)¹² es la siguiente:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left(\frac{k/D}{3,7} + \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} \right)$$

Re: Numero de Reynolds.

k/D: Rugosidad relativa.

λ : Factor de fricción.

El campo de aplicación de esta fórmula se encuentra en la zona de transición de flujo laminar a flujo turbulento y flujo turbulento. Para la obtención de del factor de fricción es necesario el uso de métodos iterativos. Otra forma más sencilla y directa de obtener el valor de factor de fricción es hacer uso del **diagrama de Woody**.

Ecuación de Darcy.

La ecuación de Darcy-Weisbach es una ecuación empírica que relaciona la pérdida de carga hidráulica (o pérdida de presión) debido a la fricción a lo largo de una tubería dada con la velocidad media del flujo del fluido.

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

siendo:

h_f = pérdida de carga debida a la fricción. (m.c.l [metros de columna de líquido])

f = factor de fricción de Darcy. (adimensional)

L = longitud de la tubería. (m)

D = diámetro de la tubería. (m)

V = velocidad media del fluido. (m/s)

g = aceleración de la gravedad $\approx 9,80665 \text{ m/s}^2$.

La altura dinámica.

Será la suma de la altura entre la ubicación del ras del agua del pozo y la cisterna de almacenamiento más la altura de pérdidas de carga.

$$H_m = H + P_t$$

H_m = Altura Dinámica (m)

H = Altura Estática (m)

P_t = Pérdidas totales por fricción y por accesorios. (m)

Medidor de energía Solar.

El medidor de radiación para energía solar es el óptimo instrumento para, arquitectos y aficionados a la ingeniería solar. Con este medidor de radiación determina la potencia solar. Esto permite hacer una declaración sobre la instalación y la interpretación del dispositivo fotovoltaico. La medición de la intensidad de luz se efectúa a través de una célula solar de silicio monocristalina. El parámetro más importante es "P" (potencia) total (en W/m^2) se puede leer directamente en pantalla. Los valores contenidos en la memoria interna se pueden transmitir al ordenador. Este medidor de radiación de energía solar está concebido también para el uso en exteriores.

Distribución de Weibull

En teoría de la probabilidad y estadística, la distribución de Weibull es una distribución de probabilidad continua. Recibe su nombre de Waloddi Weibull, que la describió detalladamente en 1951, aunque fue descubierta inicialmente por Fréchet (1927) y aplicada por primera vez por Rosin y Rammler (1933) para describir la distribución de los tamaños de determinadas partículas.

La función de densidad de una variable aleatoria con la distribución de Weibull x es:

$$f(x; \lambda, k) = \begin{cases} \frac{k}{\lambda} \left(\frac{x}{\lambda}\right)^{k-1} e^{-(x/\lambda)^k} & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$

Donde $k > 0$ es el parámetro de forma y $\lambda > 0$ es el parámetro de escala de la distribución.

La distribución modela la distribución de fallos (en sistemas) cuando la tasa de fallos es proporcional a una potencia del tiempo:

Un valor $k < 1$ indica que la tasa de fallos decrece con el tiempo.

Cuando $k = 1$, la tasa de fallos es constante en el tiempo.

Un valor $k > 1$ indica que la tasa de fallos crece con el tiempo.

1.4. Formulación del Problema.

¿Es posible bajar costos y economizar energía en el fundo La Viña si se realiza un adecuado estudio de factibilidad de uso de un sistema fotovoltaico?

1.5. Justificación del Estudio.

¿Por qué?

Este trabajo o estudio es llevado a cabo debido a la observación y comprobación de los elevados costos que demanda la compra de combustible para los motores de explosión interna en el fundo, por lo cual se está proponiendo un estudio de factibilidad de uso de un sistema fotovoltaico para ahorrar costos y generar electricidad para alimentar motores eléctricos que son más eficientes para el fundo “La Viña” Batangrande, Chiclayo. Por este motivo es que se estudiará este cambio y de allí la importancia de encontrar a través del diagnóstico en el campo, la solución a esta problemática con el referido estudio de factibilidad.

¿Para qué?

a) Justificación teórica.

Pretende contribuir al estudio, debate y reflexión académica sobre el problema planteado y qué es un modo de factibilidad de uso de un sistema fotovoltaico para economizar energía en el fundo “La Viña” Batangrande, Chiclayo. Las actividades que se realicen en este trabajo permitirán, concluir, recomendar y, determinar la mejor elección y elaboración de un estudio de factibilidad de uso de un sistema fotovoltaico para generar energía eléctrica y reducir costos en el referido fundo.

b) Justificación práctica.

Esta investigación debe contribuir al análisis, conclusiones y resultados obtenidos de esta problemática que se vive en medianas y pequeños fundos del país, pudiendo ser aplicados y

utilizados de forma palpable, efectiva y visible, así como en dicho fundo, y en otras parcelas o instituciones parecidas como también para contribuir estudios similares y así lograr soluciones ante el problema de la necesidad de ahorrar costos de producción.

c) Justificación metodológica.

Se encuentran las diferentes acciones realizadas, de esta investigación, las mismas que comprenden la aplicación de la entrevista técnica al propietario y al personal que opera en el terreno, para conocer las necesidades de las diferentes máquinas de producción en del fundo.

d) Justificación social educativa.

Se proyecta en nuestro estudio la mejora de calidad de vida, por mejorar los costos y ahorros de energía, también redundará en beneficio de los relacionados al fundo. La utilización de energía ecológica limpia, contribuyendo a una concientización educativa para nuestra comunidad.

e) Justificación ambiental.

Con el proyecto realizado, se busca entre otros objetivos importantes, proteger el medio ambiente, debido a que al reemplazar por una energía solar limpia la energía fósil, se evitaría la emisión de gases tóxicos al medio ambiente, por la combustión del petróleo usado en el fundo.

f) Justificación económica.

El proyecto, si bien demandará una mediana inversión económica por parte del propietario del fundo, no es un proyecto muy caro debido a la constante caída de costos de equipos en el mercado

en comparación con otros proyectos similares, este sistema se pagaría en el mejor corto plazo.

g) Justificación técnica.

El sistema fotovoltaico para el fundo contará con todas las últimas y modernas especificaciones, como exigencias técnicas de diseño, construcción y mantenimiento del proyecto. Está destinado para las personas que interactúen en el medio. Este sistema contará con un ambiente o espacio adecuado, con infraestructura, instalaciones, señalizaciones, y que sumados a la tecnología, permitirán al personal del fundo un mayor desempeño de su labor al frente de este cambio de energía.

1.6. Hipótesis.

El estudio de factibilidad de uso de un sistema fotovoltaico permitirá determinar la reducción de costos de energía en el fundo “La Viña” Batangrande, Chiclayo.

1.7. Objetivos.

1.7.1. General.

El estudio de factibilidad de uso de un sistema fotovoltaico permitirá reducir costos cambiando a energía eléctrica al fundo “La Viña” Batangrande, Chiclayo.

1.7.2. Específicos.

- Realizar una evaluación de la situación actual en cuanto al consumo de energía, determinando la máxima demanda, el factor de carga y la energía consumida.

- Determinar la potencia de electrobomba que reemplazará a la motobomba de 20 Hp existente en el fundo La Viña y evaluación de nueva situación de consumo de energía.
- Analizar el potencial de energía fotovoltaica en función a los niveles de radiación solar.
- Seleccionar los componentes electromecánicos del sistema fotovoltaico, de acuerdo a los parámetros eléctricos que requieren las cargas.
- Realizar una evaluación económica con el TIR (Tasa Interna de Retorno), VAN (Valor Actual Neto) y Relación beneficio/costo.

II. MÉTODO.

2.1. Diseño de investigación.

Descriptiva.

2.1.1. Diseño.

Ante el elevado gasto de combustible en el fundo “La Viña”, se está proponiendo un proyecto de factibilidad para el uso de un sistema fotovoltaico que genere energía eléctrica. El propietario del fundo “La Viña” ha sido informado de este proyecto de uso de factibilidad y ha dado su consentimiento o aprobación para tal efecto.

El **diseño** es **no experimental** debido a que en la investigación no se pretende variar intencionalmente alguna de las variables de trabajo (factibilidad y sistema fotovoltaico) por lo que se observarán los fenómenos tal y como son o se dan en su contexto. Igualmente, el diseño, dentro del aspecto no experimental, es transversal, es decir, se realizará en un determinado período de tiempo que es el año 2018.

2.1.2. Diseño lineal.

El diseño seleccionado para el presente trabajo de investigación se representa en el siguiente esquema lineal:



Donde:

R = Realidad anterior (nivel de fidelización)

O= Observación

M= Muestra (equipos del fundo)

A= Aplicación del estudio de factibilidad

R1= Realidad nueva (sistema fotovoltaico)

2.2. Variables, Operacionalización.

2.2.1. Variable independiente: Estudio de factibilidad.

2.2.2. Variable dependiente: Estudio de costos de energía.

Tabla 1. Cuadro de variables.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	TECNICAS DE INSTRUMENTO
INDEPENDIENTE	Análisis y evaluación de la información sobre la disposición de recursos técnicos, operativos, económicos, financieros, para el desarrollo de un proyecto, y en base a ello tomar la mejor decisión y fijar los objetivos para la implementación del mismo.	En el estudio técnico se ve: equipos, herramientas, capacidad a instalarse, tecnología. En operativo: procesos, personal. En económico: costo beneficio, valor, retorno. En financiero: financiación.	Estudio técnico	Equipos Herramientas Instalaciones		Fichas para proyectar estudio.
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD			Estudio operativo	Procesos Personal		
			Estudio económico	Costo Beneficio Valor Actual Neto (VAN) Tasa Interna de Retorno (TIR)		
			Estudio Financiero	Financiamiento		
DEPENDIENTE	El precio por una unidad de energía que un consumidor le paga a la empresa distribuidora que se lo suministra, es lo que se llama tarifa eléctrica. Hay varias categorías de tarifas. Se expresa en s/KWh (soles por cada Kilowatt o Kilovatio hora).		Productividad. Niveles de radiación.	Costo Beneficio Valor Actual Neto (VAN) Tasa Interna de Retorno (TIR)		
COSTOS DE ENERGIA						

.Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y muestra.

2.3.1 Población.

La población o universo, que es finita, está conformada por todos los fundos de la región Lambayeque: estatales, semiestatales y privados.

2.3.2. Muestra.

La elección de la muestra no es al azar o aleatoria sino discrecional intencional, pues se trata del fundo “La Viña” donde se busca hacer el estudio y posteriormente implementar el sistema fotovoltaico.

2.4. Instrumentos y técnicas de toma de datos, veracidad y confiabilidad.

La técnica a utilizar es la observación: con el respectivo instrumento de medición solar (Solarímetro).

Guía de observación: esta guía se aplicará al desempeño del sistema fotovoltaico y el estudio de factibilidad en base a lo cual se realizará el estudio técnico, operacional, económico, financiero para determinar la aplicación del sistema en base al referido estudio.

Tabla 2. Instrumento de veracidad.

TÉCNICA	INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN
Observación	Guía de observación	Observación: Toma de datos verás y confiable de aspectos observables por medio de un conjunto de dimensiones e indicadores. Guía: Diario o anecdotario de todos los aspectos que ocurran en el sistema fotovoltaico.

Fuente: Elaboración Propia

Para demostrar la validez y confiabilidad del instrumento de recolección de datos se hará uso del método de juicio de expertos y certificaciones de calidad de equipos.

Además de ello se realizará una entrevista al dueño del fundo.

2.5. Métodos de análisis de datos. Procesamiento.

2.5.1. Recolección de datos.

Primero recolectar, evaluar, clasificar y procesar los datos obtenidos de la guía de observación (sistema fotovoltaico), datos que serán numerosos y dispersos que de acuerdo a ciertos parámetros fijados, serán categorizados y analizados de una forma definida para el proyecto que se realiza. Luego se procesará la información para obtener las conclusiones finales.

2.5.2. Procesamiento de datos.

Dependiendo de los datos que se obtengan y técnicas aplicadas en el terreno, se podrán elaborar diferentes tipos de tabulaciones y las medidas de dispersión.

2.5.3. Análisis estadístico de los datos.

Para ello se seleccionaría como método o tipo de análisis de datos, Microsoft Excel 2013, el cual se trabajarán con ambiente o plataforma de Windows 10 Pro.

2.6. Aspectos éticos.

La investigación protege los derechos del propietario, técnicos y responsables del fundo “La Viña” con referencia a la reserva de sus declaraciones, respuestas y opiniones.

III. RESULTADOS.

3.1. Realizar una evaluación de la situación actual en cuanto al consumo de energía, determinando la máxima demanda, el factor de carga y la energía consumida.

Tabla 3. Cuadro de evaluación situacional.

N°	Tipo de carga	Carga Eléctrica	Cant.	Potencia Instalada (Watt)	Horario Normalmente de uso	Horas Promedio de uso	Energía (Watt-h)
1	Iluminación	Luminaria para dormitorio	2	10	18.30-22.30	4	80
2		Luminaria de sala comedor	2	20	18.30-21.30	4	160
3		Luminaria Baño	1	10	18.30-23.00	0.75	7.5
4	Confort	TV	1	60	14.00 – 23.00	4	240
5		Radio	1	25	08.00 – 18.00	8	200
6		Computadora	1	80	06.00 – 23.00	2	160
7	Producción	Electrobomba	1	750	6.00 – 9.00	1	750
8		Motor eléctrico para moler alimentos	1	373	14.00 – 15.00	1	373
9		Motobomba	1	14914	06:00-18:00	5	74570
		Total		16242			76540.5

Determinación de la energía y potencia en la casa del fundo la Viña.

En la tabla 3, se muestra las cargas eléctricas que están instaladas en la casa del propietario en el fundo La Viña, destacando cargas para producción en el campo. Además, el horario promedio de uso por día; con ello se determina la energía que se requiere en un día que es de 76540.5 Wh, y la Potencia Instalada en la casa del fundo de 16242 Watt.

Además de ello el fundo cuenta con una motobomba de 20 Hp (14.914 Kw), la cual trabaja durante 5 horas diarias, para abastecer el requerimiento de agua para el regadío del fundo, de 960 metros cúbicos de agua semanal.

Para efectos de cálculos de costo se lleva a cabo una entrevista al administrador del fundo La Viña, quien hace referencia de costos de combustible.

Se gasta por hora de trabajo de la motobomba, aproximadamente 1 galón de combustible. De ello se deduce lo siguiente:

1 h de combustible Diesel produce 14914 W

Por lo tanto en 76540.5 W se gastarán:

$$76540.5 / 14914 = 5.14 \text{ galones de Diésel por día.}$$

El precio del combustible Diésel por galón es de 12.90 Soles.

Tabla 4.

Fuente: Hoja de cálculo, Excel

GASTOS POR:	MENSUAL (SOLES)
COMBUSTIBLE DIESEL	1989.18
MANTENIMIENTO	300.00
TRANSPORTE	60.82
TOTAL	2350.00

Gasto mensual por bombeo para regadío.

Elaboración del diagrama de carga

Para la elaboración del diagrama de carga, se establece cuatro grupos de horarios, el primer grupo de 6.00 a 9.00, el segundo de 9.00.00 a 18.00, el tercer grupo de 18.00 a 20.00, y el tercer grupo de 20.00 a 23.00 horas, para efectos de graficar el uso de la energía a lo largo de las 24 horas del día.

Tabla 5. Cuadro de distribución de uso de equipos durante el día.

Rango de Horas	Carga Eléctrica	Cant.	Pot. Instalada (Watt)	Horas de uso	Energía (Watt-H)
06.00 – 09.00	Radio	1.00	25.00	3.00	75.00
	Computadora	1.00	80.00	1.00	80.00
	Motor para picar alimento.	1.00	373.00	1.00	373.00
	Electrobomba	1.00	750.00	1.00	750.00
09.00 - 18.00	Radio	1.00	25.00	5.00	125.00
	Computadora	1.00	80.00	1.00	80.00
	Motobomba 20 Hp	1.00	14914.00	5.00	74570.00
	TV	1.00	60.00	1.00	60.00
18.00 - 20.00	Luminaria para dormitorio	2.00	10.00	2.00	40.00
	Luminaria de sala comedor	2.00	20.00	2.00	80.00
	Luminaria Baño	1.00	10.00	0.50	5.00
	TV	1.00	60.00	2.00	120.00
20.00 - 23.00	Luminaria para dormitorio	2.00	10.00	2.00	40.00
	Luminaria de sala comedor	2.00	20.00	2.00	80.00
	Luminaria Baño	1.00	10.00	0.25	2.50
	TV	1.00	60.00	1.00	60.00
Total					76540.50

Determinación de consumos energéticos horarios en un día.

Figura 03.

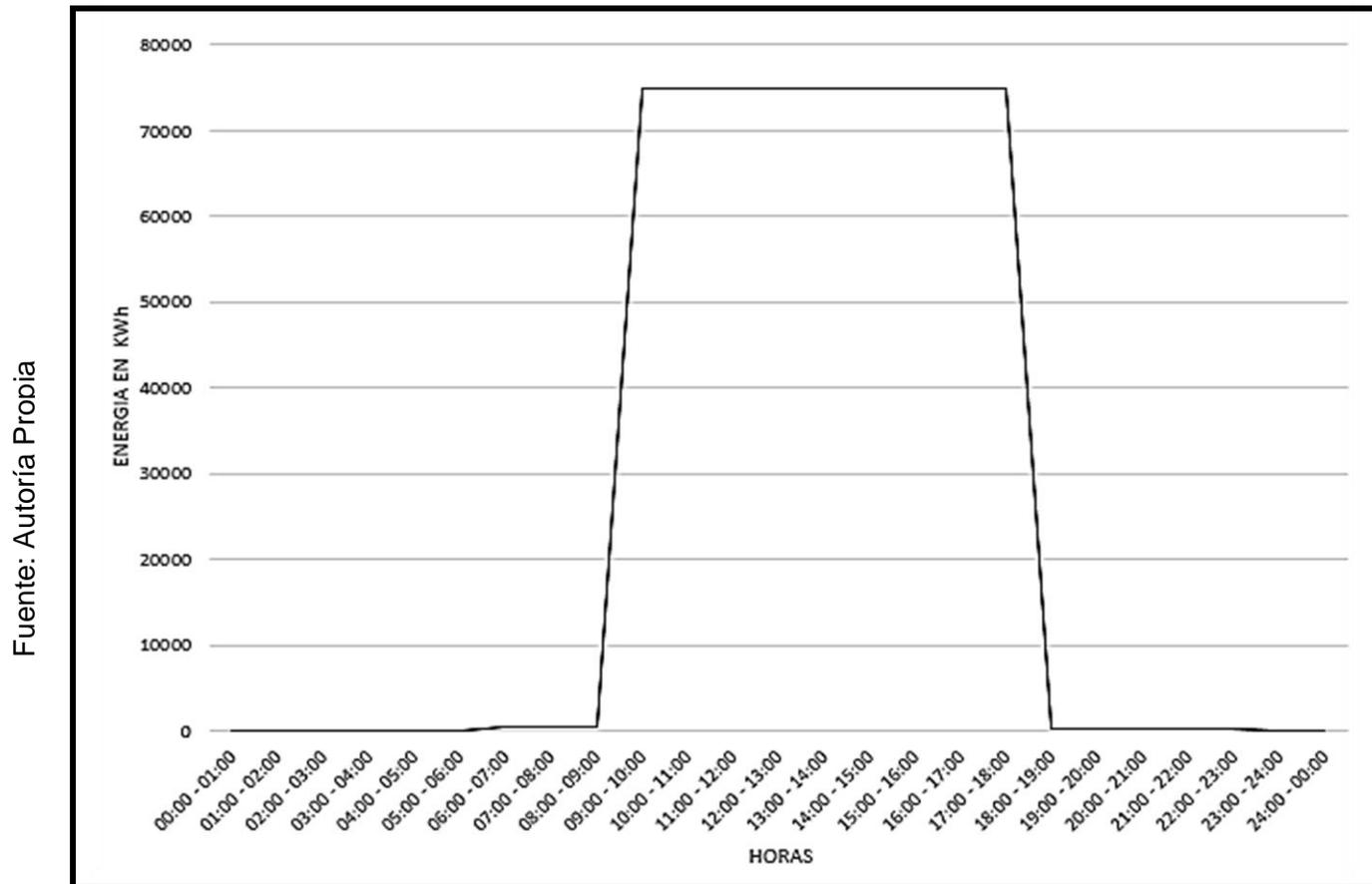


Diagrama de carga del fundo la viña

El diagrama de carga muestra que la máxima demanda ocurre cuando se utiliza la motobomba de 20 Hp entre las 09.00 y 18.00 horas con una potencia de 15079 watt (incluye la computadora, la radio y el tv a esa hora). De acuerdo a la tabla 5, la energía consumida en un día es de 74835 Wh, por lo que se determina el factor de carga actual del fundo La Viña.

$$Fc = \frac{E}{MD * 24}$$

Donde:

Fc: Factor de carga.

E: Energía consumida en un día (Wh).

MD: Máxima Demanda (W).

Reemplazando valores, se tiene:

$$Fc = \frac{76540}{15079 \times 24}$$

$$Fc = 21.15 \%$$

Este valor de factor de carga es bajo y es típico del sector rural, por la influencia de la motobomba que se utiliza para la extracción de agua para el regadío de los cultivos.

3.2 Determinar la potencia de electrobomba que reemplazará a la motobomba de 20 Hp existente en el fundo La Viña y evaluación de nueva situación de consumo de energía.

Análisis de requerimiento energético de la Electrobomba, para reemplazar motobomba de 20 Hp (14914 Watt) por electrobomba en el fundo La Viña.

Dimensiones de la Cisterna de agua:

La motobomba abastece de agua a un tanque de almacenamiento existente (Fig. 4), fabricado de concreto armado, de las siguientes dimensiones:

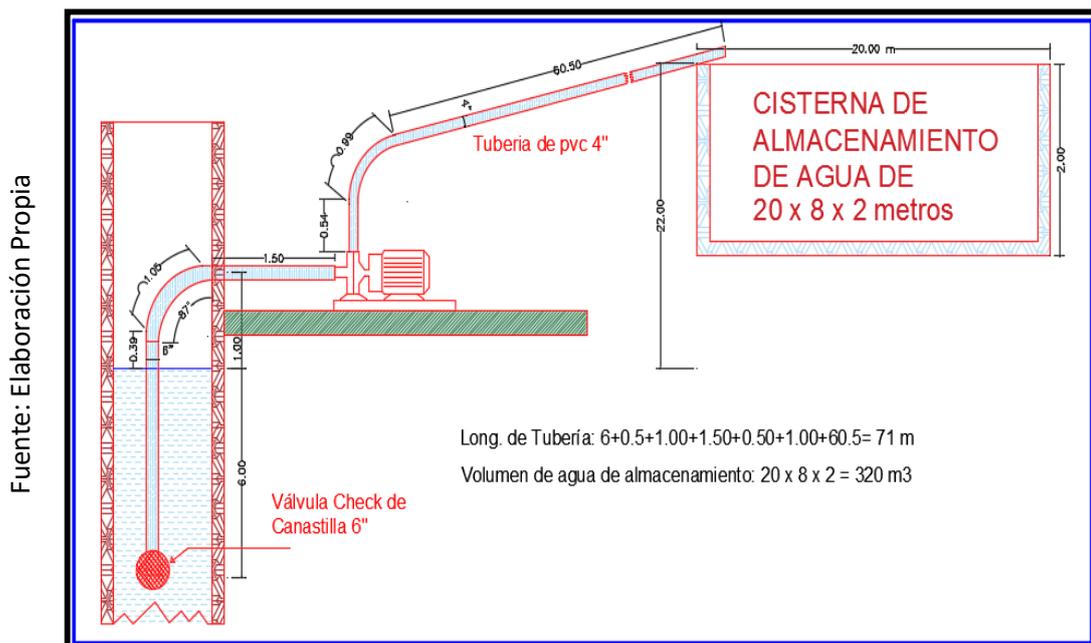
Largo: 20 m.

Ancho: 8 m.

Profundidad: 2 m

El agua es extraída de un pozo, ubicado a 71 metros lineales, hasta el tanque de almacenamiento de agua.

Figura 4.



Esquema de proyección de sistema de bombeo para fundo "La Viña".

Figura 5.



Fuente: Visita Insitu

Tanque de almacenamiento de agua

El volumen de agua almacenada:

$$V = L * A * h$$

$$V = 20 * 8 * 2 = 320 \text{ m}^3$$

La demanda de agua que requiere en el fundo la Viña para labores agroindustriales es el volumen de tres pozas por semana, es decir el volumen de 7 días; sin embargo, existe una proyección de ampliar las labores agropecuarias, en la cual se va a requerir de un 25% adicional de agua, por lo tanto, el volumen de agua requerida será:

Vd= Volumen de demanda

$$Vd = 1.25 * V * 3$$

$$Vd = 1.25 * (3 * 320) = 1200 \text{ m}^3$$

Cálculo del caudal

$$Q = \frac{V}{t}$$

Q= Caudal (m³/s)
V= Volumen (m³)
t= Tiempo (s)

El tiempo de 1 semana, con labores de siete días y 8 horas al día, se tiene:

Días: 7

Horas: 8

Volumen: 1200 m³

Reemplazando:

$$Q = \frac{1200}{7 * 8 * 3600} = 0.00595 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0.00397/1000 = 5.95 \text{ l./s}$$

Aproximadamente 6 litros/segundos es el caudal de agua que se requiere para satisfacer las necesidades de agua.

Cálculo de Potencia de la Bomba

La potencia que necesita la bomba para este caudal a una altura estática de 28 metros, se determina:

$$P = \frac{\gamma * Q * H}{\epsilon_1 * \epsilon_2 * 1000}$$

Dónde.

P: Potencia (Kw.)

γ : Peso específico del agua (N/ m³)

Q: Caudal (m³/s).

H: Altura manométrica (m)

ϵ_1 : Eficiencia del motor eléctrico

ϵ_2 : Eficiencia de la bomba.

La altura en metros de bombeo, es la diferencia de niveles entre la cisterna de almacenamiento y el nivel de ras del pozo, así como también de las pérdidas de carga por fricción en tuberías y accesorios.

La diferencia entre el pozo y la cisterna es de 28 metros, y la pérdida de carga se calcula mediante la ecuación de Darcy, que se expresa:

Cálculo de Pérdidas de Carga (h_f):

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Dónde:

h_f : Altura de Pérdida de presión, (m).

f : Factor de fricción.

L: Longitud (m)

V: Velocidad del fluido, en (m/s.)

D: Diámetro de la tubería. (m)

El factor de fricción se determina mediante dos formas:

- a) Ecuación de Coolebrok.
- b) Diagrama de Moody.

La ecuación de Coolebrok:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left(\frac{k/D}{3,7} + \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} \right)$$

Dónde:

λ : Factor de fricción.

D: Diámetro de la tubería (m)

Re: Número de Reynolds. (adimensional)

k: Factor por tipo de accesorio. (adimensional)

El Número de Reynolds se determina: (Re)

$$Re = \frac{\rho * v * D}{\vartheta}$$

Re: Número de Reynolds.

V: Velocidad (m/s).

D: Diámetro de la tubería, (m).

ϑ : Viscosidad (Pa. s)

ρ : Densidad del agua (kg/ m³)

La velocidad aproximada de flujo en tuberías:

Se determina a partir de la ecuación:

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

El caudal Q de la electrobomba es de 0.00595 m³/s Y el diámetro de la tubería es de 4" = 0.1016 m la existente.

$$V = \frac{4 \times 0.00595}{\pi(0.1016)^2} = 0.734 \text{ m/s}$$

La viscosidad del agua a 20°C, es 0.001 Pascal por segundo, y la densidad de 1000 Kg/m³.

Por lo tanto

$$Re = \frac{\rho * v * D}{\mu}$$

$$Re = \frac{1000 \times 0.734 \times 0.1016}{0.001} = 74574$$

El número de Reynolds mayor a 4000 se considera **un flujo turbulento**.

Factor de fricción:

Reemplazando en la ecuación de Coolebrok, se tiene que el factor λ de fricción, con una rugosidad E para tubería de PVC de 0,0015mm o sea 0.0000015m es de:

Reemplazando en la en esta ecuación se tiene:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left(\frac{k/D}{3,7} + \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} \right)$$

$$\lambda: \mathbf{0.0439}$$

Ecuación de Darcy: La ecuación de Darcy-Weisbach es una ecuación empírica que relaciona la pérdida de carga hidráulica (o pérdida de presión) debido a la fricción a lo largo de una tubería dada con la velocidad media del flujo del fluido.

Reemplazando en la ecuación de Darcy, la longitud total de la tubería es de 71 m. como se muestra en la Figura 3.

$$h_f = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$h_f = \frac{0.04399 \cdot 71 \cdot (0.734)^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.1016} = 0.844 \text{ m.}$$

h_f = Pérdidas por fricción en la tubería.

Las pérdidas por accesorios se determinan:

$$H_{acc} = \frac{KV^2}{2gD}$$

Donde:

Hacc: Pérdida de carga por accesorios, en metros.

K: Factor por tipo de accesorio.

V: Velocidad del fluido. (m/s)

D: Diámetro de la tubería, 4" = 0.1016 m

El factor por tipo de tubería depende del accesorio, se tiene K = 0.08, para cambios de dirección.

Reemplazando:

$$H_{acc} = \frac{KV^2}{2gD}$$

$$H_{acc1} = \frac{0.08 \cdot (0.734)^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.1016} = 0.0216 \text{ m}$$

Debido a que tenemos dos curvas, una de 87° y otra de 99°, asumiremos que las pérdidas en los accesorios serán:

$$H_{acc T} = H_{acc1} \times 2 = 0.043 \text{ m}$$

Pérdidas totales en la Tubería. (Pt)

Las pérdidas de carga por fricción, en la tubería y accesorios, son:

$$Pt = 0.84 \text{ m.} + 0.043$$

$$Pt = 0.883 \text{ m}$$

La altura dinámica. (Hm)

Será la suma de la altura estática, que es la altura entre la ubicación del pozo y la cisterna de almacenamiento más la altura de pérdidas de carga.

$$Hm = H + Pt$$

$$Hm = 28 + 0.883 = 28.883 \text{ m}$$

La potencia que desarrolla la electrobomba:

$$P = \frac{\gamma * Q * H}{\epsilon_1 * \epsilon_2 * 1000}$$

$$P = \frac{9810 * 0.00595 * 28.88}{0.9 * 0.7 * 1000} = 2.67 \text{ KW o } 3.58 \text{ HP}$$

La electrobomba a adquirir es de 3.6 HP, se puede encontrar comercialmente en el mercado con acoplamiento directo entre motor y bomba.

En consecuencia nuestra Potencia instalada y Máxima demanda variará al instalar la electrobomba de 3.6 HP.

Tomando en cuenta los datos obtenidos, se procede a realizar nuevamente los cálculos de nuestra nueva situación y la posterior proyección de nuestro estudio de factibilidad de uso de sistema fotovoltaico en el fundo La Viña Batangrande.

Tabla 6.

N°	Tipo de carga	Carga Eléctrica	Cant.	Potencia Instalada (Watt)	Horario Normalmente de uso	Horas Promedio de uso	Energía (Watt-h)
1	Iluminación	Luminaria para dormitorio	2.0	10.0	18.30-22.30	4.0	80.0
2		Luminaria de sala comedor	2.0	20.0	18.30-21.30	4.0	160.0
3		Luminaria Baño	1.0	10.0	18.30-23.00	0.75	7.5
4	Confort	TV	1.0	60.0	14.00 – 23.00	4.0	240.0
5		Radio	1.0	25.0	08.00 – 18.00	8.0	200.0
6		Computadora	1.0	80.0	06.00 – 23.00	2.0	160.0
7	Producción	Electrobomba	1.0	750.0	6.00 – 9.00	1.0	750.0
8		Motor eléctrico para moler alimentos	1.0	373.0	14.00 – 15.00	1.0	373.0
9		Electrobomba 3.6 HP	1.0	2684.52	06:00-18:00	8.0	21476.2
		Total		4012.52			23446.66

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro de situación con nueva electrobomba.

En la tabla 6, se muestra las cargas eléctricas instaladas en la casa del propietario del fundo La Viña, resaltando el cambio de potencia de la motobomba de 20 HP por la electrobomba de 3.5 HP. Además lo que es el promedio de uso diario, de allí se deduce el requerimiento de energía por día que es de 23446.66 Wh, y la variación de potencia instalada en el fundo que es de 4012.52 watts.

Seguidamente se presenta en nuevo cuadro de energía requerida para poder realizar el nuevo diagrama de carga.

Tabla 7.

Rango de Horas	Carga Eléctrica	Cant.	Potencia Instalada (Watt)	Horas de uso	Energía por día (Wh)
06.00 – 09.00	Radio	1.00	25.00	3.00	75.00
	Computadora	1.00	80.00	1.00	80.00
	Motor para producción de alimento.	1.00	373.00	1.00	373.00
	Electrobomba	1.00	750	1.00	750.00
09.00 - 18.00	Radio	1.00	25.00	5.00	125.00
	Computadora	1.00	80.00	1.00	80.00
	Electrobomba 3.6 HP	1.00	2684.52	8.00	21476.16
	TV	1.00	60.00	1.00	60.00
18.00 - 20.00	Luminaria para dormitorio	2	10	2	40.00
	Luminaria de sala comedor	2	20	2	80.00
	Luminaria Baño	1	10	0.5	5.00
	Tv	1	60	2	120.00
20.00 - 23.00	Luminaria para dormitorio	2	10	2	40.00
	Luminaria de sala comedor	2	20	2	80.00
	Luminaria Baño	1	10	0.25	2.50
	TV	1.00	60.00	1.00	60.00
Total					23446.66

Fuente: Elaboración Propia

Determinación del nuevo consumo energético en un día.

Se observa que la energía total requerida durante el día es de 23446.66 Wh y la máxima demanda se da entre las 9:00 y las 18:00 horas con una potencia instalada de 2849.52 W y un consumo de energía de 21741.16, esto debido a la presencia de la electrobomba a esas horas.

Figura 6.

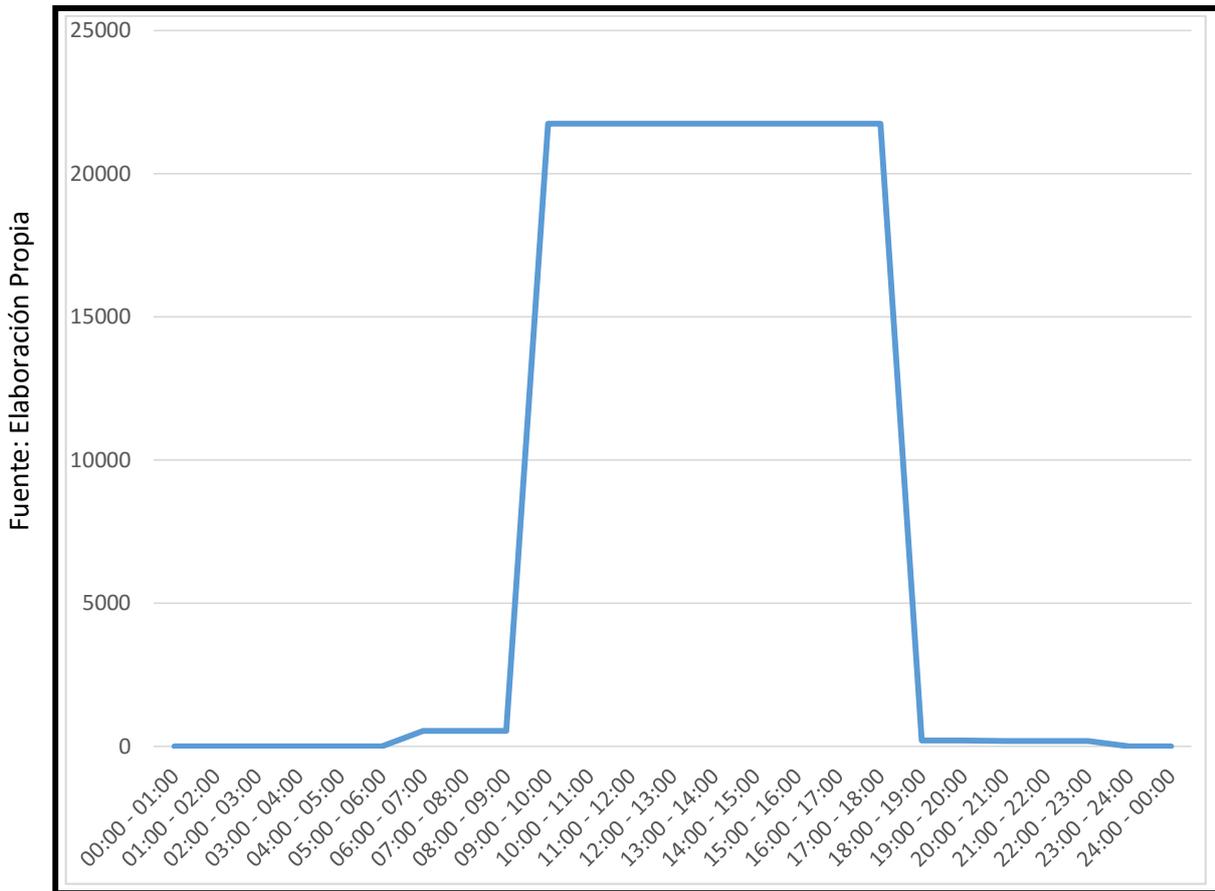


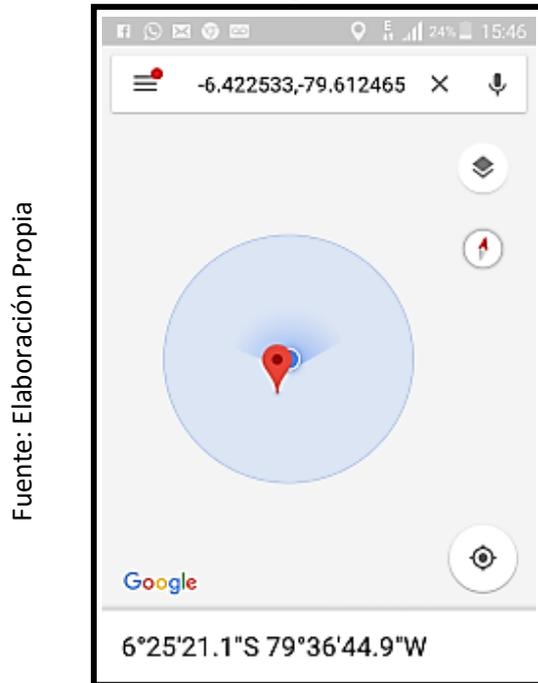
Diagrama de máxima demanda.

Para determinar el costo promedio mensual de energía consumida tomamos como tarifa energética el costo de Kwh fotovoltaica, Tarifa Eléctrica Rural para Sistemas Fotovoltaicos, BT8-320 para la costa que es de 7.40 Soles KWh. (Ver Anexo N° 1 de Tarifa).

3.3. Analizar el potencial de energía fotovoltaica en función a los niveles de radiación solar.

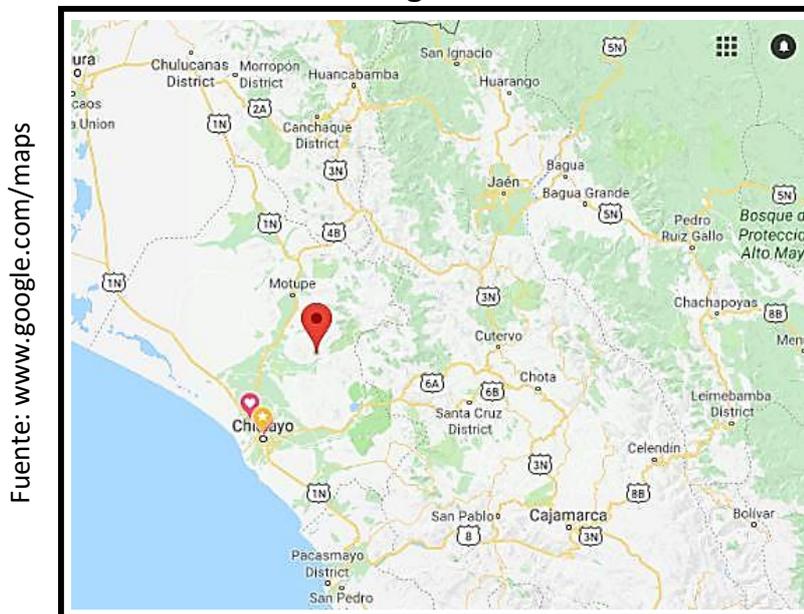
El fundo La Viña tiene una extensión de 1200 hectáreas, se encuentra ubicado en Batangrande, y la zona donde se pretende instalar los equipos es $6^{\circ}25'21.1''S$ $79^{\circ}36'44.9''W$.

Figura 7



Toma de ubicación donde se realizará el proyecto.

Figura 8



Ubicación del fundo La Viña.

3.3.1. Información estadística existente.

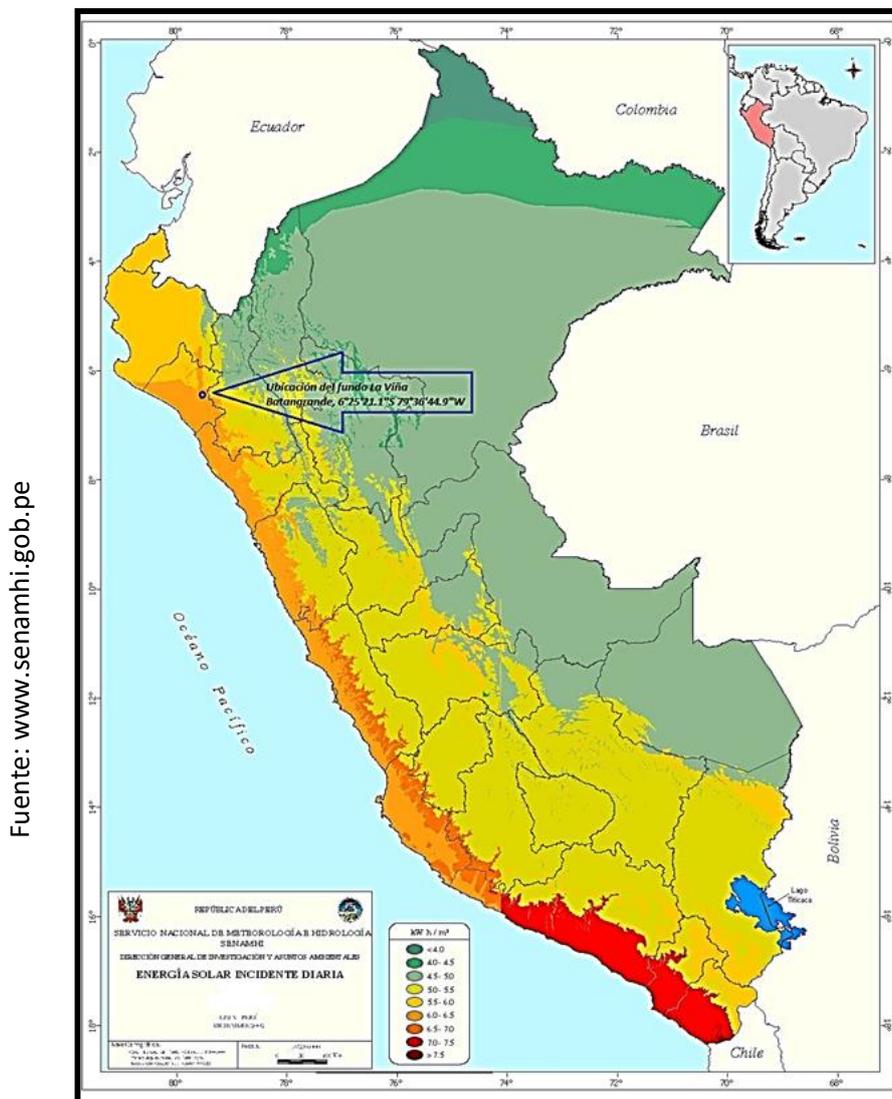
Se analiza los valores de las instituciones que realizan monitoreos constantes del área de influencia del proyecto,

Fuentes de registro de Información de energía solar.

- a) Atlas de Energía Solar del Perú
- b) Global Solar Atlas

- a) Atlas de Energía Solar del Perú

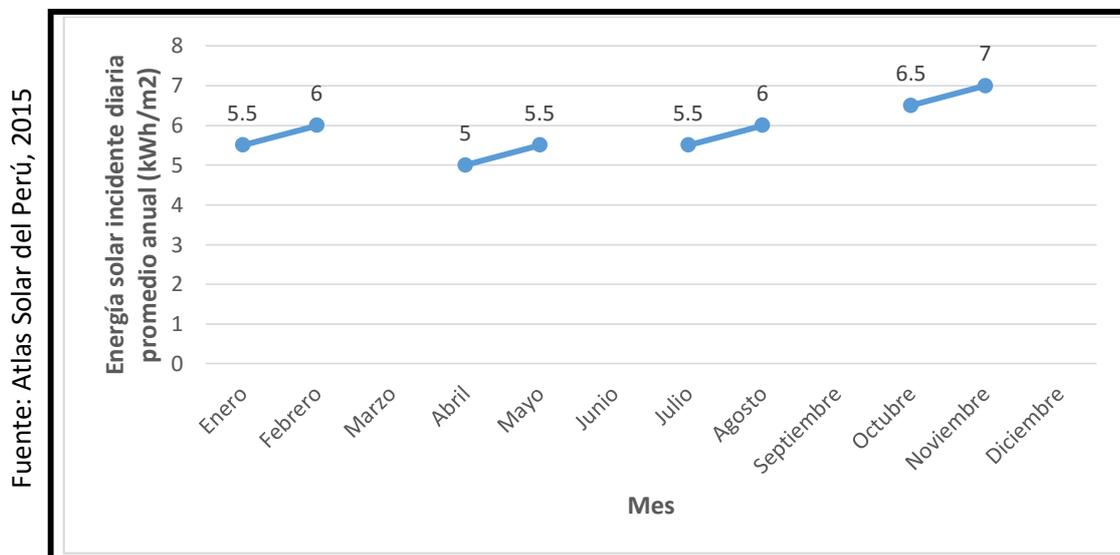
Figura 9.



Se puede observar dentro del territorio peruano la ubicación del fundo La Viña, en la costa norte ($6^{\circ}25'21.1''S$ $79^{\circ}36'44.9''W$), donde se dispone de 6,0 a 6,5 kWh/m².

De una manera más gráfica los datos de energía solar incidente diaria antes mencionados se presentan en la figura 9.

Figura 10



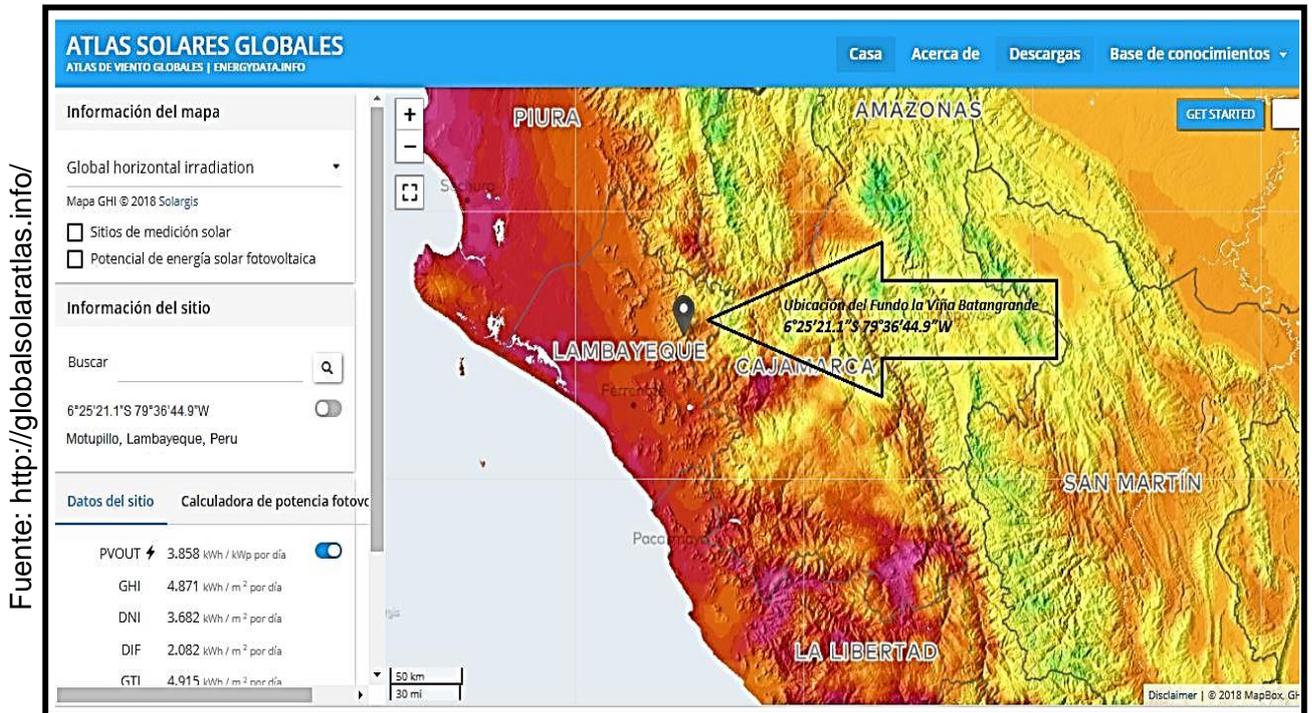
Energía solar incidente diaria en el departamento de Lambayeque (kWh/m²) según el mes.

Si bien es cierto que se posee la data de latitud y longitud de los centros poblados, el Atlas de Energía Solar del Perú brinda datos de energía solar de manera general (según todo el país, por departamentos, o por meses), lo cual limita la obtención de datos específicos de cada centro poblado a través del tiempo. Se puede concluir que el valor mínimo de radiación según el “Atlas de Energía Solar del Perú” es 5.0 kWh/m².

b) Global Solar Atlas.

De la plataforma web del “Global Solar Atlas” se puede observar en la figura 10:

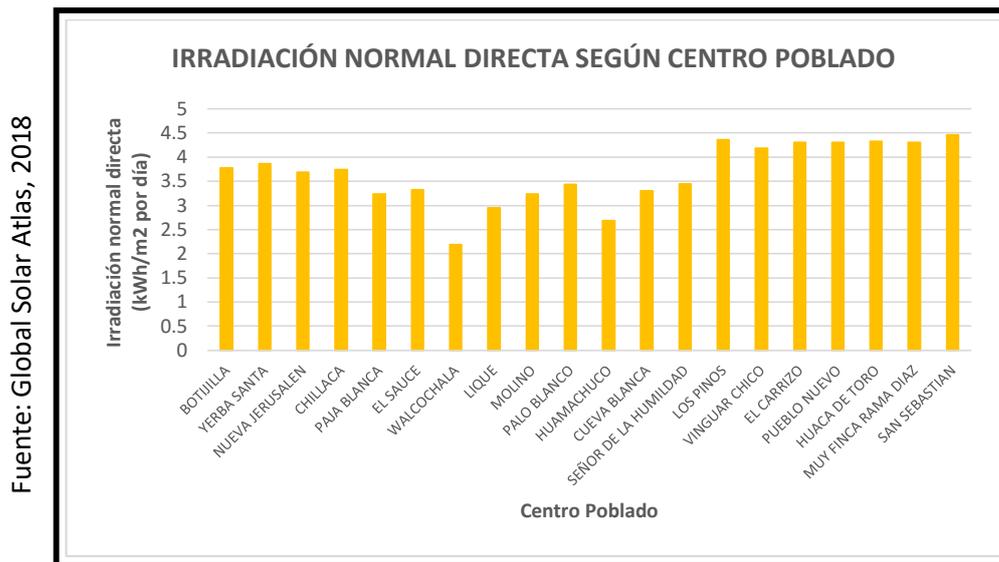
Figura 11.



Plataforma web “Global Solar Atlas”.

Se puede apreciar según los datos que se muestran en la ubicación del fundo La Viña, que se obtienen 4.871 KWh/m² por día.

Figura 12.



Irradiación normal directa según centro poblado.

Con lo mencionado en el apartado anterior se puede concluir que los valores mínimos de irradiación según el “Global Solar Atlas” se muestran en la tabla 6

Fuente: Global Solar Atlas, 2018

Tabla 8.

-	Irradiación Horizontal Global (kWh/m² por día)	Irradiación Normal Directa (kWh/m² por día)	Irradiación Horizontal Difusa (kWh/m² por día)	Irradiación Inclinada Global (kWh/m² por día)
VALOR MÍNIMO	4.011	2.186	2.123	4.041

Valores Mínimos de Irradiación Horizontal Global, Irradiación Normal Directa, Irradiación Horizontal Difusa e Irradiación Inclinada Global

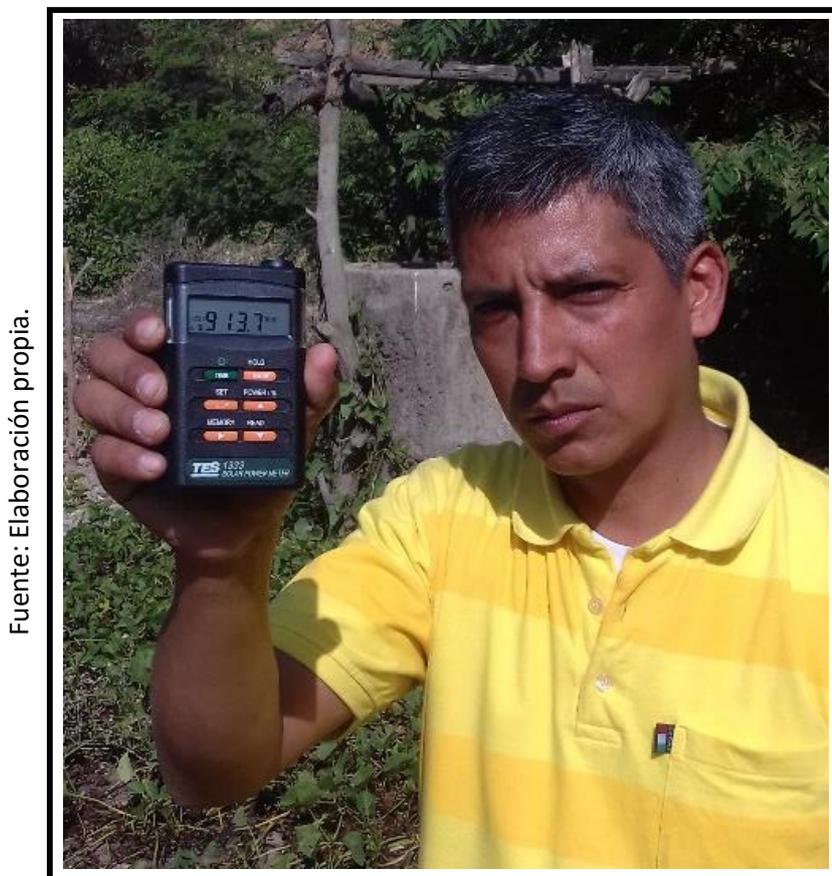
3.3.2. Mediciones Realizadas en situ.

Se realizó las mediciones, para lo cual se estableció un protocolo de mediciones:

Protocolo de Mediciones.

- a) Se realizaron mediciones todos los días de la semana, la semana se ha escogido de manera aleatoria, para comparar con las mediciones de las instituciones meteorológicas.
- b) El horario de medición será de 09.00 a 17.00, en 1 semana en el mes de abril y la otra semana en el mes de mayo.
- c) Se hicieron mediciones cada 15 minutos.
- d) Se utilizó el Instrumento de medición Solarímetro Modelo (TES 1333 SOLAR POWE METER).

Figura 13.



Fuente: Elaboración propia.

Medición realizada in situ con Solarímetro Digital.

Tabla 9.

HORA		SEMANA 1 (KWh/m2)						
		LUNE	MART	MIERC	JUEV	VIERN	SABA	DOMI
9:00 - 10:00	09:00	2.01	2.73	2.76	2.73	2.03	2.01	2.73
	09:15	2.03	2.76	2.01	2.70	2.76	2.73	2.03
	09:30	2.73	3.05	2.04	2.78	3.05	2.78	2.76
	09:45	3.57	3.06	2.06	3.02	3.06	3.02	3.25
10:00 - 11:00	10:00	3.58	4.14	2.52	3.02	3.93	3.02	3.36
	10:15	3.74	4.85	2.67	3.05	3.88	3.05	3.74
	10:30	3.93	4.92	3.00	3.06	4.08	3.06	3.93
	10:45	3.88	5.16	3.12	4.14	4.09	4.14	3.89
11:00 - 12:00	11:00	4.08	5.11	3.49	4.85	5.09	4.85	4.08
	11:15	4.09	5.18	3.75	4.92	5.41	4.92	4.10
	11:30	5.09	5.22	4.08	5.16	5.48	5.16	5.09
	11:45	5.41	5.33	4.14	5.09	5.65	5.09	5.41
12:00 - 13:00	12:00	5.48	5.52	4.26	5.41	5.82	5.41	5.48
	12:15	5.65	5.72	4.48	5.48	5.71	5.72	5.65
	12:30	5.82	5.70	4.86	5.65	5.71	5.70	5.82
	12:45	5.71	5.60	5.34	5.82	5.88	5.60	5.71
13:00 - 14:00	13:00	5.71	5.72	5.52	5.71	5.85	5.70	5.71
	13:15	5.71	5.35	5.64	5.82	5.07	5.85	5.70
	13:30	5.65	5.25	5.70	5.71	5.14	5.73	5.66
	13:45	5.82	5.09	5.85	5.71	5.16	5.26	5.83
14:00 - 15:00	14:00	5.71	5.10	5.73	5.71	5.09	4.47	5.71
	14:15	5.71	5.04	5.26	5.65	5.10	4.34	5.71
	14:30	5.71	4.34	4.47	5.02	5.04	4.35	5.70
	14:45	5.65	4.35	4.60	4.34	4.34	4.08	5.66
15:00 - 16:00	15:00	5.02	3.93	4.08	4.35	4.35	2.84	5.02
	15:15	4.08	3.74	2.84	3.93	4.08	2.31	4.08
	15:30	2.84	3.58	2.31	3.74	2.84	2.07	2.84
	15:45	2.31	3.57	2.32	3.58	2.31	1.95	2.31
16:00 - 17:00	16:00	2.07	2.73	2.13	3.57	2.07	1.81	2.32
	16:15	1.95	2.03	2.04	2.73	1.95	1.94	1.93
	16:30	1.83	2.01	2.05	2.13	1.83	1.74	1.47
	16:45	1.69	2.04	1.92	2.04	2.05	1.72	1.20

Mediciones de valores de radiación solar, semana 1

Interpretación:

En la semana 1, los menores valores de radiación solar ocurren entre las 09.00 y 11.00 horas y entre las 15:00 y 17:00 horas, con valores menores a 3 Kwh/m2. La mayor cantidad de radiación solar ocurre entre las 13.00 y 14.00 horas del día, con un valor de 5.7 Kwh/m2 promedio, y si se compara con las mediciones

de las Instituciones Meteorológicas, su valor es menor, debido a que el valor es menor a 6 Kwh/m², y dichas Instituciones si alcanzan picos mayores a 6. Kwh/m²

Tabla 10.

HORA		SEMANA 2 (KWh/m ²)						
		LUNE	MART	MIERC	JUEV	VIERN	SABA	DOMI
9:00 - 10:00	09:00	2.01	2.03	1.99	2.41	2.73	1.61	2.03
	09:15	2.76	2.73	2.76	2.73	2.76	2.03	2.73
	09:30	2.88	2.76	2.78	2.76	2.59	2.76	2.76
	09:45	3.05	2.81	3.02	2.78	2.70	2.06	3.05
10:00 - 11:00	10:00	3.06	3.05	3.02	3.02	3.05	2.52	3.06
	10:15	4.14	3.06	3.05	3.02	3.06	2.67	4.14
	10:30	4.85	3.05	3.06	3.05	4.14	3.00	4.85
	10:45	4.92	3.06	4.14	3.06	4.85	3.12	4.92
11:00 - 12:00	11:00	4.09	4.14	4.85	4.14	4.92	3.49	4.09
	11:15	5.09	4.85	4.92	4.85	5.16	3.75	5.09
	11:30	5.41	4.92	5.16	4.92	5.09	4.08	5.41
	11:45	5.48	5.16	5.09	5.16	5.41	4.14	5.48
12:00 - 13:00	12:00	5.65	5.09	5.41	5.09	5.48	4.26	5.65
	12:15	5.72	5.41	5.48	5.41	5.65	4.48	5.72
	12:30	5.70	5.52	5.65	5.48	5.82	4.86	5.70
	12:45	5.60	5.64	5.82	5.65	5.71	5.34	5.60
13:00 - 14:00	13:00	5.72	5.70	5.71	5.82	5.71	5.52	5.72
	13:15	5.35	5.85	5.82	5.71	5.70	5.64	5.35
	13:30	5.09	5.73	5.71	5.82	5.66	5.70	5.09
	13:45	5.10	5.26	5.33	5.71	5.83	5.85	5.10
14:00 - 15:00	14:00	5.04	4.47	5.09	5.71	5.71	5.73	5.04
	14:15	4.34	4.60	5.10	5.71	5.71	5.09	4.34
	14:30	4.35	4.08	5.04	5.65	5.70	5.10	4.35
	14:45	5.10	2.84	4.34	5.02	5.66	5.04	5.10
15:00 - 16:00	15:00	5.04	2.31	4.35	4.34	5.02	4.34	5.04
	15:15	4.34	2.32	3.93	4.35	4.08	4.35	4.34
	15:30	4.35	2.13	3.74	3.93	2.84	4.08	4.35
	15:45	4.08	2.04	3.58	3.74	2.31	2.84	4.08
16:00 - 17:00	16:00	2.84	2.05	3.57	3.58	2.32	2.31	2.84
	16:15	2.31	1.92	2.73	3.57	1.93	2.07	2.31
	16:30	2.32	1.72	2.54	2.73	1.47	1.95	2.32
	16:45	1.93	1.53	2.01	2.13	1.20	1.81	1.93

Fuente: Guía de Observación

Mediciones de valores de radiación solar, semana 2

En la semana 2, los menores valores de radiación solar ocurren entre las 09.00 y 11.00 horas y entre las 15:00 y 17:00 horas, con valores menores a 3 KWh/m². La mayor cantidad de radiación solar ocurre entre las 13.00 y 14.00 horas del día, con un valor de 5.7 en KWh/m² promedio, y si se compara con las mediciones de las Instituciones Meteorológicas, su valor es menor, debido a que el valor es menor a 6 KWh/m², y dichas Instituciones si alcanzan picos mayores a 6 KWh/m².

Es de mucha importancia que se tenga en cuenta un seguidor solar ya que en las tomas de datos realizadas, se pudo observar la pérdida de energía de un 30% debido a los ángulos rotatorios.

Análisis Probabilístico de Weibull para determinar el valor de radiación solar, para el diseño de los paneles fotovoltaicos.

Para analizar la probabilidad de ocurrencia de los valores de radiación solar, se realiza por cada hora de nivel de radiación de las dos semanas de medición en diferente mes.

Probabilidad de Niveles de radiación a las 9.15 am

Con el uso del software libre de cálculo, se realiza el análisis de Weibull, con los datos:

El procedimiento se realiza:

- a) Mediante la ecuación **Rango = ((Mx-0.3)/(N+0.4))**, se determina la mediana de la lista de observaciones, donde Mx, es la medida del valor de radiación en la posición x y N, es el número de observaciones.
- b) La función de Weibull, expresado en función exponencial, se resuelve linealizando los ejes cartesianos, mediante el logaritmo de la función, tanto para el x como para el eje y, que finalmente constituyen puntos que se enmarcan en una ecuación de la recta.
- c) En el eje Y, queda la expresión de **ln (ln (1/(1-Median Rank)))**, y en el eje X, los valores de las mediciones de radiación.

Tabla 11

Nivel de radiación 09.15 am	Posición (x)	Median Ranks	1/(1-Median Rank)	ln(ln(1/(1-Median Rank)))	ln(Nivel de radiación)
2.010	1	0.09	1.10	-2.31	0.70
2.030	2	0.23	1.30	-1.34	0.71
2.030	3	0.36	1.57	-0.79	0.71
2.700	4	0.50	2.00	-0.37	0.99
2.730	5	0.64	2.74	0.01	1.00
2.760	6	0.77	4.35	0.39	1.02
2.760	7	0.91	10.57	0.86	1.02

Fuente: Elaboración propia

Distribución de Weibull

$$f(t) = \frac{\beta(t-\delta)^{\beta-1}}{\theta^\beta} \exp\left[-\left(\frac{t-\delta}{\theta}\right)^\beta\right], t \geq \delta \quad (1)$$

Donde t Variable aleatoria que, para el caso de la confiabilidad, representa el tiempo entre fallas; β es el parámetro de forma ($0 < \beta < \infty$); θ es el Parámetro de escala ($0 < \theta < \infty$); y δ es el parámetro de localización ($-\infty < \delta < \infty$).

La solución de la probabilidad de Weibull, se desarrolla por el método de los mínimos cuadrados, en el cual se convierte la función logarítmica en función lineal mediante la ecuación dos veces exponencial, para lo cual se utiliza el comando solver del Microsoft Excel.

Beta (parámetro pendiente) =	5.760
Eta (Característica vida) =	2.620

En función a ello, se tiene la siguiente tabla de probabilidad de ocurrencia de que suceda el evento

Tabla 12.

Fuente: Solver Microsoft Excel	Nivel de radiación 09.15	Probabilidad ocurrencia (%)
	2.010	80.472
	2.030	79.452
	2.030	79.452
	2.700	30.448
	2.730	28.159
	2.760	25.933
	2.760	25.933

Probabilidad de ocurrencia con análisis Weibull

Interpretación:

Según el análisis probabilístico de Weibull, a las 09.15 horas en la cuales se tomó la medición durante los siete días de la semana 1 del mes de abril, se tiene una probabilidad de 80.472% que el nivel de radiación solar sea de 2.01 Kwh/m², que resulta siendo el valor más bajo a esa hora de inicio del inicio de las mediciones realizadas, con lo cual el valor es muy bajo para la conversión energética en los paneles fotovoltaicos, que requieren valores cercanos a 4 Kwh/m², según información de los fabricantes de paneles fotovoltaicos.

De la misma forma se determina la probabilidad de ocurrencia del evento de nivel de radiación solar a las 09.15 am, de la semana 2.

Tabla 13

Fuente: Solver Microsoft Excel	Nivel de radiación 09.15 am	Mediana	Median Ranks	1/(1-Median Rank)	ln(ln(1/(1-Median Rank)))	ln(Nivel de radiación)
	2.03	1	0.09	1.10	-2.31	0.71
	2.73	2	0.23	1.30	-1.34	1.00
	2.73	3	0.36	1.57	-0.79	1.00
	2.73	4	0.50	2.00	-0.37	1.00
	2.76	5	0.64	2.74	0.01	1.02
	2.76	6	0.77	4.35	0.39	1.02
	2.76	7	0.91	10.57	0.86	1.02

Distribución de Weibull

Beta (parámetro pendiente) =	7.200
Eta (Característica vida) =	2.820

Tabla 14

Fuente: Solver Microsoft Excel	Nivel de radiación 09.15	Probabilidad ocurrencia (%)
	2.03	91.047
	2.73	45.306
	2.73	45.306
	2.73	45.306
	2.76	42.463
	2.76	42.463
	2.76	42.463

Resultado de análisis probabilístico de Weibull

Interpretación:

Según el análisis probabilístico de weibull, a las 09.15 horas en la cuales se tomó la medición durante los siete días de la semana 2 del mes de abril, se tiene una probabilidad de 91.04% que el nivel de radiación solar sea de 2.03 Kwh/m², que resulta siendo el valor más bajo a esa hora de inicio del inicio de las mediciones realizadas, con lo cual el valor es muy bajo para la conversión energética en los paneles fotovoltaicos, que requieren valores cercanos a 4 Kwh/m², según información de los fabricantes de paneles fotovoltaicos.

Se realiza el análisis de ocurrencia del nivel de radiación a las 13:00 que es las horas de mayor incidencia del valor de radiación solar.

Tabla 15.

Fuente: Solver Microsoft Excel

Nivel de radiación 13.45 am	Mediana	Median Ranks	1/(1-Median Rank)	ln(ln(1/(1-Median Rank)))	ln(Nivel de radiación)
5.09	1	0.09	1.10	-2.31	1.63
5.16	2	0.23	1.30	-1.34	1.64
5.26	3	0.36	1.57	-0.79	1.66
5.71	4	0.50	2.00	-0.37	1.74
5.82	5	0.64	2.74	0.01	1.76
5.83	6	0.77	4.35	0.39	1.76
5.85	7	0.91	10.57	0.86	1.77

Distribución de Weibull

Eta (Característica vida) =	5.700
MTBF (horas)=	5.513

Tabla 16

Fuente: Solver Microsoft Excel

Nivel de radiación 09.15	Probabilidad ocurrencia (%)
5.09	84.648
5.16	81.311
5.26	75.552
5.71	35.767
5.82	24.890
5.83	23.955
5.85	22.122

Distribución de Weibull

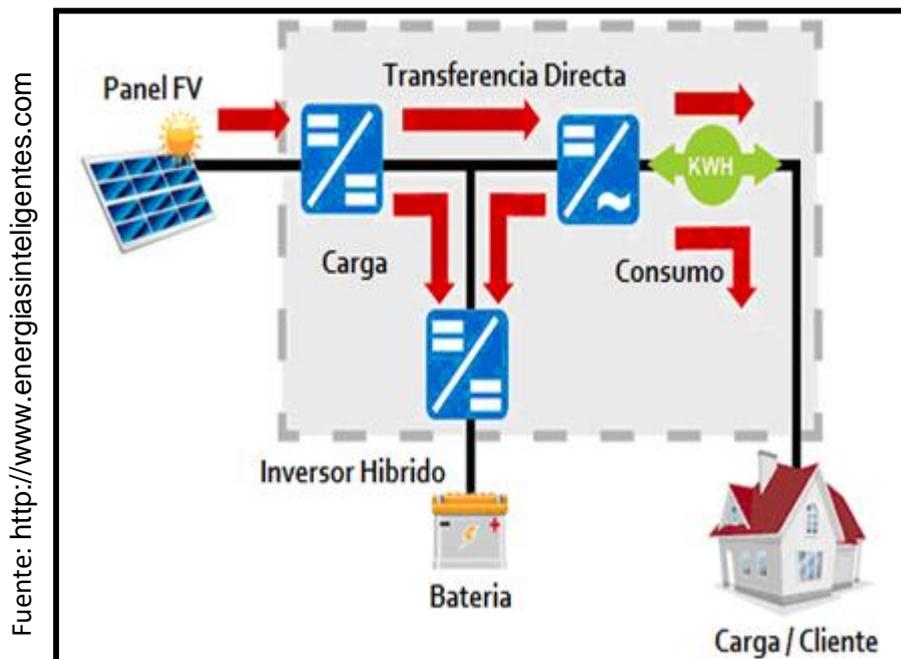
Del análisis de weibull, se puede determinar que existe una probabilidad del 84.64% que el valor de radiación solar sea de 5.09 a las 13.45 horas, que es un valor adecuado para el aprovechamiento energético de las células fotovoltaicas, para transformar los niveles de radiación solar en términos de energía eléctrica.

3.4. Seleccionar los componentes electromecánicos del sistema fotovoltaico, de acuerdo a los parámetros eléctricos que requieren las cargas.

Determinación del Número de Paneles Solares.

La energía que se requiere en un día de acuerdo a lo determinado en el ítem 3.2 es de 23446.66 Wh, con una máxima demanda de 21741.16.52 Wh.

Figura 12.



Fuente: <http://www.energiasinteligentes.com>

Conexión de sistema fotovoltaico

Se propone la siguiente configuración de conexión del sistema fotovoltaico a los consumidores de energía, es decir con una conexión directa desde la generación fotovoltaica hacia la electrobomba que es la que tiene mayores horas de funcionamiento al día, y una conexión hacia un banco de baterías, el cual almacena energía eléctrica para su entrega a las cargas de acuerdo a las necesidades de energía.

La energía eléctrica almacenada en el Banco de Baterías, garantiza autonomía del sistema para un día, en el caso en que las probabilidades de los niveles de radiación solar sean bajas.

Para el caso de la electrobomba, tiene una potencia de 2684.52 Watt, y requiere un funcionamiento de 8 horas al día desde las 09.00 hasta las 17.00 horas, se hace la conexión directa desde los paneles solares, pero también la electrobomba es alimentada a través del respaldo del banco de baterías.

Según el análisis del potencial solar, las horas en las cuales los niveles de radiación solar son mayores a 5.09 Kwh/m², son entre las 10.00 y 16.00 Horas, por lo tanto, en el periodo de 09.00 -10.00 y de 16.00 a 17.00 horas, es necesario el suministro de energía desde el banco de baterías hacia la electrobomba.

Determinar la Potencia del generador Fotovoltaico (P_{gfv})

Se determina en función de la energía a producir y de la irradiación a la que están sometidos los Paneles fotovoltaicos.

$$P_{gfv} = \frac{E_{ap} \times I_{stc}}{R_{lc} \times p_s \times e_{finst}}$$

Donde:

- Eap: Energía a producir (Kwh).
- ISTC: Irradiancia estándar (1 Kw/m²).
- Rlc: Irradiancia recibida en la localización de los paneles (Kwh/m²).
- Ps: Pérdidas por sombreado.
- Efinst: Eficiencia del sistema fotovoltaico.

En el lugar de instalación, los paneles fotovoltaicos no tienen ningún tipo de pérdidas debido al efecto sombra por lo que no se considera a la hora de calcular la potencia de nuestro generador.

El valor de la irradiancia de acuerdo al análisis de la potencia solar, es de 5.09 Kwh/m²

En cuanto a la eficiencia de la instalación en condiciones reales usaremos un valor de 0,89, con lo cual se garantiza la generación eléctrica a esas condiciones.

$$Pf = \frac{23.4466 \times 1}{5.09 \times 0.89} = 5.176 \text{ Kw}$$

El número de paneles fotovoltaicos, se determina: (N)

$$N = \frac{Pf}{Ppf}$$

N= Número de paneles fotovoltaicos

Pf = Potencia del Sistema Fotovoltaico

Ppf = Potencia de cada Panel Fotovoltaico.

Se selecciona paneles Policristalino de 300 Watt (Ppf) pico de potencia, por lo tanto:

$$N = 5176/300 = 17.25 = 18 \text{ paneles}$$

Se requiere de 18 paneles de 24V fotovoltaicos de las siguientes características:

Tabla 17.

CARACTERISTICAS ELECTRICAS	
Potencia máxima	300 Watts
Tensión de máxima	38 V
Corriente máxima	7.89 A
Tensión de circuito abierto	45,5 V
Corriente de cortocircuito	8,56 A
Eficiencia del módulo	18.35 %

Fuente:

<https://spanish.alibaba.com>

Especificaciones Técnicas de los Paneles Solares

De los paneles fotovoltaicos de 300 Watt, con una generación a un nivel de tensión de 24 voltios, realizando una conexión en serie de todos los paneles para obtener una tensión de 684V cuando el panel obtiene la máxima tensión (38V), teniendo en cuenta que su tensión nominal será de 24V sumando una tensión total de 434V, la tensión de entrada al inversor no debe exceder de los 1000 voltios.

Dimensionado del inversor regulador.

Mediante la siguiente ecuación, obtenemos la intensidad de corriente del inversor regulador.

$$I_{Regulador} = I_{Generador}$$

$$I_{Regulador} = N^{\circ} \text{ circuito serie} \times I_{sc}$$

$$I_{Regulador} = 1 \times 7.89$$

$$I_{Regulador} = 7.89 \text{ A}$$

La Intensidad de corriente para el regulador será de 7.89 A, con un voltaje total de los paneles de 648V tomando en cuenta la máxima tensión de los mismos 38V. El inversor seleccionado admite una corriente máxima de 16 A, estando dentro del rango admisible. En consecuencia, la corriente de carga se demuestra mediante la presente ecuación:

$$P = V * I * \sqrt{3}$$

$$I = \frac{P}{V * \sqrt{3}}$$

$$I = \frac{5176}{220 * \sqrt{3}}$$

$$I = 13.58 \text{ A}$$

El equipo seleccionado está diseñado para aplicaciones industriales, con una carcasa para operar expuesta al ambiente, categoría de protección IP65. Operación en sistemas de hasta 8000 W, configuración para sistemas de baterías de (12 V, 24 V). Es viable acoplar con las mismas características en serie o paralelo.

Figura 13



Controlador solar

Dimensionamiento del Banco de Baterías.

Consumo Energético Efectivo $E(Wh)$

Para la determinación de la capacidad de almacenamiento de energía eléctrica del banco de baterías, es necesario conocer las pérdidas inherentes al sistema, lo cual se determina con la expresión:

$$R = (1 - K_b - K_c - K_x) \left(1 - \frac{K_a}{P_d} * N\right)$$

Dónde:

R: % de Pérdidas de energía eléctrica.

Ka: Autodescarga del inversor: 0.7, Ka = 0.3

Kb: Pérdidas por carga y descarga de la batería. Dicho valor oscila entre el 5 y 10% según el fabricante de baterías, y se considera de acuerdo al nivel de confiabilidad del sistema.

Kc: Eficiencia del inversor. El inversor tiene una eficiencia alta, con tecnología electrónica de alto performance que evita sobrecalentamientos. Valor de eficiencia 0.9, Kc = 0.1

Kr: Eficiencia del regulador de carga: 0.9

Kx: Otras pérdidas, se considera máximo 10%, aquí se incluye las pérdidas por caída de tensión, con un valor de 0.1

Pd: Eficiencia de descarga de la batería: 0.78

Reemplazando valores, se tiene:

$$R = 0,82$$

Una vez calculado el factor de perdidas en el sistema que es de 0,82, se procede a calcular:

La energía del acumulador.

$$E = \frac{Et}{R}$$

$$E = \frac{23446.66}{0,82}$$

$$E = 28593.49 \text{ Wh}$$

Considerando una descarga de las baterías al 70% con una autonomía (A) de 1 día, obtenemos.

$$Ct = \frac{E * A}{Vn * Pd}$$

Ct = Capacidad total (Ah)

E= Energía requerida en un día.

A = Autonomía en días.

Vn = Voltaje del acumulador.

Pd = Eficiencia de descarga de la batería

$$Ct = \frac{28593.49 \times 1}{24 * 0,78}$$

$$Ct = 1527.43 \text{ Ah}$$

La capacidad total del banco de baterías es de 1527.43 Ah.

Calculo de número de baterías. (N)

$$N = \frac{1527.43}{150} = 10.18 = 10 \text{ baterías}$$

Se utilizarán 10 baterías de 24V conectadas en serie que suman 240V., que según la ficha técnica del controlador está dentro del rango admisible.

Seleccionamos 10 baterías de 150 A-h, cada una, de ciclo profundo denominada RITAR, modelo RA24-150 (24V 150 A-H), la cual cumple con los datos tomados para nuestro cálculo.

Cálculo del Conductor Eléctrico

Conductor de la electrobomba.

La electrobomba se encuentra ubicado en el fondo de pozo tubular, por lo cual la distancia entre el banco de batería y la electrobomba es de 40 metros, con dicha distancia, se selecciona el tipo de conductor, por el análisis de caída de tensión y de capacidad de corriente eléctrica.

Por caída de tensión.

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 1000 * c * \rho * P * L}{S * U}$$

Dónde:

ΔU : Caída de tensión máxima admisible en voltios en la línea.

S: Sección del conductor en mm². Para un calibre 14AWG (2.08mm²)

c: Incremento de la resistencia alterna (normalmente c= 1.02).

ρ : Resistividad del conductor a la temperatura de servicio. (0.01786 Ohmios-mm²/m)

P: Potencia activa (Kw).

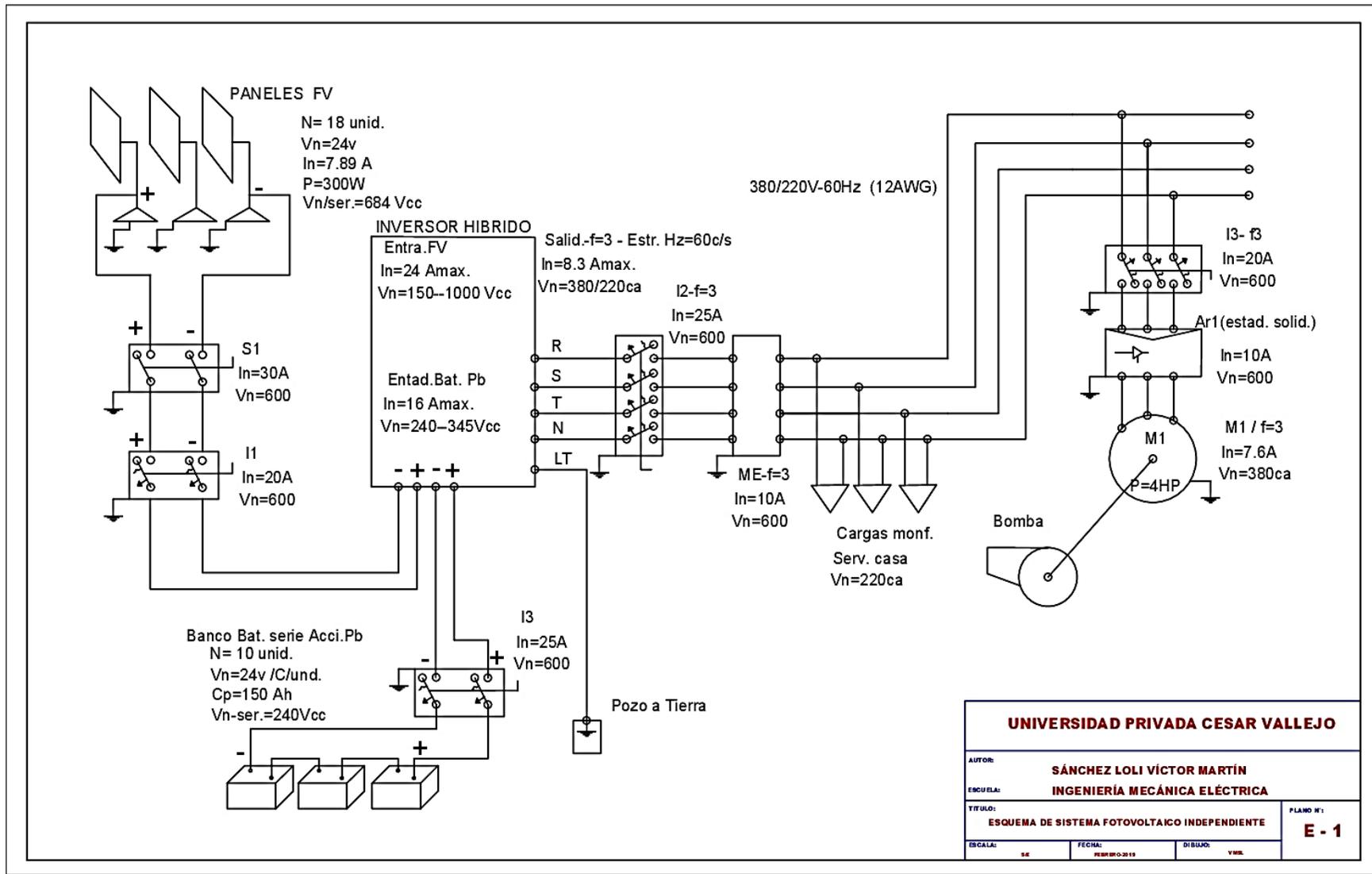
L: Longitud en Metros.

U: Tensión Nominal, en voltios.

Reemplazando valores se tiene:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 1000 * 1.02 * 0.01786 * 0.750 * 40}{2.08 * 380} = 1.19 \text{ V.}$$

La caída de tensión es de 0.119 Voltios, que en términos porcentuales representa $100 * 1.19 / 380 = 0.313\%$, que es un valor que está dentro de lo estipulado por el Código Nacional de Electricidad, que establece para zonas rurales la caída máxima de tensión del 5%.



UNIVERSIDAD PRIVADA CESAR VALLEJO			
AUTOR:		SÁNCHEZ LOLI VÍCTOR MARTÍN	
ESCUELA:		INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA	
TÍTULO:			PLANO N°:
ESQUEMA DE SISTEMA FOTOVOLTAICO INDEPENDIENTE			E - 1
ESCALA:	FECHA:	DISIÑO:	
1:1	FEBRERO 2013	VMS	

Plano a seguir para la instalación de los paneles:

3.5. Realizar la evaluación económica del proyecto, utilizando indicadores tales como valor actual neto, tasa interna de retorno, y relación beneficio costo.

3.5.1. Costo de la Inversión.

La inversión del proyecto de uso de la energía fotovoltaica, para el suministro de energía, se muestra en la tabla 15.

Tabla 18

Item	Unidad	Cant.	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Panel Solar 300 Watt, 24 Voltios	Unidad	18	740.0	13320.0
Inversor híbrido trifásico 8000W 380/220Vca	Unidad	1	10000.0	10000.0
Batería de ciclo profundo (Pb) RA 24 V, 150 Ah	Unidad	10	1060.0	10600.0
Cable para instalación fotovoltaica 12 AWG	Metros	8	2.0	16.0
Cable para instalación Electrobomba 14 AWG	Metros	40	1.4	56.0
Estructura panel solar ángulo 1"	Conjunto	1	300.0	300.0
Seguidor Solar	Unidad	1	800.0	800.0
Tablero eléctrico (incluye llave termomagnética 20 A)	Conjunto	1	250.0	250.0
Electrobomba 3.6Hp	Unidad	1	2630.0	2630.0
Total (S/.)				37972.0

Fuente: Autoría Propia

Costo de la Inversión **37972** soles.

3.5.2. Ingresos económicos del Proyecto.

El estudio se realizó teniendo en cuenta el gasto para regadío que se realiza en el fundo, que es de 2350.00 soles mensuales, con un costo a la fecha de 12.90 soles el galón de Diésel según la tabla 4.

Según el Decreto Legislativo 1002, suscrito el año 2017, en las disposiciones modificatorias, artículo 3° inciso d) indica que: Se requiere concesión definitiva para el desarrollo de cada una de las siguientes actividades, generación de energía eléctrica con recursos energéticos renovables conforme a la ley de la materia, con potencia instalada mayor de 500 KW.

Por lo tanto el proyecto no es afectado por esta ley y no requiere concesión por ser de menor potencia y por ser privado.

3.5.3. Egresos del proyecto.

Costo de Mantenimiento.

Para el caso del costo de mantenimiento preventivo, que consiste en la limpieza, verificación de elementos, ajuste de los accesorios, entre otros, representan el 5% Anual del costo de la inversión del proyecto, es decir $0.05 * 37972.00 = 1898.6$ Soles Anuales, que representan $1898.6 / 12 = 158.20$ Soles mensuales.

Esto significa un costo de 0.2244208 soles el KW/h.

3.5.4. Flujo de caja del proyecto.

El flujo de caja se realiza con todos los ingresos, egresos e inversión inicial del proyecto, se analiza en el tiempo de 36 meses, debido a que es un proyecto de mediano plazo, tal como se detalla en la tabla.

Tabla 19

MES	0	1	2	3	4	5	6	33	34	35	36
INVERSIÓN INICIAL	37972.00										
INGRESOS (S)		2350.00	2350.00	2350.00	2350.00	2350.00	2350.00	2350.00	2350.00	2350.00	2350.00
EGRESOS (S)		158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00	158.00
UTILIDAD: INGRESOS-EGRESOS		2192.00	2192.00	2192.00	2192.00	2192.00	2192.00	2192.00	2192.00	2192.00	2192.00

Flujo de Caja

3.5.5. Análisis con indicadores económicos.

Valor Actual Neto

Los valores de los ingresos y egresos mensuales, llevándolas al mes cero, donde se inicial el proyecto, con una tasa de interés del 18% Anual, que es la tasa de interés para proyectos de inversión del sector privado. Esta tasa es una tasa para proyectos de inversión de mediano plazo. La tasa de 18% anual, es equivalente a una tasa de 3.5% mensual.

Utilidad actualizada al tiempo 0:

$$Ia = \frac{In * [(1 + i) ^n - 1]}{[i * (1 + i)^n]}$$

Dónde:

Ia: Utilidad actualizada al mes 0.

Ia: Utilidad Mensual (Ingresos – Egresos): S/. 2192.00

i:Tasa de Interés: 3.5% Mensual

n: Número de Meses: 36

Reemplazando valores, para lo cual utilizamos el comando VNA, del Software Microsoft Excel:

Fuente: Hoja de cálculo,
comando VNA Excel

Tabla 20

MES	1	2	3	4	5	6	7	33	34	35	36
UTILIDAD: INGRESOS-EGRESOS	2192	2192	2192	2192	2192	2192	2192	2192	2192	2192	2192
VAN(0.035,013:AY)	44476.76										

Cálculo del Valor Actual Neto

Se obtiene: Ia = S/. 44476.76

Por lo tanto el valor actual neto es la diferencia entre la utilidad actualizada del proyecto (Ia) y el valor de la inversión: 44476.76 – 37972.00 =.S/. 6504.76

Tasa Interna de Retorno

Para calcular la tasa interno de retorno, se determina haciendo que los ingresos actualizados con una tasa de interés a determinar es igual a la inversión inicial del proyecto.

$$Inv = \frac{Ia * [(1 + TIR) ^n - 1]}{[TIR * (1 + TIR)^n]}$$

Dónde:

Inv: Inversión Inicial S/. 37972.00

Ia: S/. 2192.00 de Utilidades Mensuales

TIR: Tasa Interna de Retorno.

n; Número de meses: 36.

Fuente: Hoja de cálculo,
comando TIR Excel

Tabla 21.

MES	0	1	2	3	4	5	6	7	33	34	35	36
UTILIDAD: INGRESOS- EGRESOS	-37972.00	2192.00	2192.00	2192.00	2192.00	2192.00	2192.00	2192.00	2192.00	2192.00	2192.00	2192.00
TIR=	5%											

Cálculo de la Tasa Interna de Retorno

Reemplazando valores, y mediante una metodología de aproximaciones o utilizando el software Microsoft Excel, se calcula el valor del TIR, siendo éste igual a 5% mensual, que representa un valor superior a la tasa de interés mensual que oscila al 3.5% mensual.

Relación Beneficio Costo

La relación beneficio / costo está dado por:

$$B/C = \text{Utilidades Actualizadas al mes 0} / \text{Inversión inicial del Proyecto}$$

Reemplazando valores: 44476.76 / 37972.00, es de 1.17

La amortización mensual por el pago del préstamo a una entidad Bancaria de 37972.00 Soles, se realiza el análisis financiero para el periodo de 36 meses, en el cual la cuota fija mensual de pago del préstamo es de Soles:

Tabla 22.

PERIODO	DEUDA INICIAL	TAZA DE INTERES	INTERESES	AMORTIZACION	PAGO	DEUDA FINAL
1	37972.00	3.5%	36.92	1054.78	1091.70	36917.22
2	36917.22	3.5%	35.89	1054.78	1090.67	35862.44
3	35862.44	3.5%	34.87	1054.78	1089.64	34807.67
4	34807.67	3.5%	33.84	1054.78	1088.62	33752.89
5	33752.89	3.5%	32.82	1054.78	1087.59	32698.11
6	32698.11	3.5%	31.79	1054.78	1086.57	31643.33
7	31643.33	3.5%	30.76	1054.78	1085.54	30588.56
8	30588.56	3.5%	29.74	1054.78	1084.52	29533.78
9	29533.78	3.5%	28.71	1054.78	1083.49	28479.00
10	28479.00	3.5%	27.69	1054.78	1082.47	27424.22
11	27424.22	3.5%	26.66	1054.78	1081.44	26369.44
12	26369.44	3.5%	25.64	1054.78	1080.41	25314.67
13	25314.67	3.5%	24.61	1054.78	1079.39	24259.89
14	24259.89	3.5%	23.59	1054.78	1078.36	23205.11
15	23205.11	3.5%	22.56	1054.78	1077.34	22150.33
16	22150.33	3.5%	21.54	1054.78	1076.31	21095.56
17	21095.56	3.5%	20.51	1054.78	1075.29	20040.78
18	20040.78	3.5%	19.48	1054.78	1074.26	18986.00
19	18986.00	3.5%	18.46	1054.78	1073.24	17931.22
20	17931.22	3.5%	17.43	1054.78	1072.21	16876.44
21	16876.44	3.5%	16.41	1054.78	1071.19	15821.67
22	15821.67	3.5%	15.38	1054.78	1070.16	14766.89
23	14766.89	3.5%	14.36	1054.78	1069.13	13712.11
24	13712.11	3.5%	13.33	1054.78	1068.11	12657.33
25	12657.33	3.5%	12.31	1054.78	1067.08	11602.56
26	11602.56	3.5%	11.28	1054.78	1066.06	10547.78
27	10547.78	3.5%	10.25	1054.78	1065.03	9493.00
28	9493.00	3.5%	9.23	1054.78	1064.01	8438.22
29	8438.22	3.5%	8.20	1054.78	1062.98	7383.44
30	7383.44	3.5%	7.18	1054.78	1061.96	6328.67
31	6328.67	3.5%	6.15	1054.78	1060.93	5273.89
32	5273.89	3.5%	5.13	1054.78	1059.91	4219.11
33	4219.11	3.5%	4.10	1054.78	1058.88	3164.33
34	3164.33	3.5%	3.08	1054.78	1057.85	2109.56
35	2109.56	3.5%	2.05	1054.78	1056.83	1054.78
36	1054.78	3.5%	1.03	1054.78	1055.80	0.00

Fuente: Hoja de cálculo, Excel

Cuadro de amortización reducción cuota

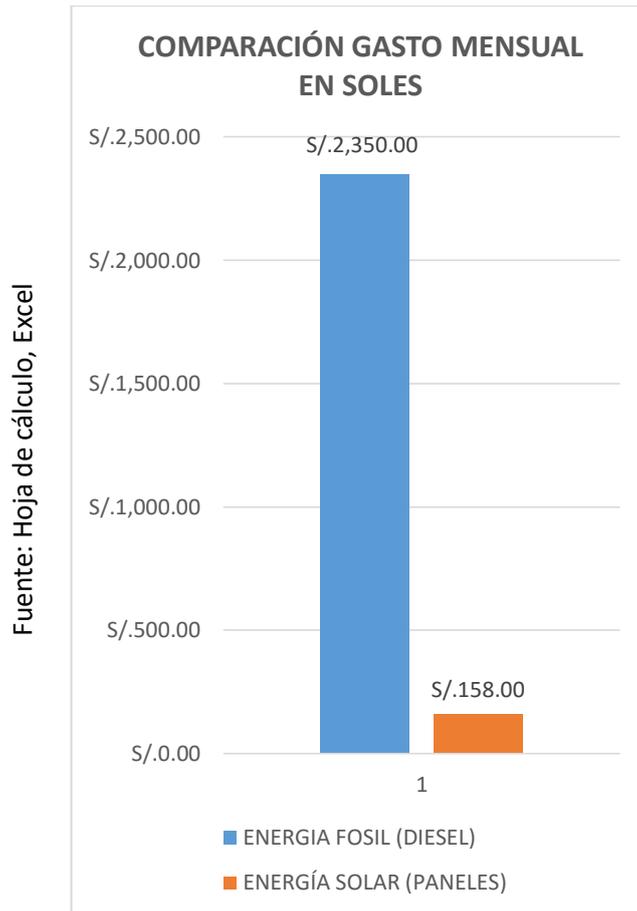
Fuente: Hoja de cálculo, Excel

Tabla 22.

CUADRO COMPARATIVO DE COSTO DE ENERGÍA	
ENERGIA FOSIL (DIESEL)	ENERGÍA SOLAR (PANELES)
S/. 2350.00	S/. 158.00

Cuadro comparativo de costo de energía.

Figura 14.



Fuente: Hoja de cálculo, Excel

Cuadro comparativo en soles de gasto en soles mensual.

En la figura 15, podemos apreciar que el gasto de 2350.00 soles mensual por uso de combustible fósil (tabla 4) comparándolo con lo que nos costaría el gasto de solo mantenimiento (ítem 3.5.3) de energía solar, esto justifica el proyecto, el cual obtiene una alta rentabilidad, debido a que el ahorro mensual sería muy significativo, obteniendo una diferencia en costo de 2192.00 soles, que significa un 1487.34% menos al mes.

Tabla 23.

ENERGIA FOSIL DIESEL (Soles)	ENERGÍA SOLAR PANELES	ENERGÍA DOMICILIARIA
S/. 15.67	S/. 0.22	S/. 0.75

Cuadro comparativo en soles de costo por KWh.

Figura 15.



Cuadro comparativo de costo KWh en soles.

En la figura 15 podemos observar la comparación de los costos KWh de energía de lo que podemos deducir que la energía renovable solar ya está compitiendo con la energía hidroeléctrica en costo.

IV. DISCUSION.

El uso de la energía fotovoltaica para fines productivos en el sector rural, es una de las formas de energías que más se adaptan, debido a la disponibilidad del recurso en las horas del día, así como también su maniobrabilidad por los mismos pobladores de la zona.

La propuesta de tener una configuración de conexión del sistema fotovoltaico a los consumidores de energía, es decir con una conexión directa desde la generación fotovoltaica hacia la electrobomba que es la que tiene mayores horas de funcionamiento al día, y una conexión hacia un banco de baterías, el cual almacena energía eléctrica para su entrega a las cargas de acuerdo a las necesidades de energía; es adaptable al sector productivo, porque las cargas en el interior de la vivienda son pequeñas comparadas con la carga de la electrobomba.

La energía eléctrica almacenada en el Banco de Baterías, garantiza autonomía del sistema para un día, en el caso en que las probabilidades de los niveles de radiación solar sean bajas.

En cuanto a la información estadística obtenida, como también de las mediciones realizadas, si bien es cierto que se posee la data de latitud y longitud de los centros poblados, el Atlas de Energía Solar del Perú brinda datos de energía solar de manera general (según todo el país, por departamentos, o por meses), lo cual limita la obtención de datos específicos de cada centro poblado a través del tiempo. En el caso de las mediciones realizadas con el análisis de Weibull, se garantiza en términos porcentuales la ocurrencia del mismo valor de radiación solar a la misma hora.

V. CONCLUSIONES.

Se realizó la evaluación de los consumos actuales de energía en el fundo La Viña, el cual tiene una máxima demanda de 74835.0 Wh y un consumo de energía al día de 76540.5 Wh, factor de carga de 21.15%, siendo la electrobomba de 20 HP la de mayor potencia, el cual funciona en el lapso de 5 horas impulsando 960 m³ de agua semanal. Actualmente la generación se hace con un grupo electrógeno el cual tiene un consumo promedio mensual de 2350 Soles.

En el análisis de la electrobomba que utiliza energía eléctrica del panel solar, se determinó que la distancia de la extracción del agua es de 71 m, el volumen de agua que se almacena en un tanque de almacenamiento es de 320 m³, con un caudal de impulsión de 5.95 Litros por segundos. Las pérdidas totales son 0.883 m. Las pérdidas de energía en la tubería de succión e impulsión es de 0.83 m y la altura dinámica total de 28.8 m. la potencia de la electrobomba es de 3.58 HP.

Se determinó el potencial de radiación solar mediante información estadística, así como también de las mediciones realizadas. Del análisis de Weibull, se puede determinar que existe una probabilidad del 84.64% que el valor de radiación solar sea de 5.09 a las 13.45 horas, que es un valor bueno para el aprovechamiento energético de las células fotovoltaicas, para transformar los niveles de radiación solar en términos de energía eléctrica.

Se hizo la selección de los componentes del sistema fotovoltaico, en el cual se determinó que se requieren de 18 paneles de 24 voltios y 300 watt; 10 baterías de 24V, de 150 A-h, cada una, de ciclo profundo denominada RITAR, modelo RA24-150 (24V 150 A-H).

Se realizó la evaluación económica, la cual determinó una inversión inicial de 37972 soles. El Valor Actual neto de S/.44476.76, la tasa

interna de retorno del 5% mensual, la Relación Beneficio Costo de 1.17, valores que hacen factible la implementación del proyecto propuesto.

VI. RECOMENDACIONES.

Incrementar para otras actividades productivas en el fundo, el uso de la energía solar complementada con la energía eólica, previa evaluación del potencial eólico, y de esa manera no solo vender la producción, sino que transformar el producto, dándole un valor agregado al mismo.

Del agua extraída y almacenada en el tanque, una parte de ella se puede utilizar para consumo humano, para lo cual mediante una planta de potabilización, se purifica mediante tecnología existente.

Para labores de regadío, se recomienda implementar el sistema de riego por goteo, el cual optimiza el uso de agua y nutrientes a la planta, y de esa manera disminuye el consumo de agua por hectárea de cultivo.

VII. REFERENCIAS.

- **Acosta, R., Martínez, E. y Riveros, J. (2015).** Tesis “Estudio de factibilidad técnica de una solución eléctrica de uso residencial con paneles solares en el municipio Sahagún departamento de Córdoba de la costa norte colombiana”. Posgrados de ingeniería, gerencia de proyectos de ingeniería de telecomunicación, Universidad Santo Tomas de Aquino, Bogotá.

Disponible en:

<http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/586/Estudio%20de%20factibilidad%20tecnica%20de%20una%20solucion%20electronica%20de%20uso.pdf?sequence=1>

- **ANDINA.** Lambayeque: Instalarán paneles solares para dotar de energía a zonas rurales. **2017.**

Disponible en:

<http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-lambayeque-instalaran-paneles-solares-para-dotar-energia-a-zonas-rurales-679780.aspx>

- **Bitar, S. y Chamas, S. (2017).** Estudio de factibilidad para la implementación de sistemas fotovoltaicos como fuente de energía en el sector industrial de Colombia. Colegio de Estudios Superiores de Administración –CESA. Maestría en Administración de empresas.

Disponible en:

<http://repository.cesa.edu.co/bitstream/handle/10726/1572/MBA00499.pdf?sequence=1>

- **DÍAZ Castañeda, Bruno.** Tesis “Proyecto de inversión social para el abastecimiento de agua potable para el caserío de Huaca Bandera – distrito de Pacora – provincia de Lambayeque usando un sistema de bombeo

solar”. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (USAT). Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Industrial. **2016**.

Disponible en:

http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/828/1/TL_DiazCastanedaBrunoGilberto.pdf

- **Energética (2015)**. Experiencias con Sistemas Fotovoltaicos de Tercera Generación en Argentina, Bolivia y Perú. Especificaciones técnico económicas. Pág. 15.

Disponible en:

<http://www.energetica.org.bo/energetica/publicacionesd.asp?d=240>

- **ESTUDIO**. Estudios de factibilidad de un proyecto. Consideraciones. 2017.

Disponible en:

<http://proyectos.aragua.gob.ve/descargas/ESTUDIOFACTIBILIDADECON%C3%93MICA.pdf>

- **Giraudy, C. et al (2014)**. Factibilidad de instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a red. Ingeniería energética.

Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012014000200007

- **Guerra, L. (2013)**. Tesis: Estudio de factibilidad técnico/económica de un sistema híbrido de generación de energía eléctrica para escuelas de Quinchao. Título de ingeniero civil mecánico. Universidad de Chile.

Disponible en:

http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/115291/cfguerra_lb.pdf;sequence=1

- **HERNÁNDEZ** Varillas, Luis. Sistemas fotovoltaicos: ¿autónomos o conectados a la red? 2012.

Disponible en:

<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia38/HTML/articulo02.htm>

- **INGENIERÍA**. Sistemas fotovoltaicos conectados a la red. 2017.

Disponible en:

https://www2.ineel.mx/proyectorfotovoltaico/pdf/7_INGENIERIA_DEL_SISTEMA.pdf

- **PROYECTOS**. Ejemplos de estudios de factibilidad. Consideraciones. Esquema. 2017.

Disponible en:

http://www.ejemplode.com/9-negocios/1489-Ejemplo_de_estudios_de_factibilidad.html

- **Vásquez, L. y Zúñiga, B. (2015)**. Tesis: “Proyecto de Prefactibilidad para la Implementación de Energía Solar Fotovoltaica y Térmica en el Campamento Minero Comihuasa”. Para optar Título de Ingeniero Industrial, Facultad de Ingeniería, carrera Ingeniería Industrial. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Lima.

Disponible en:

http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/593339/1/TEMA_SIS+FINAL.pdf

<https://es.scribd.com/document/187909191/Trabajo-de-Maxima-Demanda-de-Energia>

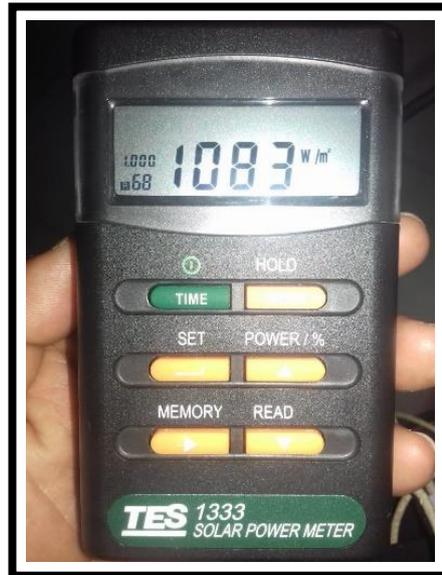
https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/Temas/TablaRugosidadAbsolutaMateriales.pdf

<http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-radiacion/medidor-radiacion-pce-spm1.htm>

<https://spanish.alibaba.com/product-detail/manufacture-in-china-12v-300w-solar-panel-polycrystalline-310w-320w-60603221157.html?spm=a2700.8699010.29.6.470e50afyq0spc&s=p>

VIII. ANEXOS.

8.1. ANEXO 01: DEL SOLARIMETRO.



8.1.1. FICHA TÉCNICA.

Monitor	Pantalla LCD, lectura LCD de 4 dígitos
Distancia	2000 W / m ² 634 Btu / (pies ² xh)
Resolución	0.1 W / m ² 0.1 Btu / (pies ² xh)
Respuesta espectral	400-1100nm
Exactitud	Típicamente dentro de ± 10 W / m ² [± 3 Btu / (ft ² xh)] o ± 5%, lo que sea mayor a la luz solar; Error de temperatura adicional inducido ± 0,38 W / m ² / °C [± 0,12 Btu / (ft ² xh) / °C] desde 25 °C
Precisión angular	Coseno corregido <5% para ángulos <60 °
Deriva	<± 2% por año
Calibración	Recalibración del usuario disponible
Sobre-entrada	La pantalla muestra "OL"
Tasa de muestreo	4 veces / seg
Memoria de datos Manu y lectura	99 juegos
Memoria de datos automáticos	43000 juegos (TES-1333R)
Batería	4 piezas de tamaño AAA
Vida de la batería	Aprox. 100 horas
Temperatura y humedad de funcionamiento	0 °C a 50 °C (32 °F a 122 °F) por debajo del 80% de HR
Temperatura y humedad de almacenamiento	-10 °C a 60 °C por debajo del 70% de HR
Peso	Aprox. 158g
Dimensión	110 (L) × 64 (W) × 34 (H) mm
Accesorios incluidos	Manual, 4 piezas de tamaño AAA, (cable RS232, software de CD → TES-1333R)

8.1.2. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN.



TES TES
Electrical
Electronic Corp.

7F, No. 31, Lane 513, Rui Guang Road, Neihu Dist. Taipei, Taiwan.
Tel: 886-2-2799-3660 Fax: 886-2-2799-5099
E-mail: tes@ms9.hinet.net <http://www.tes.com.tw>

DECLARATION OF COMPLIANCE

Herewith TES Electrical Electronic Corp. on the basis of the test undertaken verify that all items have been inspected and examined, are complied with the published general catalog and instruction manual of accuracy specifications for all ranges and parameters.

TES ELECTRICAL ELECTRONIC CORP.

8.2. ANEXO 02: DEL PANEL SOLAR.

8.2.1. FICHA TÉCNICA:

Technical Specifications			
Module Type	PP5310P-72		
	STC		NOCT
Maximum Power (Pmax)	310Wp		230Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	37.0V		34.4V
Maximum Power Current (Imp)	8.38A		6.68A
Open-circuit Voltage (Voc)	45.9V		42.7V
Short-circuit Current (Isc)	8.96A		7.26A
Module Efficiency STC (%)	16.14%		
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C		
Maximum system voltage	1000VDC (IEC)		
Maximum series fuse rating	15A		
Power tolerance	0~+3%		
Temperature coefficients of Pmax	-0.41%/°C		
Temperature coefficients of Voc	-0.31%/°C		
Temperature coefficients of Isc	0.06%/°C		
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C		



Panel solar 300W Policristalino.

8.3. ANEXO 03: DEL FUNDO Y TOMA DE DATOS:



Recorrido de tubería de la zona de succión de la motobomba hacia la poza de agua.



Poza de agua.



Motobomba de 20 HP existente en el Fundo.



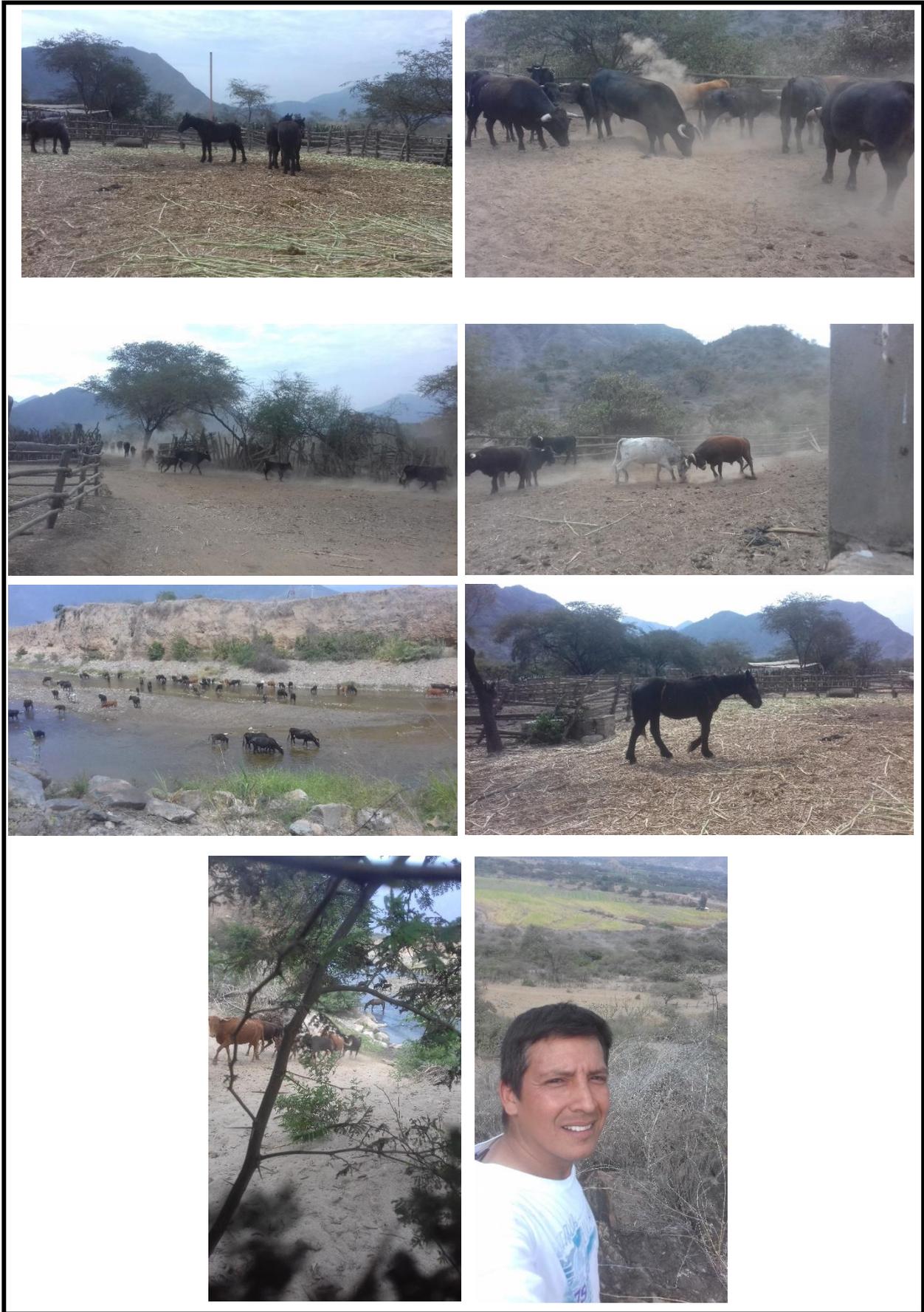
Motobomba de 20 HP existente en el Fundo.



Toma de lectura en diferentes puntos.



Zona de ingreso del fundo La Viña.



Zona de crianza del fundo La Viña.

8.4. ANEXO 04: Decreto Legislativo de promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables.

**DECRETO LEGISLATIVO
Nº 1002**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

POR CUANTO:

Que, el Congreso de la República por Ley Nº 29157 y de conformidad con el Artículo 104º de la Constitución Política del Perú ha delegado en el Poder Ejecutivo la facultad de legislar sobre materias específicas, con la finalidad de facilitar la implementación del Acuerdo de Promoción Comercial Perú - Estados Unidos y su Protocolo de Enmienda, y el apoyo a la competitividad económica para su aprovechamiento, siendo algunas de las materias de delegación la mejora del marco regulatorio, el fortalecimiento institucional, la modernización del Estado, la promoción de la inversión privada, el impulso a la innovación tecnológica, así como el fortalecimiento institucional de la Gestión Ambiental;

Que, la economía peruana viene experimentando un incremento sostenido, que a su vez genera una mayor demanda de energía eléctrica, cuyas tasas han sido de 8,3% en 2006 y 10,8% en 2007. Se estima que hasta el 2015 la tasa promedio anual de crecimiento será de 7,3%, por lo que, teniendo en cuenta la entrada en vigencia del TLC PERÚ - EEUU; los requerimientos de nueva oferta de generación para dicho año se estiman en más de 3 600 MW, para ello, la opción más limpia y beneficiosa es promover que una parte importante de dicha oferta sea con energías renovables, en lugar de la generación de electricidad con derivados del petróleo y gas natural, por ser estas fuentes no renovables y contaminantes;

Que, el fomento de las energías renovables, eliminando cualquier barrera u obstáculo para su desarrollo, implica fomentar la diversificación de la matriz energética, constituyendo un avance hacia una política de seguridad energética y de protección del medio ambiente, siendo de interés público dar un marco legal en el cual se desarrollen estas energías que alienten estas inversiones y modifique las normas vigentes que no han

sido efectivas al carecer de alicientes mínimos previstos en la legislación comparada;

Que, la presente iniciativa normativa traerá beneficios adicionales tales como la implementación de un marco de fomento de la inversión privada, eliminando barreras a esta actividad energética, la preservación del medio ambiente con la producción de energías limpias, contribuyendo a lograr efectos positivos a nivel global y, al mismo tiempo, alcanzar una condición mínima de desarrollo de la economía peruana, la cual necesita una mayor seguridad en la disponibilidad de energía;

Que, es necesario dictar incentivos para promover la inversión en la generación de electricidad con el uso de fuentes de energía renovable, incentivar la investigación científica e innovación tecnológica, además de la realización de proyectos que califiquen como Mecanismos de Desarrollo Limpio y, de obtener éstos su registro, los respectivos Certificados de Reducción de Emisiones – CRE pueden ser negociables con empresas de los países industrializados que contabilizarán estas reducciones de GEI como parte de las metas cuantitativas a que se comprometieron con el Protocolo de Kyoto;

De conformidad con lo establecido en el artículo 104° de la Constitución Política del Perú;

Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros y con cargo a dar cuenta al Congreso de la República;

Ha dado el Decreto Legislativo siguiente:

DECRETO LEGISLATIVO DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD CON EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES

Artículo 1°.- Objeto

El presente Decreto Legislativo tiene por objeto promover el aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables (RER) para mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente, mediante la promoción de la inversión en la producción de electricidad.

El presente Decreto Legislativo es de aplicación a la actividad de generación de electricidad con RER que entre en operación comercial a partir de la vigencia del presente Decreto Legislativo. La obtención de los derechos eléctricos correspondientes, se sujeta a lo establecido en el Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas, su Reglamento y normas complementarias.

Podrán acogerse a lo dispuesto en el presente Decreto Legislativo las nuevas operaciones de empresas que utilicen RER como energía primaria, previa acreditación ante el Ministerio de Energía y Minas.

Artículo 2°.- Declaratoria de interés nacional y participación de la energía con RER en la matriz de generación de electricidad

2.1 Declárese de interés nacional y necesidad pública el desarrollo de nueva generación eléctrica mediante el uso de RER.

2.2 El Ministerio de Energía y Minas establecerá cada cinco (5) años un porcentaje objetivo en que debe participar, en el consumo nacional de electricidad, la electricidad generada a partir de RER, no considerándose en este porcentaje objetivo a las centrales hidroeléctricas. Tal porcentaje objetivo será hasta el cinco por ciento (5%) en cada uno de los años del primer quinquenio.

Artículo 3°.- Recursos Energéticos Renovables (RER)

Para efectos del presente Decreto Legislativo, se entiende como RER a los recursos energéticos tales como biomasa, eólico, solar, geotérmico y mareomotriz. Tratándose de la energía hidráulica, cuando la capacidad instalada no sobrepasa de los 20 MW.

Artículo 4°.- Autoridades competentes

El Ministerio de Energía y Minas es la autoridad nacional competente encargada de promover proyectos que utilicen RER.

Los Gobiernos Regionales podrán promover el uso de RER dentro de sus circunscripciones territoriales, en el marco del Plan Nacional de Energías Renovables.

Artículo 5°.- Comercialización de energía y potencia generada con RER

La generación de electricidad a partir de RER tiene prioridad para el despacho diario de carga efectuado por el Comité de Operación Económica del Sistema (COES), para lo cual se le considerará con costo variable de producción igual a cero (0).

Para vender, total o parcialmente, la producción de energía eléctrica, los titulares de las instalaciones a los que resulte de aplicación el presente Decreto Legislativo deberán colocar su energía en el Mercado de Corto Plazo, al precio que resulte en dicho mercado, complementado con la prima fijada por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) en caso que el costo marginal resulte menor que la tarifa determinada por el OSINERGMIN.

Para la fijación de la tarifa y la prima indicadas en el párrafo precedente, el OSINERGMIN efectuará los cálculos correspondientes considerando la clasificación de las instalaciones por categorías y grupos según las características de las distintas RER. La tarifa y la prima se determinan de tal manera que garanticen una rentabilidad no menor a la establecida en el artículo 79° del Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas.

Artículo 6°.- Pago por uso de redes de distribución

Los Generadores con RER que tengan características de Cogeneración o Generación Distribuida conforme lo establezca el Reglamento, pagarán por el uso de redes de distribución conforme lo señala el inciso b) de la Octava Disposición Complementaria Final de la Ley N° 28832.

Artículo 7°.- Determinación de las tarifas reguladas de generación aplicables a las RER

7.1 El OSINERGMIN substará la asignación de primas a cada proyecto con generación RER, de acuerdo a las pautas fijadas por el Ministerio de Energía y Minas. Las inversiones que concurren a la subasta incluirán las líneas de transmisión necesarias a su conexión al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN).

7.2 La diferencia, para cubrir las tarifas establecidas para las RER, será obtenida como aportes de los usuarios a través de recargos en el Peaje por conexión a que se refiere el Artículo 61° de la Ley de Concesiones Eléctricas. Los respectivos generadores recibirán esta diferencia vía las transferencias que efectuará el COES, según el procedimiento que se establece en el Reglamento.

7.3 OSINERGMIN establecerá anualmente el recargo esperado en el Peaje por Conexión, en el cual se incluirá la liquidación del recargo del año anterior.

7.4 El OSINERGMIN establecerá los costos de conexión necesarios para la integración de un nuevo productor que alimente a la red interconectada mediante electricidad generada a partir de RER.

Artículo 8°.- Despacho y acceso a las redes eléctricas de transmisión y distribución

En caso de existir capacidad en los sistemas de transmisión y/o distribución del SEIN, los generadores cuya producción se basa sobre RER tendrán prioridad para conectarse, hasta el límite máximo del porcentaje anual objetivo que el Ministerio de Energía y Minas determine conforme al artículo 2° de este Decreto Legislativo.

Artículo 9°.- Servidumbres
Los titulares de concesiones de generación de energía eléctrica con RER tendrán el derecho de solicitar al Ministerio de Energía y Minas la imposición de servidumbres de conformidad con la Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento.

Artículo 10°.- Investigación sobre energías renovables

El Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), en coordinación con el Ministerio de Energía y Minas y los Gobiernos Regionales, implementará los mecanismos y acciones correspondientes para el desarrollo de proyectos de investigación sobre energías renovables, promoviendo la participación de universidades, instituciones técnicas y organizaciones de desarrollo especializadas en la materia.

Artículo 11°.- Elaboración del Plan Nacional de Energías Renovables

El Ministerio de Energía y Minas elaborará en un plazo máximo de 1 (un) año a partir de la vigencia del presente Decreto Legislativo, el Plan Nacional de Energías Renovables, el mismo que estará en concordancia con los Planes Regionales de Energías Renovables y que se enmarcará en un Plan Nacional de Energía.

El Plan Nacional de Energías Renovables incluirá aquellas estrategias, programas y proyectos a desarrollarse utilizando energías renovables, que tienden a mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente.

Artículo 12°.- Promoción de Investigación y Desarrollo de proyectos de generación eléctrica con RER

El Ministerio de Energía y Minas, con fines de investigación y desarrollo para proyectos de generación eléctrica con RER, utilizará fondos financieros que provendrán de:

12.1 Los recursos directamente recaudados, conforme a los montos previstos para esta finalidad en las Leyes Anuales de Presupuesto del Sector Público y sus modificatorias.

12.2 Los fondos provenientes de operaciones de endeudamiento externo, que acuerde el Gobierno Nacional, con sujeción a las normas legales aplicables en la materia.

12.3 Los aportes, financiamientos directos y recursos provenientes de la cooperación internacional, que se obtengan con sujeción a lo dispuesto en la normatividad vigente.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS

Primera.- El presente Decreto Legislativo entrará en vigencia el día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

Segunda.- Deróguese la Ley N° 28546 y toda norma que se oponga al presente Decreto Legislativo.

Tercera.- En un plazo máximo de noventa (90) días contados a partir de la publicación del presente Decreto Legislativo, el Ministerio de Energía y Minas elaborará las normas reglamentarias que correspondan para su adecuada aplicación. El Reglamento dispondrá los criterios de cálculo de la potencia firme de las unidades de generación con RER.

DISPOSICIONES MODIFICATORIAS

Primera.- Modifíquense los artículos 3°, 4°, el primer párrafo del artículo 25° y el artículo 38° del Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas, de acuerdo a lo siguiente:

"Artículo 3°.- Se requiere concesión definitiva para el desarrollo de cada una de las siguientes actividades:

a) La generación de energía eléctrica que utilice recursos hidráulicos, con potencia instalada mayor de 500 KW;

b) La transmisión de energía eléctrica, cuando las instalaciones afecten bienes del Estado y/o requieran la imposición de servidumbre por parte de éste;

c) La distribución de energía eléctrica con carácter de Servicio Público de Electricidad, cuando la demanda supere los 500 KW; y,

d) La generación de energía eléctrica con recursos Energéticos Renovables conforme a la Ley de la materia, con potencia instalada mayor de 500 KW."

"Artículo 4°.- Se requiere autorización para desarrollar las actividades de generación termoeléctrica, cuando la potencia instalada sea superior a 500 KW."

"Artículo 25°.- La solicitud para la obtención de concesión definitiva, excepto para generación con Recursos Energéticos Renovables con potencia instalada igual o inferior a 20 MW, será presentada al Ministerio de Energía y Minas, con los siguientes datos y requisitos:

(...)"

"Artículo 38°.- Las autorizaciones que cumplan los requisitos serán otorgadas mediante resolución ministerial por un plazo indefinido, dentro de los treinta (30) días hábiles de presentada la solicitud. La solicitud deberá estar acompañada de lo siguiente:

a) Identificación y domicilio legal del solicitante. Si es persona jurídica debe presentar la Escritura Pública de Constitución Social y el poder de su representante legal, debidamente inscritos en los Registros Públicos;

b) Declaración Jurada de cumplimiento de las normas técnicas y de conservación del medio ambiente y el Patrimonio Cultural de la Nación. Tratándose de generación termoeléctrica cuya potencia instalada sea superior a 20 MW, se presentará la resolución directoral aprobatoria del Estudio de Impacto Ambiental;

c) Memoria descriptiva y planos completos del proyecto, con los estudios del proyecto a un nivel de factibilidad, por lo menos;

d) Calendario de Ejecución de Obras con la indicación del inicio y la puesta en operación comercial;

e) Presupuesto del Proyecto;

f) Información técnica con fines estadísticos que consistirá, cuando menos en lo siguiente: potencia instalada de la central, número de unidades de generación, tipo de cada unidad de generación, modelo de cada unidad de generación, caudal de diseño, consumo específico de combustible, tipo de combustible; tratándose de centrales de generación en uso o repotenciadas se presentarán también los registros históricos de operación e información relevante que sustente un adecuado desempeño operativo;

g) La garantía de fiel cumplimiento de ejecución de obras que señale el Reglamento.

h) Sustento verificable del compromiso de inversionistas para el aporte de capital con fines de la ejecución de las obras;

i) Informe favorable emitido por una entidad Clasificadora de Riesgo calificada, respecto de la solvencia financiera del solicitante.

Se sujetarán al presente artículo, las concesiones definitivas para generación con Recursos Energéticos Renovables cuya potencia instalada sea igual o inferior a 20 MW.

El Reglamento establecerá los mecanismos de control para verificar su cumplimiento."

Segunda.- Modifíquese el numeral l) del artículo 8° de la Ley N° 28832, Ley para asegurar el desarrollo eficiente de la Generación Eléctrica, de acuerdo al texto siguiente:

"Artículo 8°.- Condiciones de los contratos derivados de un proceso de Licitación (...)

I. Plazos de suministro de hasta quince (15) años y Precios Firmes, ninguno de los cuales podrá ser modificado por acuerdo de las partes, a lo largo de la vigencia del contrato, salvo autorización previa de OSINERGMIN. Cuando se trate de reducciones de precios durante la vigencia de los respectivos contratos, los Distribuidores deberán transferir a los consumidores el cincuenta por ciento (50%) de dichas reducciones. (...)"

POR TANTO:

Mando se publique y cumpla, dando cuenta al Congreso de la República.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, el primer día del mes de mayo del año dos mil ocho.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

JUAN VALDIVIA ROMERO
Ministro de Energía y Minas y
Encargado del Despacho de la Presidencia
del Consejo de Ministros

195865-3

8.5. ANEXO 05: DEL SISTEMA DE CONTROL Y ALMACENAJE DE ENERGÍA.

/ Soldadura perfecta / Energía solar / Carga perfecto

Fronius

PAQUETE DE ENERGÍA FRONIUS

La solución de almacenamiento personal para las 24 horas de sol





Litio
tecnología SnapINverter



Comunicación
de datos integrada



Pico
Gestor dinámico



Smart Grid Ready



Zero feed-in



Tecnología Multi Flow

El híbrido de Fronius Symo es el corazón de las 24 horas de la solución de almacenamiento de sol - el Paquete de Energía Fronius. Con categorías de potencia de 3,0 a 5,0 kW, el inversor trifásico permite que la energía excedente de un sistema fotovoltaico para ser almacenada en la batería solar Fronius.

El resultado es máxima autoconsumo y la máxima independencia. Con la función de energía de emergencia, la familia puede disfrutar de un suministro de electricidad, incluso durante los cortes de energía. configuración del sistema perfecto y la visualización son proporcionados por el servidor web integrado con interfaz gráfica, WiFi y Ethernet. Los Fronius SYMO permiten Híbridos tanto de corriente continua y de acoplamiento AC para sistemas de almacenamiento, mediante el cual un acoplamiento de CA también permite un generador PV adicional para ser conectado a la Hybrid Fronius Symo. Esto hace que el Paquete de Energía Fronius la solución ideal tanto para nuevas instalaciones y para complementar sistemas fotovoltaicos existentes.

FLEXIBLE

/ DC simultánea y acoplamiento AC

/ Función del estado de excepción y la batería se pueden reequipar

/ Gama de diferentes capacidades de almacenamiento disponibles

TRES FASES

/ Maximización de autoconsumo / fuente de alimentación de emergencia trifásica

REVOLUCIONARIO

/ Interfaz de usuario amigable / WLAN integrada y Ethernet / Opciones de uso ilimitado gracias a la tecnología de flujo multi

EFICIENTE

/ Tecnología de litio fosfato de hierro de alto rendimiento / alta eficiencia del sistema

HÍBRIDO DE DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO

El híbrido de Fronius Symo es el corazón de la solución de almacenamiento de 24 horas de sol al Paquete de Energía Fronius. Con categorías de potencia de 3,0 a 5,0 kW, el inversor trifásico permite que la energía excedente de un sistema fotovoltaico para ser almacenados temporalmente en la batería solar Fronius. A través de la gestión del flujo de energía inteligente, la tecnología integrada Multi Flow permite que tanto el aire acondicionado y el acoplamiento de corriente continua de los sistemas de almacenamiento.



DATOS DE ENTRADA	SYMO HYBRID 3,0-3-S	SYMO HYBRID 4,0-3-S	SYMO HYBRID 5,0-3-S
Número de seguidores de MPP		1	
Max. potencia de entrada PV	5,0 kW	6,5 kW	8,0 kW
Max. corriente de entrada (I dc max)		1 x 16 A	
Max. corriente de cortocircuito, campo de módulos		24 A	
rango de tensión de entrada de CC (U dc min ----- T dc max)		150 - 1000 V	
Alimentación a tensión de arranque (T Arranque DC)		200 V	
rango de tensión MPP utilizable		150-800 V	
Número de conexiones de CC (PV)		2	

entrada de la batería	SYMO HYBRID 3,0-3-S	SYMO HYBRID 4,0-3-S	SYMO HYBRID 5,0-3-S
potencia de salida máxima de la batería		Depende de la batería conectada Fronius Solar	
La potencia máxima de entrada de la batería		Depende de la batería conectada Fronius Solar	

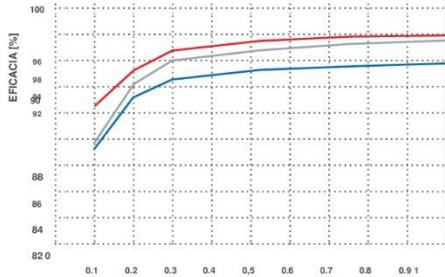
DATOS RESULTANTES	SYMO HYBRID 3,0-3-S	SYMO HYBRID 4,0-3-S	SYMO HYBRID 5,0-3-S
una salida nominal de AC (P ac, r)	300 0 W	400 0 W	500 0 W
Max. potencia de salida	300 0 VA	400 0 VA	500 0 VA
Max. de potencia desde la red eléctrica a la batería	300 0 VA	400 0 VA	500 0 VA
Max. corriente de salida AC (I ac max)		8.3 A	
Conexión a la red (rango de tensión)		3 ~ NPE 400 V / 230 V o 3 ~ NPE 380 V / 220 V (20% / -30%)	
Frecuencia (gama de frecuencia)		50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)	
Distorsión armónica total		<3%	
El factor de potencia (cos φac, r)		0,85 - 1 sofacama ind. / gorra.	

INFORMACION GENERAL	SYMO HYBRID 3,0-3-S	SYMO HYBRID 4,0-3-S	SYMO HYBRID 5,0-3-S
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	645 x 431 x 204 mm		
Peso	19.9 kg		
Grado de protección	IP 65		
clase de protección	1		
Categoría de sobretensión (DC / AC) 1)	2/3		
diseño del inversor	sin transformador		
Enfriamiento	enfriamiento de aire regulado		
Instalación	Instalación interior y exterior		
Rango de temperatura ambiente	- 25 - + 60 °C		
humedad permitida	0 - 100%		
Max. altitud	2000 m (rango de tensión sin restricciones)		
tecnología de conexión PV DC	2x DC + y DC- 2x terminales de tornillo de 2,5 - 16 mm ²		
tecnología de conexión de la batería de CC	1x DC + y DC- 1x terminales de tornillo de 2,5 - 16 mm ²		
La tecnología de conexión de CA.	terminales de tornillo AC 5 pines de 2,5 - 16 mm ²		
Certificados y cumplimiento de las normas	VDE AR N 4105, ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1		
función de energía de emergencia	Sí		
EFICIENCIA	SYMO HYBRID 3,0-3-S	SYMO HYBRID 4,0-3-S	SYMO HYBRID 5,0-3-S
Max. eficiencia (PV - grid)	97,7 %	97,9 %	
Max. eficiencia (PV - batería - rejilla)	> 90,0 %	> 90,0 %	> 90,0 %
Europ. eficiencia (PV - grid)	95,2 %	95,7 %	96,0 %
la eficiencia de adaptación MPP	> 99,9%		

1) Prueba de la norma IEC 62109-1.

Hay más información sobre la disponibilidad de los inversores en su país se puede encontrar en www.fronius.com.

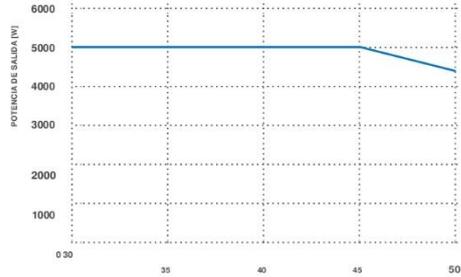
**FRONIUS SYMO HYBRID
5,0-3-S EFICACIA CURVA**



OUTPUT NORMALIZADO
POTENCIA $P_{AC} \neq P_{AG}$ AC, R

- 220 V corriente continua
- 595 V corriente continua
- 770 V corriente continua

**FRONIUS SYMO HYBRID 5,0-3-S
Reducción de temperatura**



TEMPERATURA AMBIENTE [°C]

- 320 V corriente continua
- 800 V corriente continua

HÍBRIDO DE DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	SYMO HYBRID 3,0-3-S	SYMO HYBRID 4,0-3-S	SYMO HYBRID 5,0-3-S
seccionador de CC		Incluido	
comportamiento con sobrecarga	desplazamiento del punto de funcionamiento, la limitación de potencia		
medición de aislamiento DC		Incluido	
RCMU integral		Sí	
Protección contra polaridad inversa		Sí	
INTERFACES	SYMO HYBRID 3,0-3-S	SYMO HYBRID 4,0-3-S	SYMO HYBRID 5,0-3-S
WLAN / LAN Ethernet	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, API Fronius Solar (JSON)		
Registrador de datos y servidor web		Incluido	
Interfaz de la batería y el medidor		Modbus RTU (RS485)	

datos técnicos más información y se pueden encontrar en www.fronius.com.

DATOS TÉCNICOS FRONIUS Smart Meter

La Smart Meter Fronius es un medidor bidireccional que optimiza el autoconsumo y registra la curva de carga del hogar. En conjunción con el portal en línea Fronius Solar.web, el Smart Meter Fronius ofrece una visión clara del propio consumo de energía de un usuario.



DATOS TÉCNICOS	FRONIUS inteligente del medidor 63A-3	FRONIUS inteligente del medidor 50 kA-3 1)
Voltaje nominal	400-415 V	

La corriente máxima	3 x 63 A	3 x 50 000 A
Capacidad de los bornes de entrada	1 - 16 mm ²	0,05 - 4 mm ²
La comunicación y la línea neutral Capacidad de los bornes	0,05 - 4 mm ²	
El consumo de energía	1,5 W	2,5 W
Corriente de arranque	40 mA	
Clase de precisión	1	
Precisión activa Energía	Clase B (EN50470)	
Reactiva Precisión Energía	Clase 2 (EN / IEC 62053-23)	
sobrecorriente de corta duración	30 x I _{max} / 0,5 s	
Montaje	Interior (carril DIN)	
Alojamiento	4 módulos DIN 43880	
Grado de protección	IP 51 (bastidor delantero), IP 20 (terminales)	
rango de operación especificado	- 25 - + 55 °C	
Dimensiones (alto x ancho x profundidad)	89,0 x 71,2 x 65,6 mm	
Interfaz con inversor	Modbus RTU (RS485)	
Monitor	LCD 8 dígitos	

1) Entrega sin sensores de corriente. Más información sobre la selección de sensores de corriente adecuados se puede encontrar en www.fronius.com.

BATERÍA DE DATOS TÉCNICOS FRONIUS SOLAR

La batería solar Fronius es un ejemplo perfecto de la tecnología de fosfato de hierro de litio de alto rendimiento. Una larga vida de servicio, los tiempos de carga cortos y de alta profundidad de descarga, por lo tanto están garantizados.



PARÁMETROS ELÉCTRICOS	BATERÍA A 4,5	BATERÍA A 6,0	BATERÍA A 7,5	BATERÍA A 9,0	BATERÍA A 10,5	BATERÍA A 12,0
La capacidad utilizable 1)	3.6 kWh	4.8 kWh	6,0 kWh	7.2 kWh	8,4 kWh	9.6 kWh
la estabilidad del ciclo	8000 1)					
Rango de voltaje	120-170 V	160 - 230 V	200-290 V	240-345 V	280-400 V	320-460 V
potencia de carga nominal	2400 W	3.200 W	4000 W	4800 W	5.600 W	6.400 W
potencia nominal de descarga	2400 W	3.200 W	4000 W	4800 W	5.600 W	6.400 W
Max. corriente de carga	16 A					
Max. corriente de descarga	16 A					

INFORMACION GENERAL	BATERÍA A 4,5	BATERÍA A 6,0	BATERÍA A 7,5	BATERÍA A 9,0	BATERÍA A 10,5	BATERÍA A 12,0
tecnología de batería	LiFePO4					
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	955 x 570 x 611 mm					
Peso	91 kg	108 kg	125 kg	142 kg	159 kg	176 kg
Grado de protección	IP 20					
clase de protección	1					
tipo de instalación	instalación interior					
Rango de temperatura ambiente	5 - 35 °C					
humedad permitida	0 - 95%					
La tecnología de conexión de CC	Terminales de tornillo de 2,5 - 16 mm ²					
Calendario vida útil	> 20 años 2)					
Certificados y cumplimiento de las normas	IEC / EN 62133; EN 61000-6-2: 2005, EN 61000-6-3: 2007 + A1: 2011, EN 62311: 2008, FCC Parte 15 Subparte B: 2012 ClassB, 38,3 ONU					

INTERFACES	BATERÍA A 4,5	BATERÍA A 6,0	BATERÍA A 7,5	BATERÍA A 9,0	BATERÍA A 10,5	BATERÍA A 12,0
Conexión al convertidor	Modbus RTU (RS485)					

1) Hasta 7% de la capacidad se asignan para proteger la batería contra descarga profunda.

2) A 23 °C la temperatura ambiente.

Diagrama de configuración DC-ACOPLAMIENTO

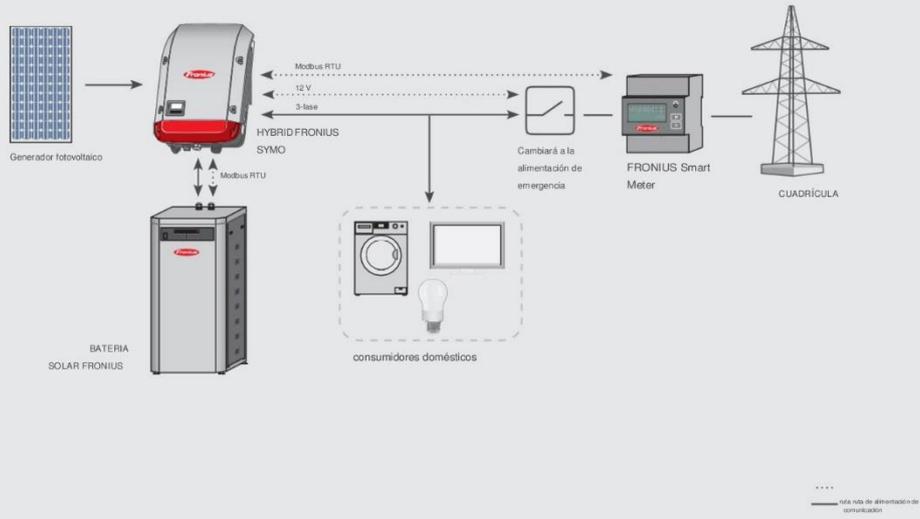
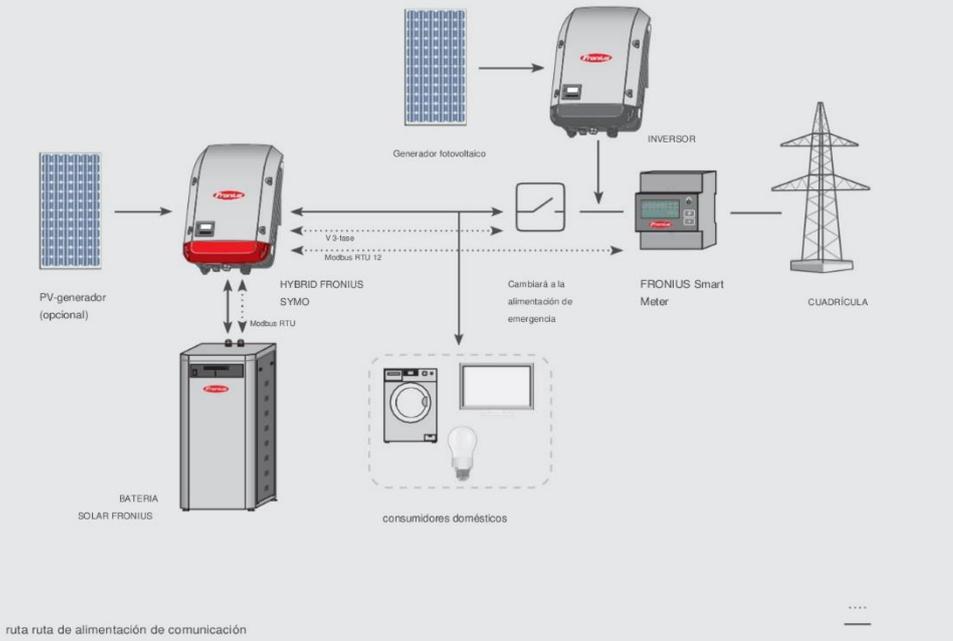


Diagrama de configuración DC y AC-ACOPLAMIENTO



ACTA DE ORIGINALIDAD DE TESIS



RESOLUCION DE VICERRECTORADO ACADEMICO N°.0011-2016-UCV-VA

YO, Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio, docente de la Facultad de Ingeniería de la UCV – Filial Chiclayo, y revisor del trabajo académico (Tesis) titulado: **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE USO DE SISTEMA FOTOVOLTÁICO PARA REDUCIR COSTOS DE ENERGÍA DEL FUNDO LA VIÑA BATANGRANDE, CHICLAYO”** del bachiller de la Escuela profesional de Ingeniería mecánica eléctrica:

Sánchez Loli Víctor Martín

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud **24%**, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevante que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, 23 de Febrero del 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'DER', is written above a horizontal line.

Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio

Docente de la facultad de ingeniería de la UCV

AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: SANCHEZ LOLI VICTOR MARTIN
D.N.I. : 32949536
Domicilio : Urb. Los Cedros de la Pradera Mz. E, Lt. 53, Chiclayo.
Teléfono : Móvil: 957543572
E-mail : vmartinsanchezloli@hotmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERIA
Escuela : INCENIERIA MECANICA ELECTRICA
Carrera : INCENIERIA MECANICA ELECTRICA
Título : INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor Apellidos y Nombres: SANCHEZ LOLI VICTOR MARTIN

Título de la tesis:

"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE USO DE SISTEMA FOTOVOLTÁICO PARA REDUCIR COSTOS DE ENERGÍA DEL FUNDO LA VIÑA BATANGRANDE, CHICLAYO"

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

Fecha: 23/02/2019

**AUTORIZACION DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE
INVESTIGACION**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL
ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

EP de INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

SANCHEZ LOLI VICTOR MARTIN

INFORME TÍTULADO:

“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE USO DE SISTEMA FOTOVOLTÁICO PARA
REDUCIR COSTOS DE ENERGÍA DEL FUNDO LA VIÑA BATANGRADE,
CHICLAYO”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

SUSTENTADO EN FECHA: 22/02/2019

NOTA O MENCIÓN: APROBADO POR MAYORIA



[Handwritten Signature]
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN