

DISEÑO DE UN SISTEMA DE
BOMBEO SOLAR DIRECTO PARA
SUMINISTRAR AGUA POTABLE
A LA LOCALIDAD DE MENTA
ALTA, DISTRITO DE LAS LOMAS,
PROVINCIA DE PIURA,
DEPARTAMENTO DE PIURA

por CESAR MANUEL LOYOLA AYMA

Fecha de entrega: 04-dic-2024 04:15p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2540877161

Nombre del archivo: TESIS-CESAR_LOYOLA_-_copia.docx (5.68M)

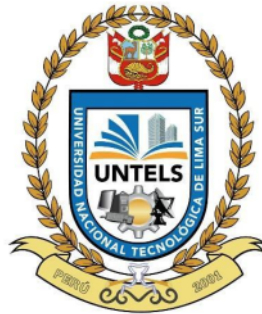
Total de palabras: 12020

Total de caracteres: 64051

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR UNTELS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO SOLAR DIRECTO PARA SUMINISTRAR
AGUA POTABLE A LA LOCALIDAD DE MENTA ALTA, DISTRITO DE LAS
LOMAS, PROVINCIA DE PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA**

TESIS

Para optar el Título Profesional de
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
CESAR MANUEL LOYOLA AYMA**

**ASESOR
RICHARD FLORES CÁCERES**

**VILLA EL SALVADOR
2023**

DEDICATORIA

A nuestro Padre amado Dios todo poderoso por darme la vida y permitirme llegar hasta donde este, mis padres Cesar y Zulema que con gran esfuerzo y dedicación lograron inculcarme el valor del estudio para el desarrollo de mi carrera profesional y las responsabilidades que conlleva. Para mis hijas Mileiny, Adheleyt y mi esposa Yakelin Felix que son los motivos que me permiten superarme cada día. Para mis hermanos y amigos que conocen el gran sacrificio que me llevo a hacer este trabajo.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mi alma mater, la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, por acogerme en el mundo académico y proporcionarme los conocimientos necesarios para alcanzar mis metas educativas.

Expreso mi gratitud a la Ing. Richard Flores Cáceres, mi asesor, por su valiosa orientación y apoyo durante la elaboración de este trabajo de investigación.

Asimismo, agradezco también al Dr. Roberto Pfuyo Muñoz y a la Dra. Margarita Murillo Manrique por ser mis revisores y orientarme en este trabajo de investigación.

RESUMEN

El presente estudio tiene como título “diseño de un sistema de bombeo solar directo para suministrar agua potable a la localidad de Menta Alta, distrito de las Lomas, provincia de Piura, departamento de Piura, tuvo como principal temática aprovechar la energía de luz solar para poder suministrar del recurso híbrido a la población de Piura, además de minorar costos; el objetivo principal de esta tesis es desarrollar un sistema de bombeo solar directo que aproveche la abundante radiación solar en la región de Piura para extraer agua de fuentes subterráneas y suministrarla de manera eficiente y económica a los residentes de Menta Alta.

La implementación de la selección del variador de frecuencia en el sistema de bombeo solar directo conlleva una mejora notable en la eficiencia y confiabilidad del suministro de agua potable en la localidad de Menta Alta. La energía fotovoltaica no emite gases de efecto invernadero y por tanto no contribuye al calentamiento global. De hecho, es una de las tecnologías renovables más efectivas en la lucha contra el cambio climático.

Es posible elegir entre paneles policristalinos y monocristalinos. En años anteriores, la diferencia en eficiencia entre ambos tipos oscilaba entre el 5% y el 10%. No obstante, en la actualidad, esta brecha se ha reducido considerablemente. Por lo tanto, es viable optar por paneles monocristalinos, ya que son más comunes y a menudo más asequibles desde el punto de vista económico.

Palabras claves: energía solar, suministro, sistema de bombeo.

ABSTRAC

The title of this study is “design of a direct solar pumping system to supply drinking water to the town of Menta Alta, Las Lomas district, province of Piura, department of Piura, the main theme was to take advantage of sunlight energy to being able to supply the hybrid resource to the population of Piura, in addition to reducing costs; The main objective of this thesis is to develop a direct solar pumping system that takes advantage of the abundant solar radiation in the Piura region to extract water from underground sources and supply it efficiently and economically to the residents of Menta Alta.

The implementation of the selection of the variable frequency drive in the direct solar pumping system leads to a notable improvement in the efficiency and reliability of the drinking water supply in the town of Menta Alta. Photovoltaic energy does not emit greenhouse gases and therefore does not contribute to global warming. In fact, it is one of the most effective renewable technologies in the fight against climate change.

It is possible to choose between polycrystalline and monocrystalline panels. In previous years, the difference in efficiency between both types ranged between 5% and 10%. However, today, this gap has narrowed considerably. It is therefore viable to opt for monocrystalline panels as they are more common and often more affordable from a financial point of view.

Keywords: solar energy, supply, pumping system.

ÍNDICE

| | |
|--|----------|
| I. CAPÍTULO I..... | 1 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.1 Motivación: | 1 |
| 1.2 Estado del Arte: | 1 |
| 1.3 Descripción del problema. | 1 |
| 1.4 Formulación del problema | 3 |
| 1.4.1 Problema general..... | 3 |
| 1.4.2 Problemas específicos | 3 |
| 1.5 Objetivos de la investigación | 4 |
| 1.5.1 Objetivo general | 4 |
| 1.5.2 Objetivos específicos | 4 |
| 1.6 Justificación del problema..... | 4 |
| 1.6.1 Justificación teórica..... | 4 |
| 1.6.2 Justificación económica | 4 |
| 1.6.3 Justificación social | 5 |
| 1.6.4 Justificación tecnológica | 5 |
| II. CAPÍTULO II | 7 |
| MARCO TEÓRICO..... | 7 |
| 2.1 Antecedentes de la investigación | 7 |
| 2.1.1 Antecedentes internacionales | 7 |
| 2.1.2 Antecedentes nacionales | 9 |
| 2.2 Bases teóricas | 10 |
| 2.2.1 Generación eléctrica:..... | 10 |
| 2.2.2 Bombeo solar: | 10 |
| 2.2.3 Diseño de sistema de bombeo: | 10 |
| 2.2.4 Energía solar: | 11 |
| 2.2.5 Irradiación solar: | 11 |
| 2.2.6 Energía Renovable: | 12 |

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 2.2.7 | Corriente Continua y Corriente alterna: | 12 |
| 2.2.8 | Electrobombas: | 12 |
| 2.2.9 | Angulo de inclinación: | 13 |
| 2.2.10 | Conexiones de módulos fotovoltaicos | 14 |
| 2.2.11 | Hora solar pico: | 16 |
| 2.2.12 | Panel fotovoltaico..... | 16 |
| 2.2.13 | Celda fotovoltaica: | 17 |
| III. | CAPÍTULO III..... | 20 |
| | VARIABLES E HIPÓTESIS..... | 20 |
| 3.1 | Operacionalización de Variables..... | 20 |
| 3.2 | Hipótesis de la investigación..... | 21 |
| 3.2.1 | Hipótesis general..... | 21 |
| 3.2.2 | Hipótesis específica..... | 21 |
| IV. | CAPITULO IV | 22 |
| | METODOLOGÍA..... | 22 |
| 4.1 | Descripción de la metodología | 22 |
| 4.2 | Implementación de la investigación | 23 |
| 4.3 | Población y muestra | 42 |
| 4.3.1 | Población..... | 42 |
| 4.4 | Técnica de recolección de datos..... | 42 |
| 4.5 | Instrumentos de recolección de datos..... | 43 |
| 4.6 | Resultados | 44 |
| V. | CAPÍTULO V..... | 47 |
| | DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 47 |
| VI. | CAPÍTULO VI..... | 49 |
| | CONCLUSIONES | 49 |
| VII. | CAPITULO VII..... | 50 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 50 |
| VIII. | ANEXOS | 52 |
| | Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos..... | 54 |

Anexo 3: Glosario de términos59

1
INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Sistema de bombeo solar directa | 10 |
| Figura 2 Irradiación solar | 11 |
| Figura 3 Energía renovable solar | 12 |
| Figura 4 Electrobomba sumergible | 13 |
| Figura 5 Angulo de Inclinación de paneles solares..... | 14 |
| Figura 6 Conexión de paneles solares en serie | 15 |
| Figura 7 Conexión de paneles solares en paralelo | 15 |
| Figura 8 Conexión de paneles solares en serie-paralelo | 16 |
| Figura 9 Paneles solares | 17 |
| Figura 10 Paneles fotovoltaicos de silicio monocristalino..... | 18 |
| Figura 11 Panel solar policristalino..... | 18 |
| Figura 12 Panel solar de silicio amorfo | 19 |
| Figura 13 Represa San Lorenzo | 24 |
| Figura 14 Ubicación nacional | 25 |
| Figura 15 Ubicación regional | 26 |
| Figura 16 Interfaz de la pag, web. (https://renovables.tulider.net/pv/hsp/) | 27 |
| Figura 17 Ingreso de datos | 28 |
| Figura 18 Reporte de la hora solar pico (HSP)..... | 28 |
| Figura 19 Distancia de la línea de impulsión..... | 30 |
| Figura 20 Selección de la bomba curva del caudal (Q) - altura manométrica (H). | 32 |
| Figura 21 Cuadro de selección de la bomba | 33 |
| Figura 22 Ubicación de la bomba sumergible dentro de la Cisterna | 34 |

| | |
|---|----|
| Figura 23 <i>Paneles Solares asociados en serie</i> | 37 |
| Figura 24 <i>Conectores Weidmuller</i> | 38 |
| Figura 25 <i>Parámetros del variador de frecuencia</i> | 40 |
| Figura 26 <i>Características del variador</i> | 41 |
| Figura 27 <i>Variador de frecuencia INVT GD 100 de 202 KW 400V IP20 50m</i> | 41 |
| Figura 28 <i>Parámetros del variador de frecuencia</i> | 46 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|----------|--|----|
| Tabla 1 | <i>Operacionalización de las variables</i> | 20 |
| Tabla 2 | <i>Hora solar pico por día en el mes</i> | 29 |
| Tabla 3 | <i>Especificaciones del sistema</i> | 31 |
| Tabla 4 | <i>Diámetro de tubería</i> | 31 |
| Tabla 5 | <i>Selección de la tubería, por la línea de impulsión</i> | 31 |
| Tabla 6 | <i>Máxima demanda del sistema</i> | 34 |
| Tabla 7 | <i>Tabla de cálculo de paneles solares</i> | 36 |
| Tabla 8 | <i>Tabla para calcular el ángulo de inclinación de los paneles</i> | 38 |
| Tabla 9 | <i>Resultados de paneles solares</i> | 44 |
| Tabla 10 | <i>Hora solar pico, radiación promedio del día por mes</i> | 59 |

INTRODUCCIÓN

El acceso a agua potable es un derecho humano fundamental que, lamentablemente, no está garantizado para todos. En muchas regiones del mundo, comunidades rurales y áreas remotas enfrentan desafíos significativos para obtener un suministro seguro y sostenible de agua potable.

El Departamento de Piura, en el norte de Perú, no es una excepción a esta realidad. En particular, la localidad de Menta Alta, ubicada en el distrito de Las Lomas, ha enfrentado dificultades persistentes en el acceso a agua potable de calidad.

El presente trabajo de investigación se centra en abordar esta problemática mediante el diseño y la implementación de un sistema de bombeo solar directo. Este sistema se propone como una solución innovadora y sostenible para brindar un suministro confiable de agua potable a la comunidad de Menta Alta.

El objetivo principal de esta tesis es desarrollar un sistema de bombeo solar directo que aproveche la abundante radiación solar en la región de Piura para extraer agua de fuentes subterráneas y suministrarla de manera eficiente y económica a los residentes de Menta Alta. Además de proporcionar acceso a agua potable, este proyecto busca reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales, promoviendo así un enfoque más ecológico y sostenible para satisfacer las necesidades de la comunidad.

A lo largo de este documento, se abordarán aspectos técnicos, económicos y medioambientales relacionados con la implementación del sistema de bombeo solar directo. Se presentarán los resultados de estudios de viabilidad, el diseño detallado del sistema, y se analizarán los beneficios potenciales para la comunidad de Menta Alta y el entorno circundante.

En resumen, esta tesis se enfoca en un problema crucial de la región y busca proporcionar una solución práctica y sostenible que mejore la calidad de vida de la comunidad de Menta Alta, al tiempo que contribuye a la conservación del medio ambiente y al aprovechamiento de recursos naturales renovables como la energía solar, en tal sentido el desarrollo de la tesis se divide en 6 capítulos, **Capítulo I**, se describe el planteamiento detallado del problema radica en la problemática que tiene la localidad de Menta Alta , además, se detallan la necesidad de la población en contar con agua potable; en el **Capítulo II** se revisa los antecedentes internacionales y nacionales relacionados con la investigación, explorando

estudios sobre tecnologías de energía solar, eficiencia de paneles solares, bombeos solares y los ¹ beneficios de la energía solar con el medio ambiente.; en el **Capítulo III** se define las variables e indicadores cruciales ² para el diseño óptimo del sistema de bombeo solar directo y plantea las dos hipótesis que tiene ⁴ la investigación; en el **Capítulo IV** se describe la metodología utilizada, el desarrollo de la investigación desde los datos técnicos de la zona y cálculos para poder dimensionar y diseñar el sistema de bombeo solar directo y con todos estos datos se pueda mostrar los resultados obtenidos; en el **Capítulo V** se discuten los resultados de las hipótesis, teniendo como referencia el marco teórico de la investigación y así poder comparar nuestro resultado con los resultados de otros autores en otras investigaciones y en el **Capítulo VI** se presenta las conclusiones de las tesis. estas conclusiones deben de tener una relación con los objetivos específicos de la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Motivación:

Lo que me llevo a cabo hacer esta trabajo de investigación fue la gran importancia de poder utilizar las energías renovables una de ellas es el sistema fotovoltaico directo que mediante paneles solares captan la energía que emite el sol (energía solar) y estas son conducidas hacia un variador de frecuencia que esta la convierte en energía eléctrica esto es un sistema de bombeo solar directo, lo que me ha motivado es que poco a poco en todo el planeta tierra y en la mayoría de todos los países se usa las nuevas tecnologías para poder generar energía eléctrica. A parte en nuestro país esta tecnología tiene aproximadamente 30 años es algo nuevo comparados con otros países, entonces sería recomendable y viable seguir con esta iniciativa de seguir innovando con nuevas tecnologías tanto como para el cuidado del medio ambiente y para el desarrollo de las comunidades. Las tecnologías están avanzando a pasos agigantados y nuestro país no puede ser ajeno este gran avance tecnológico.

1.2 Estado del Arte:

Toro, H. (2021) realizo una investigación de tesis sobre “Diseño de un sistema de bombeo solar directo para riego por goteo en el distrito de Guadalupe – La Libertad” en la cual nos menciona que para poder cubrir su demanda de riego por goteo para su sembrío de palta de 7 hectáreas diseño este sistema, su teoría se basa fundamentalmente sobre el uso de la energía solar para que esta sea convertida en energía eléctrica utilizando sus cálculos determinados y el procedimiento correspondiente llevo a calcular su número de paneles, la potencia de su bomba y su controlador de carga y con todos esos cálculos obtenidos cumplió así su demanda.

1.3 Descripción del problema.

A nivel mundial el calentamiento global, es el calentamiento no natural del planeta que estamos experimentando actualmente. Aunque el cambio de temperatura global ocurre naturalmente, la tasa actual es mucho más rápida que los procesos naturales y es causada

por la actividad humana. La creciente preocupación por la sostenibilidad y el acceso a recursos básicos, como el agua potable, ha generado un interés global en el desarrollo de soluciones energéticas y hídricas sostenibles. Las comunidades en diversos países enfrentan desafíos similares en la provisión de agua segura y confiable para sus habitantes. La falta de acceso a fuentes de agua potable de calidad es una preocupación compartida en muchas áreas rurales y semiurbanas en países en desarrollo. La alta radiación solar que se emana de la atmósfera producto del sol a la atmósfera. Debido a todos estos sucesos se han optado por usar nuevas formas de generar energía, como las energías renovables que nos da el sol, el aire, la tierra, etc.

El mercado de la energía solar en América Latina (2021) se está expandiendo a un ritmo elevado por la gran radiación solar que tiene aquella zona.

¹⁰ Desde Perú, ha participado Paloma, S, (2020) directora ejecutiva de la Asociación Peruana de Energías Renovables: "el potencial de energía renovable [en Perú] es 10 veces superior a la capacidad instalada -ha dicho Sarria- y se prevén más de 2.000 megavatios de energía solar fotovoltaica en los próximos 8-10 años, lo que representa casi 1.500 millones de dólares de inversión potencial y más de 10.000 nuevos puestos de trabajo".

Actualmente, el ¹ servicio de energía eléctrica mediante red pública en el departamento de PIURA tiene suministro eléctrico solo 91.2 % en toda su región por la empresa ENOSA S.A, ¹ quien transfiere el servicio a toda la población de la ciudad de PIURA. El distrito de LAS LOMAS es una localidad un poco alejada de la ciudad esto conlleva que no es rentable llevar servicio eléctrico a toda la región para la concesionaria, Las líneas eléctricas de media tensión más cercanas a la comunidad son líneas privadas y no es factible poder usarlas. Debido a esta falta de energía eléctrica ¹ nace la idea de generar una nueva fuente de energía renovable, mediante un sistema autónomo de energía solar fotovoltaica, como propuesta para ¹ para dar alimentación a una Cisterna de Bombeo de la localidad de Menta Alta, como una alternativa frente al consumo de energía eléctrica convencional, exclusivamente para el uso sistema de bombeo y para la iluminación de la Cisterna de Bombeo. No obstante, esta Cisterna de Bombeo ¹ esta abastecido de dos electrobombas de 10 hp para el sistema de bombeo que demanda un mayor consumo de energía eléctrica, un gran problema para la aplicación de esta energía renovable. A esto se

debe el gran interés de este nuevo proyecto que contribuye con la protección del medio ambiente y la economización en el consumo de energía convencional.

El sol es el proveedor de la energía renovable más abundante en nuestro planeta tierra, y tiene el potencial para reemplazar parcialmente a los combustibles fósiles. La provincia de Las Lomas cuenta con las condiciones ambientales ideales para la generación de energía eléctrica a través del potencial solar, por tanto, se ha puesto mayor interés en desarrollar el uso de esta tecnología innovadora. Este proyecto tiene como finalidad implementar este sistema solar fotovoltaico para abastecer con energía eléctrica a la Cisterna de Bombeo de la localidad de Menta Alta, su utilidad de esta energía será de mucho beneficio para la localidad frente a su abastecimiento de agua, dado que les ayudará en el ahorro económico, dado que la población de la localidad de Las Lomas genera sus ingresos actualmente de la ganadería y de la agricultura. Este recurso solar generará logros sociales, económicos y ambientales, asimismo permitirá a la localidad de Menta Alta, generar con otras formas de energía y contribuir con soluciones frente a problemas de contaminación ambientales de nuestra región.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿De qué manera se podrá diseñar un sistema de bombeo solar directo para suministrar agua potable a la localidad de Menta Alta, distrito de las Lomas, Provincia - Departamento de Piura?

1.4.2 Problemas específicos

- a) ¿De qué manera el diseño de un sistema de bombeo solar directo con paneles solares monocristalino permite suministrar agua potable de la localidad de Menta Alta, distrito de las Lomas, Provincia de Piura, Departamento de Piura?
- b) ¿De qué manera se podrá determinar la selección del variador de frecuencia del sistema de bombeo solar directo que permita el suministro de agua potable de la localidad de Menta Alta, distrito de las Lomas, Provincia de Piura, Departamento de Piura?

7 1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de bombeo solar directo que permitirá suministrar agua potable de la localidad de Menta Alta, distrito de las Lomas, Provincia de Piura, Departamento de Piura.

1.5.2 Objetivos específicos

a) Determinar si el diseño de un sistema de bombeo solar directo con paneles solares monocristalino permite suministrar agua potable de la localidad de Menta Alta, distrito de las Lomas, Provincia de Piura, Departamento de Piura.

b) Determinar la selección del variador de frecuencia del sistema de bombeo solar directo que permitirá suministrar agua potable de la localidad de Menta Alta, distrito de las Lomas, Provincia de Piura, Departamento de Piura.

1.6 Justificación del problema

1.6.1 Justificación teórica

Esta investigación siempre trato de expandir y aplicar más los conocimientos teóricos y sus conceptos principales para poder explicar bien al público las teorías proporcionadas como las energías renovables y el cual las energías renovables son buenas para el beneficio económico de la población.

El uso de las energías renovables ha tenido un impacto fundamental en el desarrollo de la sociedad mundial, debido a su bajo costo, y que es factible poder llegar a todo el mundo porque es gracias a la radiación del sol que se puede saber cuándo la zona es factible para el uso del sistema fotovoltaico y así que muchas personas a nivel mundial que no llegan a tener un suministro eléctrico por un sinnúmero de razones puedan así contar con energía eléctrica dotada por el sistema fotovoltaico esto es causal dado que hoy en día no se puede estar sin electricidad es un servicio muy importante para la sociedad para que esta logre así su desarrollo

1.6.2 Justificación económica

Hoy en día la implementación de un sistema solar fotovoltaico está acaparando el mercado eléctrico debido a la gran demanda que conlleva, la fácil instalación que

brindan las empresas que te venden esta tecnología, los bajos costos y lo útil que puede servir a la población, este y otros factores hace que las personas tengan acceso a poder implementar un sistema fotovoltaico en su zona de residencia y poder así trabajar con uno moderna y económica tecnología y de fácil mantenimiento.

1.6.3 Justificación social

Según el MEF (2021) refirió que la localidad de Menta Alta ubicada en el distrito de las Lomas, provincia de Piura, región Piura, es una localidad con un nivel de pobreza muy alto, su nivel socioeconómico es medio, sus pobladores viven de la agricultura y la ganadería.

El gobierno central no se ha preocupado para poder brindarle una buena calidad de vida dándoles sus servicios básicos que son como la luz y el saneamiento a su población, esto con lleva que no tengan agua ni saneamiento en toda su comunidad y vivan en situaciones antihigiénicas expuestos a muchas enfermedades como el dengue.

Actualmente la localidad de Menta Alta no cuenta con un sistema de agua potable, esta localidad se abastece de un sistema perteneciente a la localidad de Coyunde Palma que a pedido de los pobladores les ha permitido la extensión de una línea para su abastecimiento.

En el caso de saneamiento no existe ni ha existido la intervención estatal, algunos de los pobladores han construido sus “letrinas” también conocidas como pozos ciegos, pero que en la actualidad están a punto de colapsar.

La implementación de un sistema solar fotovoltaico en la zona rural de la región Piura va a ser de gran impacto por que va a influir mucho en el desarrollo y mejorar la calidad de vida de sus habitantes teniendo en su región un sistema no convencional, moderno y económico. Esto lleva de la mano los grandes beneficios para sus actividades primarias y puedan salir adelante hacia una región moderna.

1.6.4 Justificación tecnológica

Esta investigación en energías renovables se hace con el fin de tener un sistema más moderno para la sociedad empleando nuevas y modernas tecnologías, desde el inicio de la investigación primero se evalúa la radicación solar de la zona mediante

mapa (mapa solar del Perú), y software que se han desarrollado a nivel mundial, luego para poder calcular el sistema fotovoltaico cuantos horas al día se les tiene que suministrar a los paneles solares para que cumplan su función, también se emplea modernos software para el cálculo de los paneles solares e variadores y cuantos se necesitan de estos para poder llegar a la eficiencia que se requiere y así poder darle un óptimo funcionamiento al sistema.

Siempre debemos tener en cuenta que es un sistema moderno y menos contaminante y las empresas están a la vanguardia con nuevas tecnologías e innovaciones en el sistema fotovoltaico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Ballester P, (2018) presentó un estudio de fin de grado para obtener al título profesional de “Ingeniera Industrial” en la Universidad Politécnica De Cartagena, titulada “Estudio de Bombeo para instalación de riego mediante instalación solar fotovoltaica”, donde tuvo como objetivo diseñar un sistema fotovoltaico para riego. El tipo de investigación fue exploratoria: Donde el concluyo que de su proyecto de bombeo de agua riego de varios terrenos en el municipio de Chuecos Águilas (Murcia). El agua utilizada es suministrada por la propia planta desalinizadora Comunidad de regantes de Águilas, que demostraron esta explotación volumen anual requerido de 200.000 m³ por año. Sin embargo, la propuesta hecha de forma irregular, sin un caudal fijo, por lo que es necesario es el primer embalse en almacenar y permitir caudales irregulares el bombeo factible se puede hacer regularmente. Desde ese primer tanque donde el agua llega por gravedad desde las instalaciones comunitarias Equipos de riego, el primer bombeo se realiza a otro depósito en el que corresponde al estudio de caso realizado en este artículo. de parte del segundo tanque se extrae para regar cítricos, con la segunda ejecución de bombeo prevista a partir de aquí tanque, elevar el volumen total restante al tercer tanque ubicado en 4000 metros de distancia y con un desnivel de 180 metros. Este tercer tanque proporciona el agua necesaria para regar grandes extensiones de Aloe Vera y preservación de estanques para proteger la fauna y flora local.

Gonzales, D. y Lanuza, C., (2018) presentaron un Proyecto de fin de grado para obtener al título profesional de “Ingenieros en Energía Renovables” en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, titulada “Propuesta de un sistema de bombeo solar fotovoltaico para riego por goteo en la finca Concepción comarca Ato viejo San Nicolás Estelí, durante el periodo de julio a noviembre del 2017”, donde tuvieron como objetivo diseñar un sistema de bombeo solar fotovoltaico para riego por goteo. El tipo de investigación fue descriptiva. En sus conclusiones ellos manifiestan que esta alternativa de utilizar un sistema de bomba solar, fuentes de energía alternativas que permiten un

bajo consumo de recursos hídricos uso económico de las actividades agrícolas y beneficio económico sin grandes pérdidas para el medio ambiente, para mejorar la calidad de la cosecha y modernizar la Granja Concepción. El método para seguir para que se pueda llevar a cabo esta propuesta son para determinar el requerimiento tasa de flujo de tomate-manzana, diseño de sistema de energía solar, selección de bombas usando cálculos y curvas de eficiencia, análisis determinar la viabilidad de la propuesta. El proyecto incluye, entre otras cosas, evitar las emisiones de dióxido de carbono gracias al uso de surtidores de gasolina, ahorro económico en la facturación, además, sin usar chorros eléctricos ordinarios implementación de las medidas de ahorro definidas.

Castro G, (2021) presentaron un Proyecto de fin de grado para obtener al título profesional de maestro “Gerencia de ingeniería” en la Universidad de la Sabana - Colombia, titulada “Evaluación para proyectos de implementación solares fotovoltaicos en la infraestructura gubernamental de Sabana Centro, donde tuvo como objetivo evaluar los proyectos para diseñar un sistema solar fotovoltaico a las diferentes entidades públicas de la Sabana centro. El tipo de investigación fue exploratoria. En sus conclusiones ella manifiesta que Existen varios factores legales para la implementación de un sistema fotovoltaico, su implementación está influenciada por aspectos técnicos y económicos que dependen de otras variables, entre otras beneficio general (cuánto quiere entregar, qué ahorros quiere lograr, quiere un sistema autónomos o no, etc.), los recursos solares de la zona así como el comportamiento de los vientos y también las condiciones iniciales del lugar donde desea aplicar (ubicación, región disponible, consumo, etc.). Por otro lado, a pesar de que en la implementación de estos sistemas se utilizan factores especiales se pueden seleccionar factores generales para determinadas variables de cada entidad mediante revisión, lineamientos metodológicos y validación Expertos, esta última medida permite a las unidades y Estimar estos proyectos más cerca de la realidad porque hace que la herramienta funcione, no solo desde un punto de vista académico sino también desde un punto de vista práctico. Por otra parte, evaluando los costos de los principales elementos del sistema: paneles, estructuras, inversor, controles y baterías, es posible estimar el valor de la inversión, aunque el precio final de la inversión es teniendo en cuenta otras variables relacionadas con la conexión y puesta en marcha del

sistema como materiales eléctricos, obras de construcción, planificación y diseño, instalación, etc.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Jara, T, (2021) presento un Proyecto de fin de grado para obtener al título profesional de “Ingeniero Mecánico Electricista” en la Universidad Señor de Sipán, titulada “Diseño de un sistema de Bombeo solar directo para riego por goteo en el distrito de Guadalupito- La Libertad”, donde tuvo como objetivo diseñar un sistema de bombeo solar directo. El tipo de investigación es descriptivo-no experimental. Una de las conclusiones de su investigación fue desarrollar un proyecto de sistema de bombeo solar directo para cumplir con el riego por goteo requerido para el cultivo de aguacate Sobre un terreno de 7 hectáreas en el distrito de Guadalupito - Departamento de La Libertad, 2021. El desarrollo de su proyecto presentado se basa en Fundamentos teóricos y cálculos de sistemas fotovoltaicos autónomos con las ecuaciones matemáticas presentadas. La investigación tiene un enfoque cuantitativo, es decir tipo de aplicación no experimental y descriptiva. Los primeros resultados obtenidos en el estudio permiten concluir que los valores de radiación varían. Esto le llevo a un cálculo de 28 paneles solares y un controlador de carga de 22 A y 540 VCD para que pueda funcionar su proyecto.

Rojas, P. (2018), presentó un Proyecto de fin de grado para obtener el título profesional de “Ingeniero Mecánico Electricista” en la universidad Cesar Vallejo, titulado “Diseño de un sistema fotovoltaico para circuitos de alumbrado y ventilación del Centro Educativo Técnico Productiva Novus Scilicet de Rioja, 2018”, donde tuvo como objetivo diseñar un sistema fotovoltaico para los circuitos de alumbrado y ventilación del centro educativo Técnico Productiva Novus Scilicet de rioja. El tipo de investigación es descriptivo Unas de sus conclusiones de su investigación fue desarrollar un proyecto de con gran avance tecnológico como es la energía solar como fuente de energía renovable y sus beneficios de esta con el medio ambiente para así evitar el calentamiento global y otra conclusión es lo económico a largo plazo dado que si bien el proyecto es un poco caro si se proyecta a un periodo de 20 años se verá que el

centro educativo tendrá un gran ahorro económico al pagar su factura por el consumo de energía eléctrica.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Generación eléctrica:

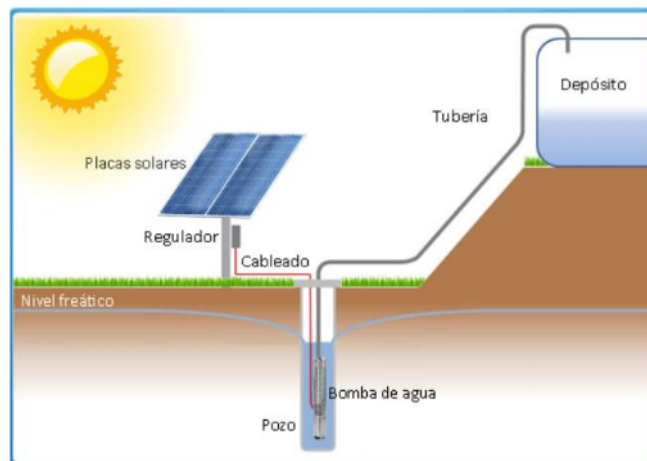
De acuerdo con OSINERGMIN (2019) es la primera de las actividades de la cadena productiva de energía eléctrica, la cual consiste en transformar alguna clase de energía (térmica, mecánica, luminosa, entre otras) en energía eléctrica.

2.2.2 Bombeo solar:

Para Vernia (2018) Un bombeo solar es una aplicación especial de generadores solares donde utilizar la energía del sol para bombear o bombear agua de riego para cultivos, ganado o consumo de agua potable, especialmente en áreas aisladas donde el acceso a la red eléctrica suele ser difícil.

Figura 1

Sistema de bombeo solar directa



Nota: Sistema de bombeo solar directo que se diseñará en el proyecto. Fuente: (<https://bateriasyamperios.com/tienda-online/bombeos-solares/>)

2.2.3 Diseño de sistema de bombeo:

Para Rojas (2017) Explica los conceptos clave relacionados con el diseño de sistemas de bombeo, como el cálculo de caudales, alturas de elevación y selección de

equipos. Describe cómo los sistemas de bombeo solar se adaptan a las necesidades de abastecimiento de agua potable.

2.2.4 Energía solar:

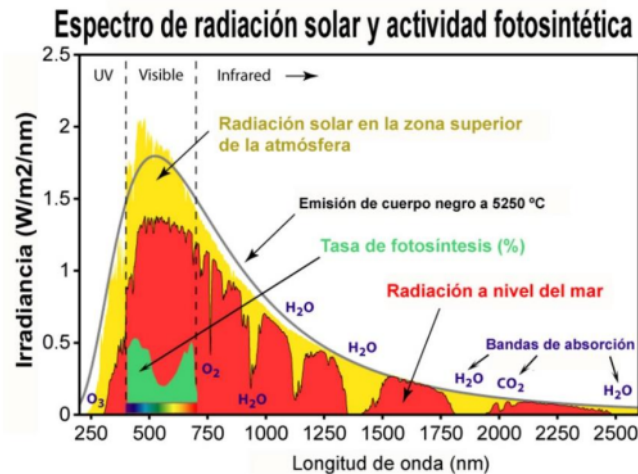
Para Siancha (2013, p. 55). ¹ La energía solar es la energía obtenida directamente del sol. La radiación solar incidente en la tierra puede aprovecharse, por su capacidad para calentar, o directamente, a través del aprovechamiento de la radiación en dispositivos ópticos

2.2.5 Irradiación solar:

Para Baselga (2019) Define que es “La cantidad de energía recibida por unidad de superficie se llama irradiación, H, se mide en Wh/m² y no solo se compone de luz visible, sino que también está formada por rayos infrarrojos y ultravioletas, que son invisibles”. En otras palabras, es la potencia que recibe una determinada área en un intervalo de tiempo definido.

Figura 2

Irradiación solar



Nota: La clave para crear un material que sería ideal para convertir la energía solar en calor

2.2.6 Energía Renovable:

Para Guerra (2019).¹¹ Los recursos renovables son aquellos que provienen de la naturaleza, que no se agotan y su procesamiento no generan gases de efecto invernadero como los combustibles fósiles, por lo tanto, no contribuyen al calentamiento global. Entre ellos se encuentran la energía solar, la eólica, la térmica, la hidráulica y la biomasa (Guerra, 2019).

Figura 3

Energía renovable solar



Nota: Fuente de energía renovables son aquellas que encontramos en la naturaleza en cantidad ilimitada, que pueden regenerarse de manera natural o artificial¹¹

2.2.7 Corriente Continua y Corriente alterna:

De acuerdo con OSINERGMIN (2019), la corriente continua es aquella que no cambia de polaridad en el tiempo, por ejemplo, las pilas y las baterías proveen este tipo de corriente y la corriente alterna es aquella que si cambia de polaridad entre el sentido de los polos (negativo y positivo) por ejemplo este tipo de corriente se utiliza en instalaciones eléctricas domésticas.

2.2.8 Electrobombas:

Para Otero (2021)³ Es el componente que se encarga de convertir la energía eléctrica generada por un arreglo fotovoltaico mediante el uso de un convertidor DC o AC en energía mecánica para cubrir el punto de trabajo requerido. Es preciso señalar que dependerá del tipo de electrobomba para ser alimentado a través de un sistema fotovoltaico; las de DC se conectan directo a los paneles solares y los de AC necesitan de un variador de frecuencia. Las bombas de

DC tienen un sencillo mecanismo, alto rendimiento por tener motores con imanes permanentes y necesitan normalmente pocos paneles. Sin embargo, tienen un bajo rango de potencias como máximo de 4kW, baja disponibilidad y un elevado precio. Mientras que las bombas de AC son fabricadas sin límites de potencia, versatilidad y disponibilidad de acuerdo con múltiples curvas de trabajo. No obstante, las bombas en mención al tener una mayor complejidad en la alimentación eléctrica se requieren de mayor cantidad de paneles solares. Aborda los tipos de bombas solares disponibles y cómo funcionan en sistemas de bombeo. Incluye información sobre las tecnologías de bomba adecuadas para tu diseño y cómo se integran con los paneles solares

Figura 4

Electrobomba sumergible



Nota: La imagen es de la electrobomba sumergible de 10 hp ¹ que se usara en el sistema de bombeo solar directo fuente: (<https://www.pedrollo.com/es/productos>)

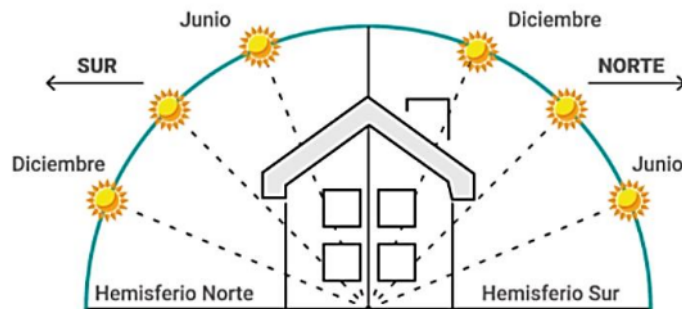
2.2.9 Angulo de inclinación:

Para Rodríguez (2014) ⁶ Los paneles fotovoltaicos alcanzan su máxima efectividad cuando están orientados hacia el sol, en un ángulo perpendicular con éste a mediodía. Por lo

general, los paneles solares se colocan sobre techos o una estructura y tienen una posición fija y no pueden seguir la trayectoria del sol en el firmamento. Por lo tanto, no estarán orientados hacia el astro con un ángulo óptimo (90 grados) durante toda la jornada. El ángulo entre el plano horizontal y el panel solar se denomina ángulo de inclinación.

Figura 5

Angulo de Inclinación de paneles solares



Nota: Referencia de la orientación de los paneles solares respecto al hemisferio en el que el panel se encuentra

2.2.10 Conexiones de módulos fotovoltaicos

Para Chonto (2018). La combinación de intensidad y tensión de un módulo fotovoltaico no siempre se ajusta a los requisitos de un sistema específico. Requiere la agrupación de varios módulos para obtener valores adecuados, considerando que la conexión en serie aumenta la tensión y la conexión en paralelo incrementa la intensidad del sistema. Estas características de tensión e intensidad no siempre son suficientes.

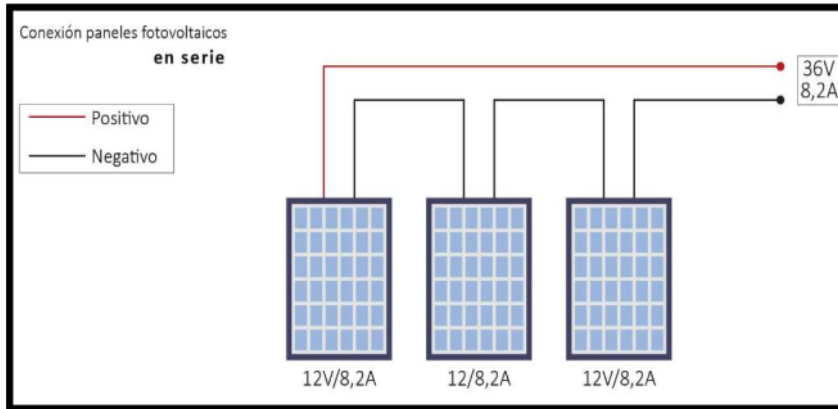
Existen tres tipos de conexiones según las necesidades:

2.2.10.1 Conexión en serie:

Según Fernández y Cervantes (2017) Al unir los paneles solares en serie, se conecta el polo positivo de un módulo al polo negativo del siguiente. Esto eleva la tensión y mantiene constante la corriente generada. La tensión generada equivale a la suma de las tensiones de cada módulo fotovoltaico o al producto de la tensión de un módulo por el número total de módulos.

Figura 6

Conexión de paneles solares en serie



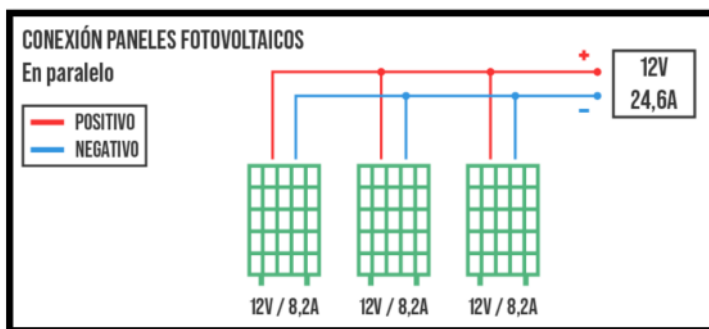
Nota: Esquema de conexión de paneles solares en serie, Fuente Autosolar.

2.2.10.2 Conexión en paralelo:

Según Fernández y Cervantes (2017) Al conectar los paneles en paralelo, se unen todos los polos positivos y todos los polos negativos por separado. Esto aumenta la corriente generada y mantiene constante el voltaje. La corriente generada es la suma de las corrientes de cada módulo o el producto de la corriente de un módulo por el número total de módulos.

Figura 7

Conexión de paneles solares en paralelo



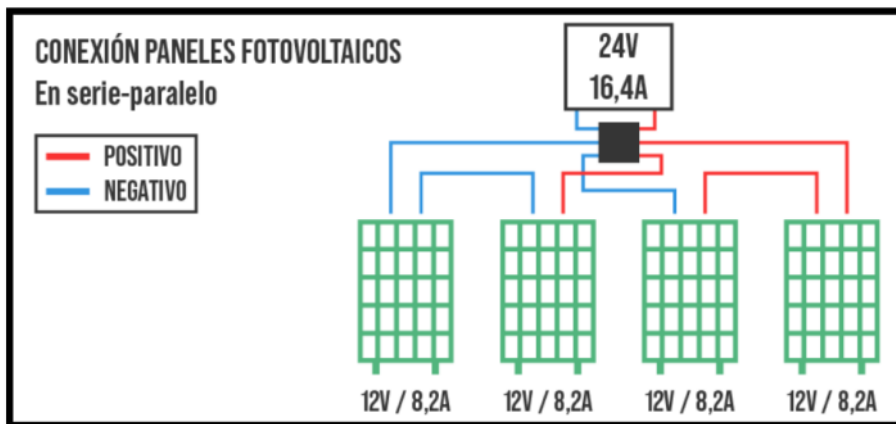
Nota: Esquema de conexión de paneles solares en paralelo. Fuente Autosolar.

2.2.10.3 Conexión en serie/paralelo:

La tensión del generador es la suma de las tensiones de los paneles solares en serie, mientras que la corriente eléctrica es la suma de las corrientes de cada rama de paneles

Figura 8

Conexión de paneles solares en serie-paralelo



Nota: Esquema de conexión de paneles solares en serie/paralelo Fuente: Autosolar.

2.2.11 Hora solar pico:

Para Aquino (2019) Define que “Las horas de sol pico son el número de horas al día con una irradiación hipotética de 1000w/m² que sumen la misma radiación total que la real ese día”. En otras palabras, es el número de horas que se lograr generar 1000W en 1 metro cuadrado de superficie. socioeconómicos:

2.2.12 Panel fotovoltaico

Para Fernández y Cervantes (2017) Un panel fotovoltaico es la agrupación de dos o más módulos conectados en serie y/o paralelo y que están montados en una misma estructura, normalmente conectados a un mismo inversor central (también pudiendo tener un microinversor cada módulo del panel)

Figura 9

Paneles solares



Nota: La imagen es de los paneles solares de 500 W DEEP BLUE 3.0 Mono JA SOLAR ¹ que se usara ² en el sistema de bombeo solar directo. Fuente: (<https://autosolar.pe/paneles-solares>)

2.2.13 Celda fotovoltaica:

Para ² Kamalvand (2020) expone los siguientes tipos de celdas fotovoltaicas:

2.2.15.1 Celdas de silicio monocristalino:

Esta celda se compone silicio cristalino de elevada pureza, su eficiencia tiene un máximo 16 % en uso comercial y 24.7 % en situaciones controladas de laboratorio. Estos módulos ofrecen confiabilidad y los fabricantes garantizan una vida útil de 25 años.

Figura 10

Paneles fotovoltaicos de silicio monocristalino.



Nota: Una de las ideas es usar energía renovable buscando convertir la energía solar

2.2.15.2 ² Silicio policristalino:

Con una superficie característica, de apariencia granulada. Para fabricar este tipo de células, trozos de silicio puro se transforman en líquido, luego se deja reposar y enfriar hasta que este solidificado para luego cortar las obleas y obtener las células. En laboratorio se han obtenido eficiencias de hasta 19.8 % y en uso comercial del 15 %.

Figura 11

Panel solar policristalino



Nota: Estos paneles solares fotovoltaicos están contruidos a partir de silicio y son fabricados en bloques que pueden contener 60 o 72 células

2.2.15.3 ² Silicio amorfo:

Su composición química posee elevados índices de defectos de estructura y su fabricación es de menor coste, el proceso consiste en depositar una fina capa de silicio amorfo en varias superficies. En cuanto a eficiencias, se tiene un máximo de 13 % en condiciones de laboratorio de 8% a escala comercial.

Para Cepeda y Sierra (2017). ⁸ Una celda PV es un dispositivo electrónico que permite transformar la energía luminosa (fotones) en energía eléctrica (electrones) mediante el efecto fotoeléctrico. Las celdas están conformadas por materiales semiconductores que controlan el flujo de electrones para formar corrientes eléctricas. (Ver Figura 8). Las células contienen dos capas de materiales semiconductores: La capa superior de tipo N (carga negativa) se encuentra dopada con átomos de fósforo y la capa inferior de tipo P (carga positiva) generalmente se encuentra dopada con átomos de boro.

Figura 12

Panel solar de silicio amorfo



Nota: Fotovoltaica de silicio amorfo, eficiencia récord ha superado el 25 %

CAPÍTULO III

VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1 Operacionalización de Variables

En la siguiente tabla 1 se muestra la operacionalización de las variables.

Tabla 1

Operacionalización de las variables

| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES |
|--|--|---|---|---|
| <p>variable independiente sistema de bombeo solar directo</p> | <p>Involucra un conjunto de paneles solares monocristalinos que producen energía eléctrica para operar una bomba de agua sea en corriente continua o en corriente alterna trifásica o monofásica, de manera directa. Esto implica que la bomba operará exclusivamente durante las horas de luz solar, evitando la necesidad de emplear un sistema de almacenamiento de energía con baterías.</p> | <p>paneles solares monocristalinos</p> <p>potencia del panel tipo de panel solar potencia del variador de frecuencia ángulo de inclinación de los paneles solares</p> | <p>irradiación solar</p> <p>potencia del panel tipo de panel solar potencia del variador de frecuencia ángulo de inclinación de los paneles solares</p> | <p>irradiación y potencia solar</p> <p>determinar el voltaje de los paneles solares monocristalinos</p> <p>determinar la potencia del variador de frecuencia</p> |
| <p>variable dependiente suministrar agua potable</p> | <p>Cantidad requerida para que, a través de una serie de conductos o tuberías, suministre agua potable a la localidad de Menta Alta</p> | <p>El suministro de agua potable se medirá como el proceso de proporcionar un caudal de agua apta para el consumo humano y que cumple con los estándares de calidad establecidos por las autoridades sanitarias. Se verificará la ausencia de contaminantes perjudiciales en cantidades que excedan los límites aceptables, el nivel adecuado de desinfección, y otros indicadores establecidos para asegurar la seguridad y salud de los consumidores.</p> | <p>calidad del agua caudal del agua sostenibilidad</p> <p>educación de enfermedades</p> | <p>identificar la energía que se va a utilizar para el bombeo de agua</p> <p>identificar la cantidad de electrobombas para el sistema de bombeo</p> <p>determinar las horas del sistema de bombeo</p> |

3.2 Hipótesis de la investigación

3.2.1 Hipótesis general

El diseño de un sistema de bombeo solar directo permite suministrar agua potable a la localidad de Menta Alta, distrito de las Lomas, Provincia - Departamento de Piura

3.2.2 Hipótesis específica

- a) El diseño de un sistema de bombeo solar directo con paneles solares monocristalino permite suministrar agua potable de la localidad de Menta Alta, distrito de las Lomas, Provincia- Departamento de Piura.
- b) La determinación y selección del variador de frecuencia del sistema de bombeo solar directo permite el suministro de agua potable de la localidad de Menta Alta, distrito de las Lomas, Provincia - Departamento de Piura.

CAPITULO IV

METODOLOGÍA.

4.1 Descripción de la metodología

Para poder desarrollar este trabajo de investigación se tuvo en cuenta la zona donde se va a llevar a cabo el proyecto, la energía solar de la zona, el clima y la geografía para poder ver si era o no factible poder realizar el proyecto, ver la problemática que es la falta de agua en la zona y así poder obtener los cálculos que se necesitan como la línea de impulsión, la selección de la bomba, la máxima que demanda, numero de paneles y selección del variador de frecuencia, la metodología utilizada en este estudio se basa en una investigación cualitativa que incluye revisiones bibliográficas y de literatura sobre sistemas de bombeo solares y diseño de sistemas de bombeo solar directo. Además, de los viajes realizados con anterioridad a la ciudad de Menta Alta donde se recaudó información sobre las características de la zona, la disponibilidad de aguas subterráneas y las necesidades de la población. Se adjuntan en el anexo N 2

4.1.1 Tipo de investigación.

El tipo de estudio de esta investigación es cuantitativo, por que analiza algunas de las categorías y analiza las especificaciones técnicas, así como el registro de los datos de la radiación solar, para obtener información y establecer los componentes adecuados porque hay que registrar los datos de la radiación solar para obtener resultados y establecer determinados componentes.

4.1.2 Nivel de investigación.

El nivel de Investigación para la presente tesis es descriptivo, ya que, según Hernández, S. (2010) en su libro Metodología de la Investigación afirma que: este tipo de estudios tienen como propósito describir el constructor del estudio, medir el impacto que exista entre dos o más conceptos o variables, miden cada una de ellas y después, cuantifican y analizan la vinculación. Tales correlaciones se sustentan en hipótesis sometidas a prueba.

4.2 Implementación de la investigación

Para llevar a cabo el diseño del sistema de bombeo solar directo, se requiere primero evaluar el estado actual de la fuente de agua, la localidad beneficiaria y los componentes para poder llevar a cabo el proyecto. Después de esta etapa inicial, se procederá a determinar la radiación solar en el área donde se planea instalar el sistema de bombeo solar directo. A continuación, se calculará la máxima demanda necesaria que necesita el sistema para que puedan funcionar la bomba sumergible. Por último, se realizará la planificación del sistema de bombeo solar directo, que incluirá el número de paneles, tipo de conexión de los paneles solares y la selección del variador de frecuencia para su funcionamiento adecuado.

4.2.1 Implementación de los paneles solares monocristalinos

Dimensionamiento de los componentes para el sistema de bombeo solar directo.

Para poder llevar a cabo el dimensionamiento del sistema de bombeo solar directo se basó todo en tres sencillos pasos:

- a) Evaluación hidrográfica necesaria.
- b) Evaluación de la energía solar disponible.
- c) Definición del equipo de bombeo.

a) Evaluación hidrográfica.

a.1 La necesidad del agua

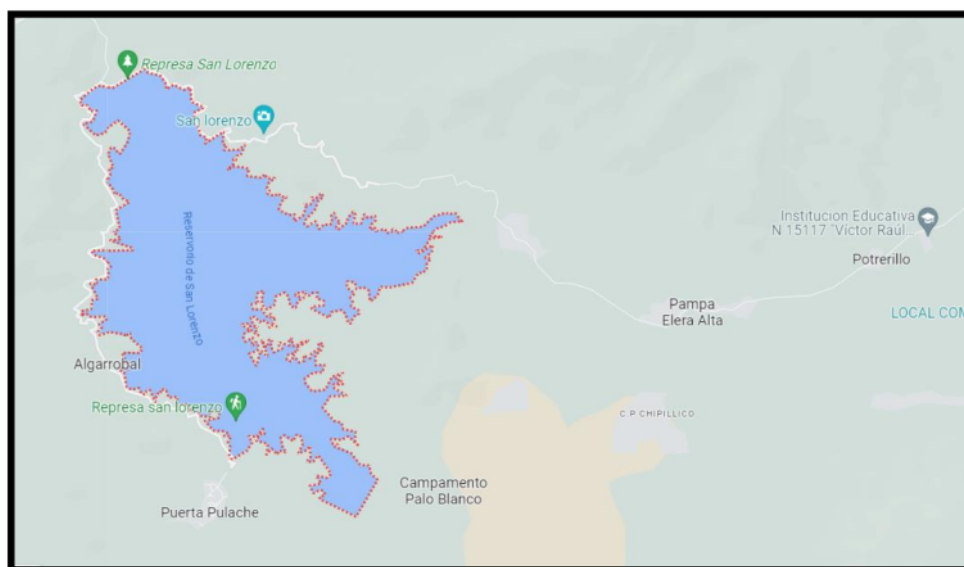
Menta Alta está ubicado dentro del área de influencia del Río Chira, y su red de agua se define por el curso del Río Las Yangas, conocido más tarde como Río Chipillico, que desemboca directamente en la represa San Lorenzo. El Río Chira, parte del sistema hidrográfico del Pacífico, tiene su origen en Ecuador y se abastece principalmente de las lluvias estacionales en su zona alta.

Dentro de Perú, los principales afluentes del Río Chira son las Quebradas Honda, Peroles, La Tina, Poechos y Condor, que se ubican en su margen derecha. Asimismo, los ríos Quiroz y Chipillico son significativos en su margen izquierda.

Además, los ríos Pilares (en la margen derecha) y Macará (en la margen izquierda) son de importancia especial, ya que actúan como límites fronterizos y tienen parte de su cuenca en territorio ecuatoriano.

Figura 13

Represa San Lorenzo



Nota: (<https://www.google.com/maps/place/Represa+San+Lorenzo/@-4.6806728>)

a.2 Evaluación de la energía solar disponible

En el proceso de dimensionamiento mencionado, se realizaron cálculos tomando como base un año típico y se utilizaron definiciones de rendimiento máximo del subsistema de motor-bomba, así como el rendimiento energético diario. Una vez que se determinó el año típico, se llevó a cabo un análisis de balance energético para cada mes a fin de determinar la demanda de agua en Piura. Se observó que esta demanda era superior en comparación con la disponibilidad de energía solar.

El dimensionamiento del sistema debe asegurar que satisfaga la demanda del "mes peor" para garantizar la preparación del sistema en las peores

circunstancias, al mismo tiempo que proporciona confiabilidad al sistema y garantiza un excedente de agua durante el resto del año.

Para esto se analizó estrictamente el mapa del Perú, la región, provincia y localidad.

Figura 14

Ubicación nacional

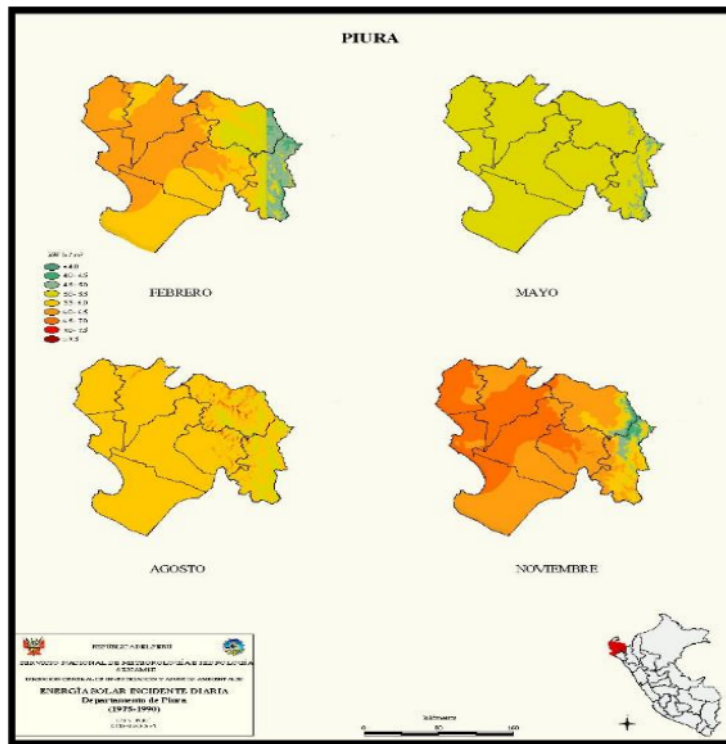


Nota: Mapa político del Perú, donde se muestra el Departamento de Piura donde se va a llevar a cabo el Proyecto. Fuente: Ministerio de Energía y Minas

Ahora para poder ver la radiación solar del Perú y por Departamento entramos a la página web. (<https://deltavolt.pe/atlas/atlassolar/radiacion-departamento/>) donde se muestra la energía solar incidente diaria por departamento que pertenece al **SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA Y HIDROLOGÍA (SENAMHI)** de la **dirección general de asuntos ambientales** del Perú, donde la información es gratuita y podemos visualizar de manera general.

Figura 15

Ubicación regional

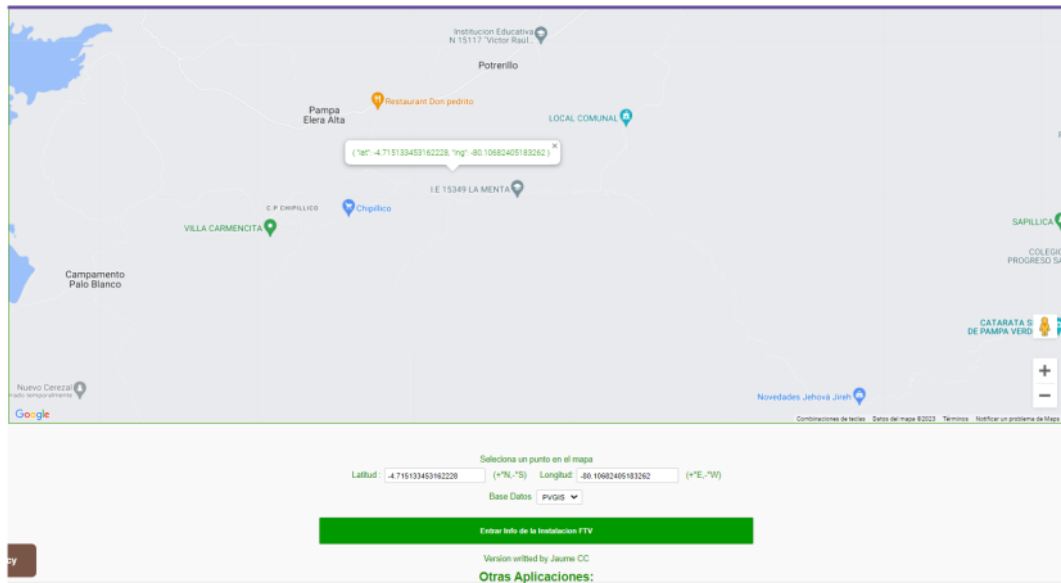


Nota: Se puede apreciar la radiación solar del Departamento de Piura por estaciones del (SENAMHI) Fuente: (<https://deltavolt.pe/atlas/atlassolar/radiacion-departamento/>)

Ahora para poder visualizar la energia solar por horas pico (HSP) entramos a la pag. Web gratuita <https://renovables.tulider.net/pv/hsp/> donde se visualiza las horas solar pico donde se va a realizar el area de trabajo de investigacion y la realizacion del proyecto.

Figura 16

Interfaz de la pag, web. (<https://renovables.tulider.net/pv/hsp/>)

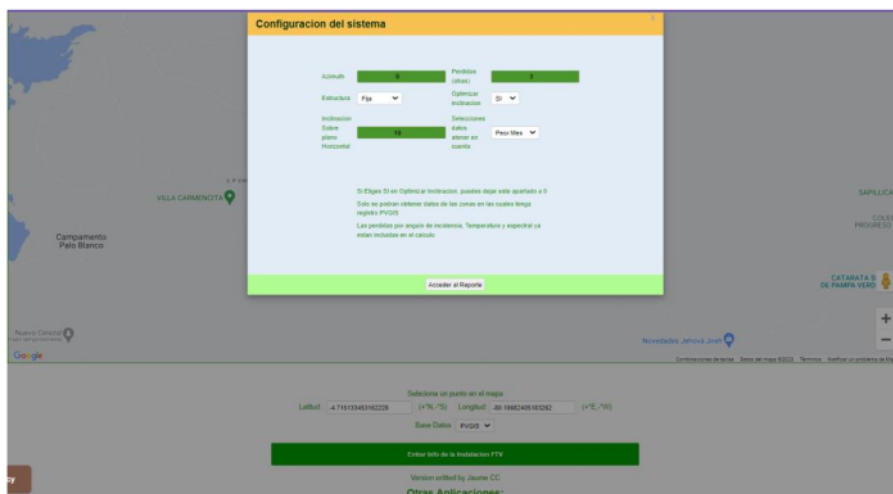


Nota: Captura de pantalla tomada a la interfaz de la pag. Web, Fuente: (<https://renovables.tulider.net/pv/hsp/>)

Al poner los datos de latitud y longitud en esta pag. Web que se colocan automaticamente cuando pones el puntero del mouse en el mapa se rellena el recuadro,. Sale una ventana de la configuracion del sistema donde tambien ponemos de dato el peor mes y te dara un reporte.

Figura 17

Ingreso de datos



Nota: ingreso de datos de la altitud y longitud para que se puedan mostrar los resultados

Fuente: (<https://renovables.tulider.net/pv/hsp/>)

Figura 18

Reporte de la hora solar pico (HSP)

Página del Reporte conforme los datos suministrados --Version Beta--

| Mes | HSP Horas solar pico por día (kWh/m2/d) | Producción total estimada diaria Por KwP Instalado | Promedio HSP Horas solar pico por mes (kWh/m2/m) | Producción total estimada Mes Por KwP Instalado |
|--|---|--|--|---|
| Enero | 4.45 | 3.72 | 137.88 | 115.18 |
| Febrero | 4.73 | 3.94 | 132.52 | 110.35 |
| Marzo | 4.83 | 4.02 | 149.81 | 124.72 |
| Abril | 4.95 | 4.15 | 148.64 | 124.45 |
| Mayo | 4.66 | 3.94 | 144.45 | 122.11 |
| Junio | 4.51 | 3.85 | 135.34 | 115.39 |
| Julio | 5.12 | 4.4 | 158.60 | 136.44 |
| Agosto | 5.76 | 4.96 | 178.65 | 153.67 |
| Septiembre | 6.16 | 5.27 | 184.67 | 158.00 |
| Octubre | 6.29 | 5.37 | 195.11 | 166.39 |
| Noviembre | 6.19 | 5.25 | 185.79 | 157.63 |
| Diciembre | 5.66 | 4.77 | 175.40 | 147.72 |
| HSP Anual | 1,926.86 | Perdidas totales -15.3 | Inc.Optima (Si se ha seleccionado) 0° | Prod. Anual: 1,632.05 |
| Peor Mes: Enero (4.45Hsp/d) Mejor Mes: Octubre (6.29Hsp/d) Promedio Anual: 5.275833333333333-HSP- | | Tipo de Estructura Fija | | |

Nota: Captura de pantalla tomada del promedio de las horas solar pico por mes: fuente: (<https://renovables.tulider.net/pv/hsp/resultados.php?>)

Para poder calcular la Hora Solar Pico que se utilizó en nuestro proyecto se considero la radiación solar media. Lo cual es un dato que nos entrega la pag. Web gratuita https://renovables.tulider.net/pv/hsp/resultados.php?&tilt=10&azimuth=0&perdidas=3&latit=-4.720930772439484&longit=-80.111983907551&country=0&select_inc=1&estruc_fixed=1&cubierta=5, HSP= 5.275 A continuación, se muestra los datos de la tabla en forma numérica:

Tabla 2

Hora solar pico por día en el mes

| MES | HORA SOLAR PICO |
|------------|-----------------|
| Enero | 4.45 |
| Febrero | 4.73 |
| Marzo | 4.83 |
| Abril | 4.95 |
| Mayo | 4.66 |
| Junio | 4.51 |
| Julio | 5.12 |
| Agosto | 5.76 |
| Septiembre | 6.16 |
| Octubre | 6.29 |
| Noviembre | 6.19 |
| Diciembre | 5.66 |

Nota: Tabla donde se muestra el resumen de las horas solar pico por mes y se va a determinar una radiación media anual

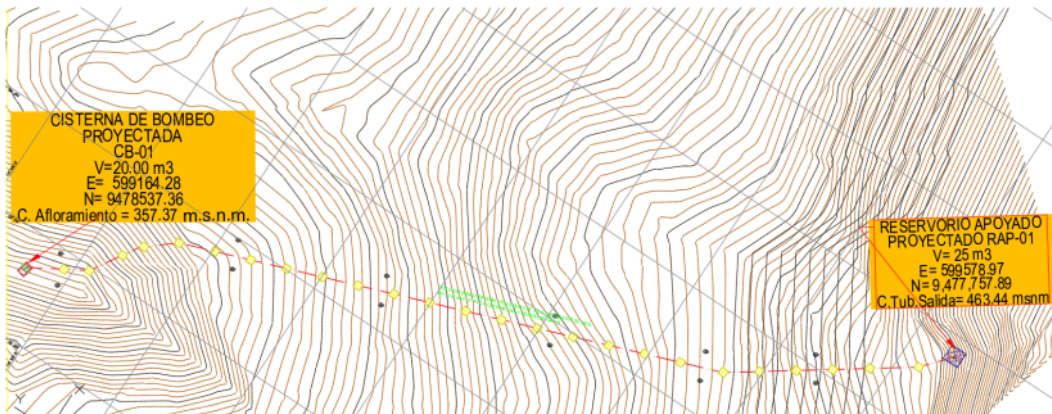
a.3) Definición del equipo de bombeo

Selección para el sistema de bombeo

Para poder seleccionar la bomba sumergible se tuvo en cuenta la línea de impulsión que son 906.38m y se plasmó todo en una hoja de cálculo.

Figura 19

Distancia de la línea de impulsión



Nota: En este plano se muestra la distancia desde donde será captada el agua y se depositará en una cisterna para desde ahí bombearla mediante la bomba sumergible hasta el reservorio que se encuentra a 906.37 m y así pueda caer el agua por gravedad hacia las viviendas del centro poblado de Menta Alta.

Datos:

Al año 10 el caudal $Q_b=0.00339 \text{ m}^3/\text{s}$

Al año 20 el caudal $Q_b=0.00367 \text{ m}^3/\text{s}$

$C=140$

$N=4$

$K=1.3$

$X=0.3333$

Donde:

Q = Caudal

K = Cte Bresse

N = Horas de Bombeo

D = Diametro

Tabla 3*Especificaciones del sistema*

| Qb (lps) - Año 10 | Qb (lps) - Año 20 | Long (m) | C-01 (msnm) | C-02 (msnm) | Presión (m) |
|------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| 0.39 | 3.67 | 906.38 | 355.87 | 464.59 | 2.0 |

Nota: En esta tabla se muestra los caudales proporcionados al año 10 y al año 20 de nuestro proyecto, también nos muestra la distancia desde la Cisterna hasta el Reservorio como también el nivel que tiene la cisterna a nivel del mar C-01 y el nivel que tiene el Reservorio a nivel del mar C-02 notando una diferencia de altura de 109.21m.

Tabla 4*Diámetro de tubería*

| D (m) | D(pulg) |
|--------------|----------------|
| 0.0598 | 2.3559 |

Nota: En esta tabla se puede apreciar el diámetro nominal en metros (m) y en pulgadas (pulg) que va a tener la tubería de impulsión

Tabla 5*Selección de la tubería, por la línea de impulsión*

| Alternativa | Diametro Nominal, (mm) | | S | V | L (m) | Hf (m) |
|--------------------|-------------------------------|---------------|----------------|--------------|---------------|----------------|
| | Interno (m) | | (m/m) | | | |
| 1 | 50 | 0.03620 | 0.36641 | 3.568 | 906.38 | 332.1104 |
| 2 | 60 | 0.04280 | 0.16221 | 2.552 | 906.38 | 147.0244 |
| 3 | 75 | 0.0544 | 0.05050 | 1.580 | 906.38 | 45.7744 |
| 4 | 90 | 0.0654 | 0.02061 | 1.093 | 906.38 | 18.6847 |
| 5 | 110 | 0.0798 | 0.00783 | 0.734 | 906.38 | 7.0955 |

Nota: De acuerdo a la selección de la bomba se esta considerando una bomba tipo sumergible modelo 6SR70G/100 (10HP), de la marca Pedrollo.

Por lo tanto, los datos obtenidos son:

Caudal de Bombeo = 3.67 l/s o 220.20l/min

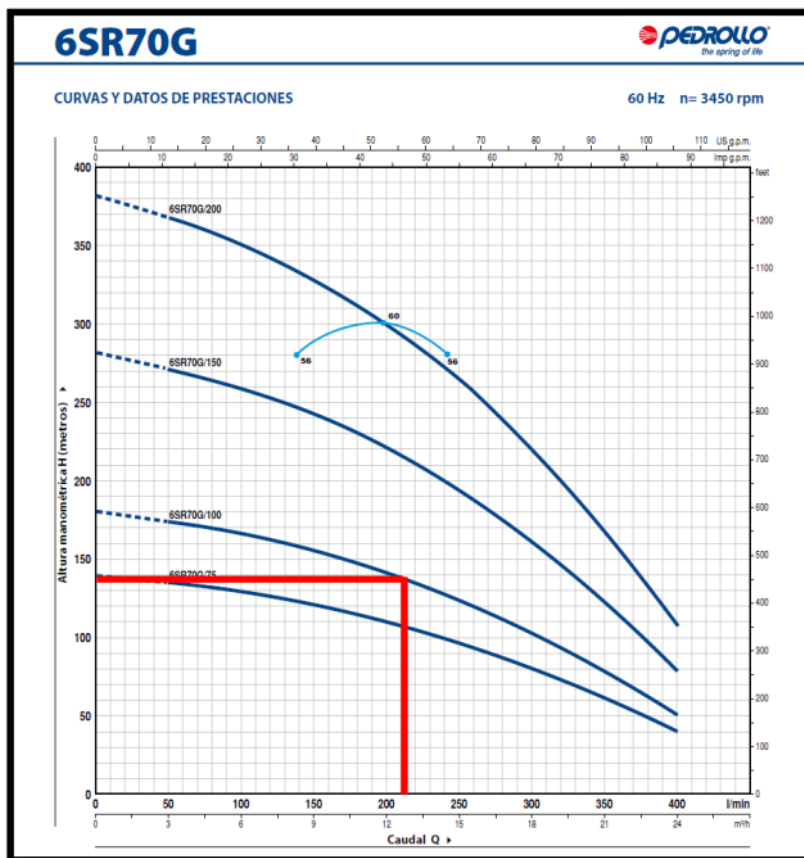
HDT Sistema = 127.08m

Potencia requerida = 9.74 HP

De acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante y a su catálogo se observa la gráfica Caudal v.s Altura manométrica (Q v.s H)

Figura 20

Selección de la bomba curva del caudal (Q) - altura manométrica (H).



Nota: Mediante el catálogo proporcionado por la empresa Pedrollo y de acuerdo con los cálculos y a las necesidades del proyecto se seleccionó la bomba sumergible adecuada. Fuente: (<https://www.pedrollopentax.com/producto/electrobomba-pedrollo-6-sr>)

Datos de la bomba:

Caudal = 220.20 l/min

HDT Bomba = 138.00 m

Potencia equipo elegida = 10.00 HP

Por lo tanto:

$$\text{HDT Sistema} < \text{HDT Bomba}$$

$$127.08 \text{ m} < 130.00 \text{ m}$$

$$\text{Potencia requerida} < \text{Potencia equipo elegida}$$

$$9.74 \text{ HP} < 10.00 \text{ HP} \text{ Selección de bomba correcta}$$

Figura 21

Cuadro de selección de la bomba

| MODELO Trifásica | POTENCIA (P ₂) | | Q m ³ /h l/min | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 |
|---------------------|----------------------------|-----|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | kW | HP | | 0 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
| 6SR70G/75 | 5.5 | 7.5 | | 140 | 135 | 130 | 122 | 110 | 98 | 80 | 60 | 40 |
| 6SR70G/100 | 7.5 | 10 | | 182 | 174 | 168 | 155 | 140 | 125 | 104 | 80 | 50 |
| 6SR70G/150 | 11 | 15 | | 281 | 270 | 260 | 240 | 220 | 198 | 162 | 122 | 78 |
| 6SR70G/200 | 15 | 20 | | 381 | 365 | 351 | 325 | 300 | 265 | 220 | 168 | 108 |

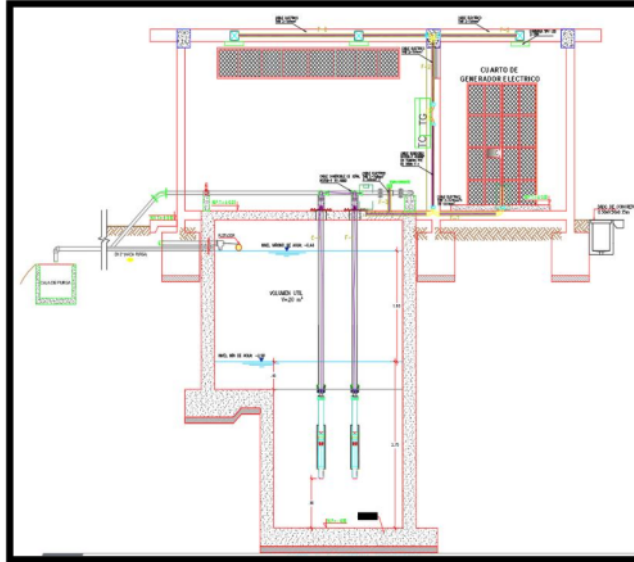
Q = Caudal H = Altura manométrica total Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

Nota: Mediante este cuadro numérico proporcionado por la empresa Pedrollo se seleccionó la bomba sumergible que utilizaremos en nuestro proyecto. Fuente: (<https://www.pedrollopentax.com/producto/electrobomba-pedrollo-6-sr>)

En conclusión: Se está considerando 01 bomba sumergible, modelo 6SR70G/100 DE 10HP (7.5 kW) de la marca Pedrollo.

Figura 22

Ubicación de la bomba sumergible dentro de la Cisterna



4.2.1.1 ¹ Dimensionamiento de los paneles solares

Para determinar el tipo de diseño del sistema de bombeo solar directo mediante paneles solares monocristalinos, se ha visto previamente, la fuente de agua como se muestra en la (Figura 7), la radiación en la zona del proyecto como se muestra en la (Tabla 2), la selección del equipo de bombeo como se muestra en la (Figura 14) y previamente con todos estos datos se calculó el cuadro de la máxima demanda del sistema como se muestra en la (Tabla 7).

Tabla 6

Máxima demanda del sistema

| ITEM | DESCRIPCIÓN | P.I (KW) | F.D | M.D (KW) |
|-------|----------------------|----------|-----|----------|
| 1 | ELECTROBOMBA DE 10HP | 7.46 | 1 | 7.46 |
| 2 | CONTROLADOR DE NIVEL | 0.2 | 1 | 0.2 |
| 3 | RESERVA (15%) | 1.149 | 1 | 1.149 |
| TOTAL | | | | 8.809 KW |

Nota: Elaboración propia

El proyecto contempla la instalación de paneles solares de 500 W de la marca JA SOLAR Monocristalino PERC, que ostentan una eficiencia del 20.2%, una de las más altas disponibles en el mercado peruano. Para calcular el número de paneles fotovoltaicos requeridos, se necesita conocer el consumo real y el promedio de horas de exposición al sol, tomado como 4 horas en este caso.

Usando la fórmula de Sumba, (2022) para determinar la cantidad de paneles fotovoltaicos a emplear:

Usando como dato la máxima demanda 8879.5 W

Teniendo 4 horas de funcionamiento al día.

Energía consumida

$$E_c = E \cdot H$$

Donde:

- E_c : Energía consumida
- E : Consumo en kWh
- H : Promedio diario de exposición al sol

Al reemplazar los valores:

$$E_c = 8879.5 \cdot 4$$

$$E_c = 35518 \text{ W}$$

Con estos datos calculamos el W_p

La radiación más baja de la zona durante todo el año que es 3.1

$$W_p = \frac{E_c}{3.1}$$

Ahora teniendo como dato la sumatoria de pérdidas por temperatura y pérdidas por cableado: 0.725

Con estos datos, se procede al cálculo del número de paneles fotovoltaicos:

Número de Paneles (NP)

$$NP = \frac{W_p}{0.725 \cdot 500}$$

Donde:

- NP: Número de Paneles solares
- Ec: Energía consumida
- HSP: Hora solar Pico

NP=32

En total se calculó 32 Paneles Solares 500W DEEP BLUE 3.0 Mono JA SOLAR

Tabla 7

Tabla de cálculo de paneles solares

| ITEM | Calculo de paneles solares | VALORES | UNIDAD | HORAS DE FUNCIONAMIENTO |
|---------------------------------|--|--------------|--|------------------------------------|
| 1 | Máxima demanda | 8809 | w | |
| 2 | 8879.5 watts x 4hrs de funcionamiento diario con radiación solar | 35236 | watts- hr/día | |
| 3 | Radiación más baja de la zona durante el año | 3.1 | kwh/m2 | 4 |
| 4 | Cálculo de Wp | 11366.5 | Wp | |
| 5 | sumatoria de perdidas por temperatura y perdidas por cableado | 0.73 | | capacidad por panel (watts) |
| 6 | Numero de paneles solares | 31.14 | | 500 |
| TOTAL DE PANELES SOLARES | | 32.00 | PANELES DE 550 Wp c/u X 24 V Monocristalino PERC EcoGreen | |

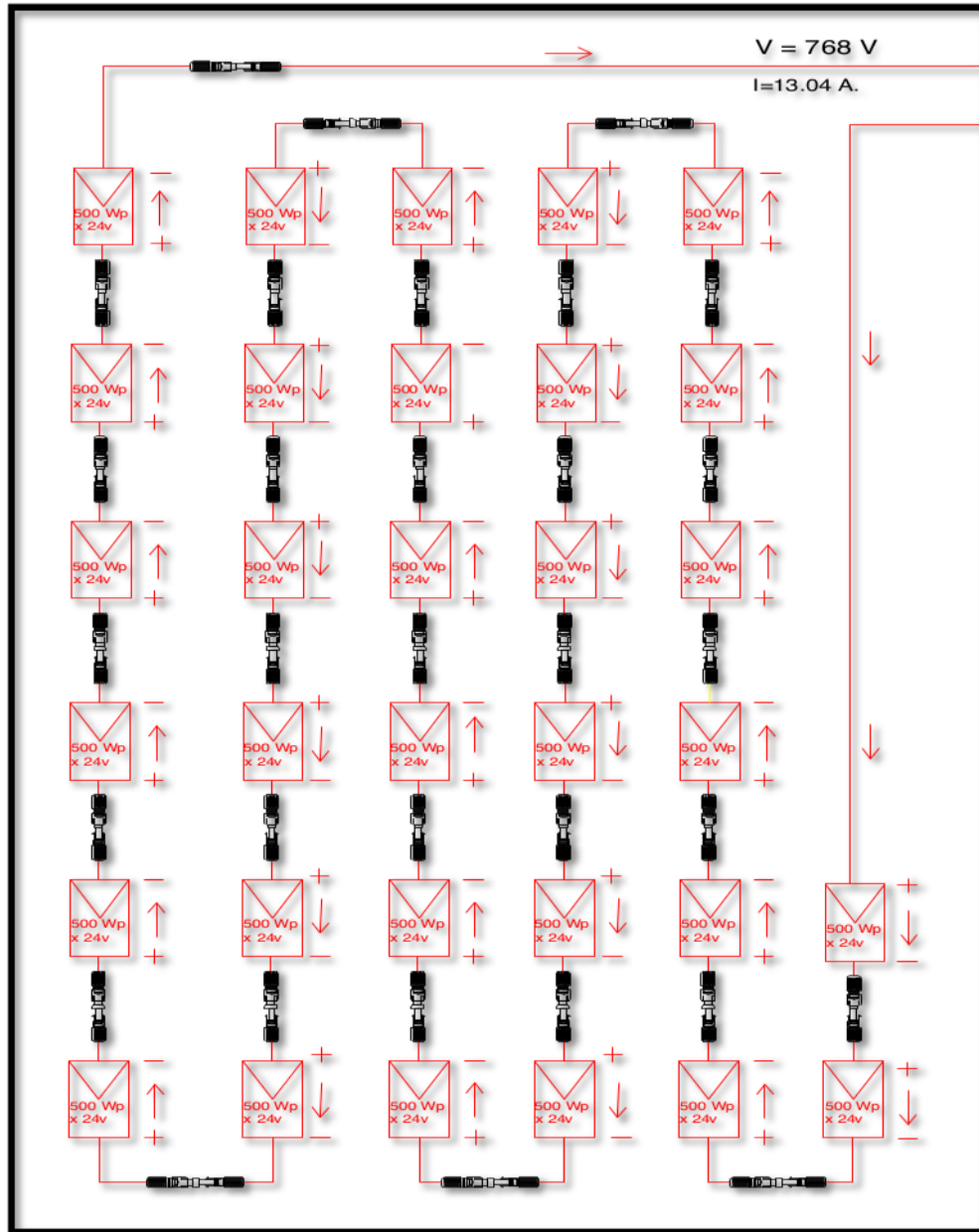
En el ámbito del mercado fotovoltaico, existen diversas alternativas disponibles al momento de escoger paneles solares para aplicaciones de bombeo. Estos paneles pueden tener capacidades que van desde 5 hasta 500 vatios-pico (Wp).

Es posible elegir entre paneles policristalinos y monocristalinos. En años anteriores, la diferencia en eficiencia entre ambos tipos oscilaba entre el 5% y el 10%. No obstante, en la actualidad, esta brecha se ha reducido considerablemente. Por lo tanto, es viable optar por paneles monocristalinos, ya que son más comunes y a menudo más asequibles desde el punto de vista económico.

Dado a los cálculos realizados se obtiene la selección de 32 paneles solares monocristalinos de 500 Wp c/u x 24v PERC EcoGreen, Determinando que los paneles han sido asociados en serie y su diseño está considerado en serie lo cual se muestra en el pantallazo de la Figura 17

Figura 23

Paneles Solares asociados en serie



Para la conexión de los paneles solares en serie se uso el Juego de Conectores WEIDMULLER PVStick MC4

Figura 24

Conectores Weidmuller



Nota: Conectores Weidmuller para poder conectar en serie los paneles solares monocristalinos

Para poder obtener el Angulo de inclinación de los paneles solares se necesito los datos de latitud y longitud de la zona.

Tabla 8

Tabla para calcular el ángulo de inclinación de los paneles

| Latitud del lugar (en grados) | Angulo de inclinación |
|--------------------------------------|------------------------------|
| 0° a 15° | 15° |
| 15° a 25° | Igual a latitud |
| 25° a 30° | Latitud +5° |
| 30° a 35° | Latitud +10° |
| 35° a 40° | Latitud +15° |
| 40° a mas | Latitud +20° |

Fuente: Rodríguez (2014)

La Localidad de Menta Alta, zona donde se va a llevar a cabo la implantación del sistema de bombeo solar directo, posee una Latitud de -4.715133, dado este dato del Google maps, ahora nos fijamos en la Tabla 8, se elige como ángulo de inclinación a 15°. Este Proyecto se llevará a cabo en la Región Costa de Departamento de Piura.

4.2.1 Sistemas de puesta a tierra

Según Pareja (2016). Las instalaciones solares con tensiones nominales más altas de 48 V deben estar conectadas a tierra, al menos vinculadas a la estructura del generador o del variador de frecuencia y al módulo fotovoltaico. Se eligió un sistema de conexión a tierra según el Código Eléctrico Nacional (CNE) para este proyecto, buscando una resistencia de tierra idealmente inferior a 25 Ω.

$$R_t = \frac{R_e}{2 \times \pi \times L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$$

Donde:

R_t: Resistencia Teórica del sistema de puesta a tierra (Ohm)

R_e: Resistencia eléctrica del terreno Tratado (Ohm-m) =30

L: Longitud de la Varilla en (m) =2.40

a: Radio de la Varilla (m) 0.08

Aplicando la Formula tenemos:

$$R_t = \frac{R_e}{2 \times \pi \times L} \times \left(\ln \left(\frac{4L}{a} - 1 \right) \right)$$

$$R_t = \frac{30}{2 \times \pi \times 2.40} \times \left(\ln \left(\frac{4 \times 2.40}{0.08} - 1 \right) \right)$$

$$R_t = 9.5 \text{ Ohm} < 25 \text{ Ohm, Valor cumple}$$

4.2.2 Adecuada selección del variador de frecuencia

Se selecciono el variador de frecuencia de acuerdo a los cálculos obtenidos anteriormente, determinando los parámetros del variador de frecuencia los cuales se determinan en la Figura 19

Figura 25

Parámetros del variador de frecuencia

| Product function parameters | | | | |
|--|---|-----------|-----------------------------|-----------------------------|
| Model | -SS2 | -S2 | -2 | -4 |
| AC input voltage (V) | 220(-15%) ~240(+10%) (1PH) | | 220(-15%) ~240 (+10%) (3PH) | 380(-15%) ~440 (+10%) (3PH) |
| Max. DC input voltage (V) | 440 | 440 | 440 | 800 |
| Start-up voltage (V) | 200 | 200 | 200 | 300 |
| Lowest working voltage (V) | 150 | 150 | 150 | 250 |
| Recommended DC input voltage range (V) | 200~400 | 200~400 | 200~400 | 300~750 |
| Recommended MPP voltage (V) | 330 | 330 | 330 | 550 |
| Rated output voltage (V) | 220 (1PH) | 220 (3PH) | 220 (3PH) | 380 (3PH) |
| Output frequency range (Hz) | 0~400 | | | |
| MPPT | 99% | | | |
| Installation manner | Wall mounting/Rail mounting/Flange mounting | | | |
| Environment temperature | -10°C~+50°C, If above 40°C, derate 2% for every additional 1°C. | | | |
| Altitude | Below 1000m, If above 1000m, derate 1% for every additional 100m. | | | |
| Cooling manner | Fan cooling | | | |
| Protection level | IP20; IP54 (Cabinet) | | | |

Nota: Imagen de las especificaciones técnicas del variador de frecuencia tomadas del catálogo inv. Proporcionado por la empresa Auto solar

Figura 26

Características del variador

| Field identification | Sign | Detailed description of the sign | Detailed content |
|----------------------|------|----------------------------------|--|
| Product abbreviation | ① | Product abbreviation | GD100 is short for Goodrive100. |
| Rated power | ② | Power range + Load type | 5R5G—5.5KW G—Constant torque load |
| Voltage degree | ③ | Voltage degree | 4: AC 3PH 380V (-15%)-440V (+10%) 2: AC 3PH 220V (-15%)-240V (+10%) S2: AC 1PH 220V (-15%)-240V (+10%) SS2: AC 1PH Input/output 220V (-15%)-240V (+10%) |
| Protection level | ④ | Protection level | 5—IP54 Standard controller is IP20, not displayed. |
| Industrial code | ⑤ | Industrial code | PV stands for PV pump. |

Nota: Teniendo todos los cálculos y datos necesarios vistos anteriormente se puede seleccionar el variador de frecuencia mediante catalogo suministrado por la empresa Autosolar de la marca Invt.

Figura 27

Variador de frecuencia INVT GD 100 de 202 KW 400V IP20 50m



Nota: Variador de frecuencia seleccionada

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

La investigación tiene como población y muestra por su naturaleza el sistema de bombeo solar directo para poder suministrar agua potable a la localidad de Menta Alta, distrito de las Lomas, Piura. En esta investigación, la muestra se compone de datos técnicos medidos que representan la variable dependiente. En este contexto, no se requiere una muestra en el sentido convencional que involucre la selección de una población o grupo de individuos, sino más bien implica la recaudación y análisis de datos técnicos y condiciones específicas para el diseño del sistema de bombeo solar directo.

Hernández, Fernández y Baptista (2006) indican que la población es un conjunto de todos los casos que concuerden con una determinada especificación donde se recolectan datos. (p, 239).

La investigación tiene como muestra igual a la población de donde se recolectan datos que manifiestan las características técnicas, según Hernández, Fernández y Baptista (2006) indican que la muestra es un subgrupo de la población del cual se recolectan datos para la representación de dicha población. (p, 236).

4.4 Técnica de recolección de datos

Se empleó la observación y medición como método de investigación. El estudio se fundamenta en recolectar datos de los marcadores relacionados con la variable que es influenciada por otros factores.

La técnica documental sirve para la revisión de una gran variedad de fuentes de información y obtener información necesaria que permita construir un marco teórico y conceptual para la investigación. (Niño, 2011).

4.4.1 La observación

Esta técnica se utilizará debido a su gran relevancia en el diseño del sistema de bombeo solar. Se requiere reunir información sobre las especificaciones y rasgos técnicos de la zona de trabajo para obtener los datos esenciales sobre la máxima

demanda que se necesita. Es considerada la principal forma de recopilación de datos para este propósito

4.4.2 La recopilación y medición de datos

La recopilación y medición de datos es el proceso de reunir información relevante y cuantificable sobre el sistema de bombeo solar directo. Este implica la recolección de datos a partir de diversas fuentes, encuestas, experimentos u otras técnicas, con el fin de obtener información para poder desarrollar el proyecto. Se considerarán la fuente de agua, la energía solar, componentes del sistema de bombeo y pautas para el determinado cálculo de paneles solares y selección del variador de frecuencia.

4.5 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos utilizados fueron los software aplicado para la determinación hora solar picos, catálogos de paneles solares, del variador de frecuencia, especificaciones técnicas del sistema de bombeo solar directo, reporte del de la pág. Web (<https://renovables.tulider.net/pv/hsp/>), tabla de valores del ángulo de inclinación Rodríguez (2014).

4.5.1 Validez

Se ha puesto especial énfasis en asegurar la validez del instrumento, el diseño del experimento como en la meticulosidad en la recolección de datos. La valoración de juicios de expertos y la representación adecuada de las muestras son aspectos fundamentales que fortalecen la solidez de los descubrimientos y su aplicabilidad.

(Hernández Nieto, 2002), el coeficiente de validez por contenido CVC permite valorar el grado de validez de acuerdo a expertos; para ello, tras la aplicación de la recolección de información de datos.

4.5.2 Confiabilidad

La confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos se fundamenta en la aplicabilidad de proyectos y expedientes aprobados y ejecutados mediante métodos descriptivos, así como en la teoría consolidada sobre sistemas fotovoltaicos, el sistema

de un bombeo solar directo y su diseño, donde los datos presentados fueron obtenidos de fuentes reconocidas a nivel internacional, como la Comisión Europea y la NASA, lo que garantiza la fiabilidad de la información recopilada, que da confiabilidad a los datos utilizados.

4.6 Resultados

Los resultados hallados de acuerdo al desarrollo del proyecto se describen a continuación.

4.6.1. Diseño de paneles solares

Tabla 9

Resultados de paneles solares

| ITEM | Calculo de paneles solares | VALORES | UNIDAD | HORAS DE FUNCIONAMIENTO |
|---------------------------------|--|--------------|--|------------------------------------|
| 1 | Máxima demanda | 8809 | w | |
| 2 | 8879.5 watts x 4hrs de funcionamiento diario con radiación solar | 35236 | watts- hr/día | |
| 3 | Radiación más baja de la zona durante el año | 3.1 | kwh/m2 | 4 |
| 4 | Cálculo de Wp | 11366.5 | Wp | |
| 5 | sumatoria de perdidas por temperatura y perdidas por cableado | 0.73 | | capacidad por panel (watts) |
| 6 | Numero de paneles solares | 31.14 | | 500 |
| TOTAL DE PANELES SOLARES | | 32.00 | PANELES DE 550 Wp c/u X 24 V Monocristalino PERC EcoGreen | |

Por lo tanto, Es posible elegir paneles monocristalinos, y es viable optar por paneles monocristalinos, ya que son más comunes y a menudo más asequibles desde el punto de vista económico.

Dado a los cálculos realizados se obtiene la selección de 32 paneles solares monocristalinos de 500 Wp c/u x 24v PERC EcoGreen, determinando que los paneles han sido asociados en serie y su diseño está considerado en serie. Por tanto, se podemos confirmar que la selección de los paneles solares y conlleva a la validez de la hipótesis planteada que garantiza la utilización y conexionado de los 32 paneles solares calculados que garantizara la generación de energía eléctrica para el funcionamiento del sistema de bombeo en la zona de aplicación.

Para poder obtener el Angulo de inclinación de los paneles solares se necesitó los datos de latitud y longitud de la zona, cuyos datos determinados de la localidad de Menta Alta, zona donde se formuló ³ la implementación del sistema de bombeo solar directo, que posee una Latitud de -4.715133, dado este dato del Google maps, ahora nos fijamos en la Tabla 8, se elige como ángulo de inclinación a 15°. Este Proyecto se llevará a cabo en la Región Costa de Departamento de Piura.

Se evaluó la radiación solar en el departamento de Piura entrando a la pág. Web <https://renovables.tulider.net/pv/hsp/>), el cual se basa en datos de la NASA. Este pág. Web generó valores mensuales de radiación hasta 195.11 kw/h en HSP (Hora Solar Pico), presentados en la Figura 11. A partir de estos datos, se calculó su promedio, el cual fue de 5.27 HSP.

Luego, se llevó a cabo el cálculo de la demanda y del número de paneles solares monocristalinos que se necesitaron para poder hacer funcionar el sistema de bombeos solar directo, se calculó un total de 32 paneles solares de 500 w. c/u x 24 V Monocristalino PERC EcoGreen, por lo que se valida la hipótesis planteada que garantiza el suministro de energía eléctrica para el funcionamiento del sistema de bombeo de la localidad de Menta Alta.

4.6.2. Selección del variador de frecuencia

Se seleccionó el variador de frecuencia de acuerdo a los cálculos obtenidos anteriormente, determinando los parámetros del variador de frecuencia los cuales se determinan en la Figura 29.

De acuerdo a los resultados obtenidos se precisa que con el ángulo de inclinación seleccionado se requiere un nivel de tensión de 220 voltios en corriente alterna que serán instalados una altitud 1000 con una +- 10 metros de variación, con nivel de protección IP20: IP54 Cabinet. Por lo que, se precisa y se afirma en referencia a la selección del ángulo de inclinación es viable la instalación de paneles solares para suministrar energía y garantizar el funcionamiento del sistema de bombeo de la localidad de Menta Alta, por lo que, afirmamos que la hipótesis planteada es viable en relación al ángulo de inclinación determinada, por tanto, afirmamos la hipótesis plantea en la investigación desarrollada.

Figura 288

Parámetros del variador de frecuencia

| Product function parameters | | | | |
|--|---|-----------|-----------------------------|-----------------------------|
| Model | -SS2 | -S2 | -2 | -4 |
| AC input voltage (V) | 220(-15%) ~240(+10%) (1PH) | | 220(-15%) ~240 (+10%) (3PH) | 380(-15%) ~440 (+10%) (3PH) |
| Max. DC input voltage (V) | 440 | 440 | 440 | 800 |
| Start-up voltage (V) | 200 | 200 | 200 | 300 |
| Lowest working voltage (V) | 150 | 150 | 150 | 250 |
| Recommended DC input voltage range (V) | 200-400 | 200-400 | 200-400 | 300-750 |
| Recommended MPP voltage (V) | 330 | 330 | 330 | 550 |
| Rated output voltage (V) | 220 (1PH) | 220 (3PH) | 220 (3PH) | 380 (3PH) |
| Output frequency range (Hz) | 0-400 | | | |
| MPPT | 99% | | | |
| Installation manner | Wall mounting/Rail mounting/Flange mounting | | | |
| Environment temperature | -10°C~+50°C, If above 40°C, derate 2% for every additional 1°C. | | | |
| Altitude | Below 1000m, If above 1000m, derate 1% for every additional 100m. | | | |
| Cooling manner | Fan cooling | | | |
| Protection level | IP20; IP54 (Cabinet) | | | |

Nota: Imagen de las especificaciones técnicas del variador de frecuencia tomadas del catálogo inv. Proporcionado por la empresa Auto solar

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El sistema de bombeo solar directo es una tecnología que utiliza la energía solar para suministrar agua potable. Este sistema consta de paneles solares fotovoltaicos que capturan la energía del sol y la convierten en electricidad, la cual es utilizada para alimentar una bomba sumergible que extrae agua de un pozo, río, lago u otra fuente de agua y la transporta a un depósito o directamente a los consumidores. Los autores podrían debatir sobre la eficiencia y el rendimiento de los sistemas de bombeo solar directo en comparación con otras fuentes de energía. Podrían analizar los factores que afectan la eficiencia, como la ubicación geográfica, la inclinación y orientación de los paneles solares, el tamaño del sistema y las características de la Cisterna de Bombeo o fuente de agua.

Otro tema importante podría ser el mantenimiento y la durabilidad de los sistemas de bombeo solar directo. Los autores podrían intercambiar información sobre las mejores prácticas de mantenimiento, la vida útil esperada de los componentes del sistema y los desafíos comunes que pueden surgir en entornos difíciles o con condiciones climáticas extremas. La discusión también podría abordar los aspectos económicos de los sistemas de bombeo solar directo. Los autores podrían analizar los costos iniciales de instalación, los costos operativos y de mantenimiento a largo plazo, así como los beneficios económicos y sociales derivados del uso de energía solar para el suministro de agua potable. Un tema relevante podría ser el impacto ambiental de los sistemas de bombeo solar directo en comparación con otras fuentes de energía convencionales. Los autores podrían discutir sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, la huella ecológica y otros aspectos relacionados con la sostenibilidad ambiental. (Ballester Pelegrin, 2018); el primer bombeo se realiza a otro depósito en el que corresponde al estudio de caso realizado en este artículo. De parte del segundo tanque se extrae para regar cítricos, con la segunda ejecución de bombeo prevista a partir de aquí tanque, elevar el volumen total restante al tercer tanque ubicado en 4000 metros de distancia y con un desnivel de 180 metros. Castro G, (2021); El método para seguir para que se pueda llevar a cabo esta propuesta son para determinar el requerimiento tasa de flujo de tomate-manzana, diseño de sistema de energía solar, selección de bombas usando cálculos y curvas de eficiencia, análisis determinar la

viabilidad de la propuesta. también podría abordar los aspectos económicos de los sistemas de bombeo solar directo. Los autores podrían analizar los costos iniciales de instalación, los costos operativos y de mantenimiento a largo plazo, así como los beneficios económicos y sociales derivados del uso de energía solar para el suministro de agua potable. Jara, T, (2021); Esto le llevo a un cálculo de 28 paneles solares y un controlador de carga de 22 A y 540 VCD para que pueda funcionar su proyecto, podría centrarse en los diferentes enfoques de diseño y dimensionamiento de los sistemas de bombeo solar directo. Los autores podrían compartir sus experiencias y conocimientos sobre cómo seleccionar el tamaño adecuado de los paneles solares, la bomba y otros componentes del sistema para satisfacer las necesidades de agua potable de una comunidad o instalación específica.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

"Según lo investigado en este trabajo, se han alcanzado las siguientes conclusiones:

1. ³ Se determina que el sistema de bombeo solar directo si es factible llevarlo a cabo en la localidad de Menta Alta y que el dimensionamiento, selección y cálculo de paneles solares es el correcto para suministrar agua. La radiación solar en la zona es muy buena y también colabora mucho con la no contaminación del ambiente. Se determinó que para que el sistema de bombeo solar directo sea factible se utilizaran 32 paneles solares monocristalinos de 500W DEEP BLUE 3.0 JA SOLAR.
2. Se ha identificado de manera óptima la correcta selección del variador de frecuencia Variador INVT GD100 22kW 400V IP20 50m, todo esto se llevó a cabo teniendo todos los datos del sistema que participaron para llegar a la conclusión y a la selección del variador de frecuencia, durante este proceso de selección se determinó la fuente de agua, la energía solar, los componentes de bombeo, el cálculo de la máxima demanda POTENCIA, el cálculo de los paneles solares y la orientación e inclinación adecuadas del sistema fotovoltaico para maximizar su eficiencia, enfatizando la importancia de un ángulo óptimo ⁶ para aprovechar al máximo la radiación solar disponible y mejorar el ² sistema de bombeo solar directo para suministrar agua potable.

CAPITULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballester, M (2018) “Estudio de Bombeo para instalación de riego mediante instalación solar fotovoltaica”.
- Castro, A. (2021) “Evaluación para proyectos de implementación solares fotovoltaicos en la infraestructura gubernamental de Sabana Centro
- Geohidráulica (2020). Sistema de bombeo: Tipos y sus funciones. Geo hidráulica. <https://geohidraulica.com/sistema-de-bombeo-tipos-y-sus-funciones/>
- González, E. y Lanuza, A. (2018) “Propuesta de un sistema de bombeo solar fotovoltaico para riego por goteo en la finca Concepción comarca Ato viejo San Nicolás – Estelí, durante el periodo de julio a noviembre del 2017”
- Hervias, A. A (2018) Diseño de un sistema de bombeo mediante energía solar fotovoltaica para suministrar agua potable a la población de Maynas – Perú.
- Jara, H. (2021) “Diseño de un sistema de Bombeo solar directo para riego por goteo en el distrito de Guadalupe- La Libertad”.
- Montero, A., & Humberto, N. (2019). Evaluación del potencial de energía solar para generación de energía eléctrica, como una alternativa para disminuir el uso de combustibles fósiles, en la región Piura. Universidad Nacional de Piura
- Navarro, S. (2017) Implementación de un sistema fotovoltaico para la alimentación de un edificio de usos múltiples.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN (2019). Energías renovables Experiencia y perspectivas en la ruta del Perú hacia la transición energética. Lima, Perú.
- Organización Mundial de la Salud. (2020). Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable. Paho.org. Recuperado el 5 de octubre de 2023, de https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55454/OPSCEPIS05161_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Peralta M. y Porretta L. (2021) “Estudio técnico y económico de la instalación de un sistema de generación eléctrica fotovoltaica para abastecer el Palacio Municipal de la ciudad de Balcarce”
- Rojas, A. (2018) “Diseño de un sistema fotovoltaico para circuitos de alumbrado y ventilación del Centro Educativo Técnico Productiva Novus Scilicet de Rioja, 2018”.
- Ron, A. (2021) Evaluación del potencial fotovoltaico en los embalses de Venezuela, con énfasis en el embalse de la central hidroeléctrica Juan Antonio Rodríguez Domínguez.
- Roca, J. (22 de julio de 2021). La energía solar, imparable: superará el teravatio instalado en 2022. El periódico de la energía. Recuperado el día 13 de octubre 2021 de <https://elperiodicodelaenergia.com/laenergia-solar-imparable-superara-el-teravatio-instalado-en-2022/>
- Samking. (2021). Bomba de agua sumergible solar SAMKING en Latinoamérica. Samkingpump.com. Recuperado el 5 de octubre de 2023, de https://www.samkingpump.com/home/article/index/id/74?gclid=CjwKCAjwvfmoBhAwEiwAG2tqzHbujNwf7HUHhXYOhcwc6Lh1hqHI11FAPz2rRmmBb1psjOrok8sd9BoCjTYQAvD_BwE
- Toro, B. J., James, H., Ing, M., & Vives Garnique, J. (2016). FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO. Edu.pe. Recuperado el 5 de octubre de 2023, de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/9159/Jara%20Toro%2C%20Henry%20James.pdf?sequence=1&isAllowed=y>


ANEXOS

Anexo 1: matriz de consistencia

| TÍTULO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO SOLAR DIRECTO PARA SUMINISTRAR AGUA POTABLE A LA LOCALIDAD DE MENTA ALTA, DISTRITO DE LAS LOMAS, DEPARTAMENTO DE PIURA | | | | | | |
|---|--|--|--|---|--|--|
| PROBLEMAS | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLES variable independient e | DIMENSIONES | INDICADORE S | METODOLOGÍA |
| Problema General ¿De qué manera se podrá diseñar un sistema de bombeo solar directo para suministrar agua potable a la localidad de Menta Alta, distrito de las lomas, Provincia de Piura, Departamento de Piura? | Objetivo General Diseñar un sistema de bombeo solar directo que permitirá suministrar agua potable de la localidad de Menta Alta, distrito de las lomas, Provincia de Piura, Departamento de Piura. | Hipótesis General El diseño del sistema de Bombeo solar directo se determinó mediante los cálculos de la máxima demanda, para seleccionar la cantidad y potencia de los paneles solares y a su vez la selección del variador de frecuencia que posibilita proporcionar la cantidad necesaria de energía para suministrar agua potable a la localidad de menta alta, distrito de las lomas, provincia de Piura, Departamento de Piura.. | sistema de bombeo solar directo | incidencia de radiación solar dimensionamiento de los paneles solares tipo de panel solar | paneles solares monocristalinos variador de frecuencia capacidad de la bomba | Tipo investigación aplicada Nivel de investigación correlacional Diseño de investigación explicativo |
| Problema Especifico 1 ¿De qué manera el diseño de un sistema de bombeo solar directo con paneles solares monocristalino permite suministrar agua potable a la localidad de Menta Alta, distrito de las lomas, Departamento de Piura? | Objetivo Especifico 1 Determinar si el diseño de un sistema de bombeo solar directo con paneles monocristalino permite suministrar agua potable a la localidad de Menta Alta, distrito de las lomas, Provincia de Piura, Departamento de Piura. | Hipótesis Especifica 1 Se determina un diseño de sistema de bombeo solar directos con paneles monocristalino para suministrar agua potable a la localidad de Menta Alta, distrito de las lomas, Provincia de Piura, Departamento de Piura. | variable dependiente | angulo de inclinacion calidad del agua | eficiencia del sistema cantidad de agua potable por día | Instrumentos catalogo de especificaciones técnicas cotizaciones Población diseño de sistema de bombeo solar directo en menta alta |
| Problema Especifico 2 ¿De qué manera se podrá determinar la selección del variador de frecuencia del sistema de bombeo solar directo que permita el suministro de agua potable de la localidad de Menta Alta, distrito de las lomas, Provincia de Piura, Departamento de Piura? | Objetivo Especifico 2 Determinar la selección del variador de frecuencia del sistema de bombeo solar directo que permitirá suministrar agua potable de la localidad de Menta Alta, distrito de las lomas, Provincia de Piura, Departamento de Piura. | Hipótesis Especifica 2 La determina la adecuada selección del variador de frecuencia con las condiciones y características que conllevan a una mejora notable en la eficiencia y confiabilidad que el sistema de bombeo solar directo necesita para poder suministrar de agua potable a la localidad de Menta Alta, distrito de las lomas, Provincia de Piura, Departamento de Piura. | suministrar agua potable | caudal del agua sostenibilidad reduccion de enfermedades | duracion del sistema de bombeo calidad del agua suministrada | Muestra habitantes de la localidad de Menta Alta Métodos de Análisis de Datos pag. Web https://renovables.tulider.net/pv/hsp/#google_vignette |

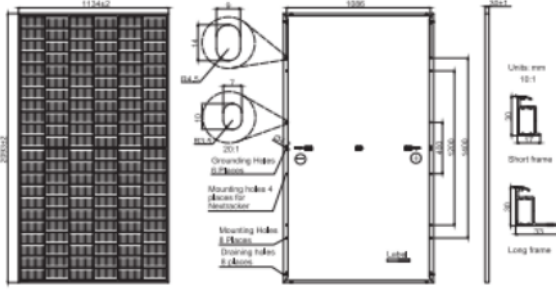
Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos

Anexo 2.1 Especificaciones técnicas de los paneles solares



JAM66S30 480-505/MR Series

MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

| | |
|------------------------------------|--|
| Cell | Mono |
| Weight | 26.3kg |
| Dimensions | 2093±2mm×1134±2mm×30±1mm |
| Cable Cross Section Size | 4mm ² (IEC) , 12 AWG(UL) |
| No. of cells | 132(6×22) |
| Junction Box | IP68, 3 diodes |
| Connector | MC4-EVO2/QC 4,10-35 |
| Cable Length (Including Connector) | Portrait: 200mm(+)/300mm(-); Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-) |
| Packaging Configuration | 36pcs/Pallet 792pcs/40HQ Container |

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

| TYPE | JAM66S30 -480/MR | JAM66S30 -485/MR | JAM66S30 -490/MR | JAM66S30 -495/MR | JAM66S30 -500/MR | JAM66S30 -505/MR |
|--|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Rated Maximum Power(P _{max}) [W] | 480 | 485 | 490 | 495 | 500 | 505 |
| Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V] | 45.07 | 45.20 | 45.33 | 45.46 | 45.59 | 45.72 |
| Maximum Power Voltage(V _{mp}) [V] | 37.62 | 37.81 | 37.99 | 38.17 | 38.35 | 38.53 |
| Short Circuit Current(I _{sc}) [A] | 13.65 | 13.72 | 13.79 | 13.86 | 13.93 | 14.00 |
| Maximum Power Current(I _{mp}) [A] | 12.76 | 12.83 | 12.90 | 12.97 | 13.04 | 13.11 |
| Module Efficiency [%] | 20.2 | 20.4 | 20.6 | 20.9 | 21.1 | 21.3 |
| Power Tolerance | 0~+5W | | | | | |
| Temperature Coefficient of I _{sc} (α_{Isc}) | +0.045%/°C | | | | | |
| Temperature Coefficient of V _{oc} (β_{Voc}) | -0.275%/°C | | | | | |
| Temperature Coefficient of P _{max} (γ_{Pmp}) | -0.350%/°C | | | | | |
| STC | Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G | | | | | |

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer, They only serve for comparison among different module types.

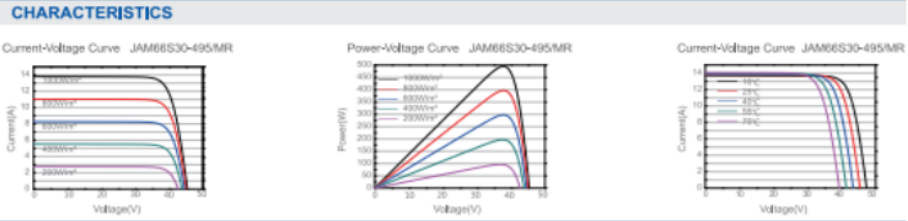
ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

| TYPE | JAM66S30 -480/MR | JAM66S30 -485/MR | JAM66S30 -490/MR | JAM66S30 -495/MR | JAM66S30 -500/MR | JAM66S30 -505/MR |
|---|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Rated Max Power(P _{max}) [W] | 363 | 367 | 370 | 374 | 378 | 382 |
| Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V] | 42.15 | 42.30 | 42.43 | 42.56 | 42.72 | 42.86 |
| Max Power Voltage(V _{mp}) [V] | 35.54 | 35.67 | 35.76 | 35.84 | 35.93 | 36.02 |
| Short Circuit Current(I _{sc}) [A] | 10.89 | 11.06 | 11.13 | 11.20 | 11.27 | 11.34 |
| Max Power Current(I _{mp}) [A] | 10.21 | 10.28 | 10.36 | 10.44 | 10.52 | 10.60 |
| NOCT | Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G | | | | | |

*For NexTracker installations, Maximum Static Load, Front is 2400Pa while Maximum Static Load, Back is 2400Pa.

OPERATING CONDITIONS

| | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Maximum System Voltage | 1000V/1500V DC |
| Operating Temperature | -40°C ~ +85°C |
| Maximum Series Fuse Rating | 25A |
| Maximum Static Load, Front* | 5400Pa(112lb/ft ²) |
| Maximum Static Load, Back* | 2400Pa(50lb/ft ²) |
| NOCT | Class II |
| Fire Performance | UL Type 1 |



Anexo 2.2 Especificaciones técnicas del variador de frecuencia

/ Goodrive100PI S&P Pumping Controller

invt

Type Designation Key

GD100 - 5R5G - 4 5 - PV

① ② ③ ④ ⑤

| Field identification | Sign | Detailed description of the sign | Detailed content |
|----------------------|------|----------------------------------|---|
| Product abbreviation | ① | Product abbreviation | GD100 is short for Goodrive100. |
| Rated power | ② | Power range + Load type | 5R5G—5.5kW G—Constant torque load |
| Voltage degree | ③ | Voltage degree | 4: AC 3PH 380V (+15%—440V (+10%)) 2: AC 3PH 220V (+15%—240V (+10%)) S2: AC 1PH 220V (+15%—240V (+10%)) S2: AC 1PH input/output 220V (+15%—240V (+10%)) |
| Protection level | ④ | Protection level | IP—IP54 Standard controller is IP20, not displayed. |
| Industrial code | ⑤ | Industrial code | PI stands for PI pump. |

Product Specifications

Product function parameters

| Model | -032 | -01 | -1 | -4 |
|--|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| AC input voltage (V) | 220(+15%—240)(+10%)(3PH) | 220(+15%—240)(+10%)(3PH) | 380(+15%—440)(+10%)(3PH) | 380(+15%—440)(+10%)(3PH) |
| Max. DC input voltage (V) | 440 | 440 | 440 | 800 |
| Start-up voltage (V) | 200 | 200 | 200 | 300 |
| Lowest working voltage (V) | 150 | 150 | 150 | 250 |
| Recommended DC input voltage range (V) | 200—400 | 200—400 | 200—400 | 300—750 |
| Recommended MFP voltage (V) | 300 | 330 | 300 | 550 |
| Rated output voltage (V) | 220 (1PH) | 220 (3PH) | 220 (3PH) | 380 (3PH) |
| Output frequency range (Hz) | 0—400 | | | |
| MFFT | 99% | | | |
| Installation manner | Wall mounting/Back mounting/Flange mounting | | | |
| Environment temperature | -10°C—50°C. If above 40°C, derate 2% for every additional 1°C. | | | |
| Altitude | Below 1000m. If above 1000m, derate 1% for every additional 100m. | | | |
| Cooling manner | Fan cooling | | | |
| Protection level | IP20; IP54 (Cabinet) | | | |

Product rated specification parameters

| Series | Model | Rated output power (kW) | Rated input current (A) | Rated output current (A) |
|--|-------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| -SS2 (0.4-2.2 kW) | GD100-RH0-SS2-PV | 0.4 | 6.5 | 4.2 |
| | GD100-RT0-SS2-PV | 0.75 | 9.3 | 7.2 |
| | GD100-R60-SS2-PV | 1.5 | 15.7 | 10.2 |
| | GD100-R200-SS2-PV | 2.2 | 24 | 14 |
| -S2 Single-phase, 220V input (0.4-2.2 kW) | GD100-RH0-S2-PV | 0.4 | 6.5 | 2.5 |
| | GD100-RT0-S2-PV | 0.75 | 9.3 | 4.2 |
| | GD100-R60-S2-PV | 1.5 | 15.7 | 7.5 |
| | GD100-R200-S2-PV | 2.2 | 24 | 10 |
| -3 Three-phase, 220V (4-7.5kW) | GD100-000-3-PV | 4 | 17 | 16 |
| | GD100-R60-3-PV | 5.5 | 25 | 20 |
| | GD100-R200-3-PV | 7.5 | 33 | 30 |
| -4 Three-phase, 380V (0.75-200kW) | GD100-000-4-PV | 0.75 | 3.4 | 2.5 |
| | GD100-R60-4-PV | 1.5 | 5.0 | 4.2 |
| | GD100-R200-4-PV | 2.2 | 5.8 | 5.5 |
| | GD100-000G-4-PV | 4.0 | 13.5 | 9.5 |
| | GD100-R60G-4-PV | 5.5 | 19.5 | 14 |
| | GD100-R200G-4-PV | 7.5 | 25 | 18.5 |
| | GD100-010-4-PV | 11 | 32 | 25 |
| | GD100-015G-4-PV | 15 | 40 | 32 |
| | GD100-018G-4-PV | 18.5 | 47 | 38 |
| | GD100-022G-4-PV | 22 | 51 | 45 |
| | GD100-030G-4-PV | 30 | 70 | 60 |
| | GD100-037G-4-PV | 37 | 80 | 75 |
| | GD100-045G-4-PV | 45 | 98 | 92 |
| | GD100-055G-4-PV | 55 | 128 | 115 |
| | GD100-075G-4-PV | 75 | 139 | 150 |
| | GD100-090G-4-PV | 90 | 168 | 180 |
| | GD100-110G-4-PV | 110 | 201 | 215 |
| | GD100-132G-4-PV | 132 | 265 | 260 |
| | GD100-160G-4-PV | 160 | 310 | 305 |
| | GD100-185G-4-PV | 185 | 345 | 340 |
| GD100-200G-4-PV | 200 | 385 | 380 | |

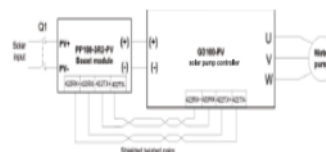
Note : When demanding for the solar pump controllers above 200kW, contact INVT to customize.

Recommended configuration for solar pumping controllers with the boost module

| PP100-300-PV Solar pumping controller | Max. DC input current (A) | Open-circuit voltage degree of solar module | | | |
|--|---------------------------|---|-------------------|--------------------|-------------------|
| | | 37.5V | | 65.1V | |
| | | Module power (50p) | Module per string | Module power (50p) | Module per string |
| GD100-RH0-SS2-PV | 12 | 250 | 4*1 | 300 | 3*1 |
| GD100-RT0-SS2-PV | 12 | 250 | 5*1 | 300 | 4*1 |
| GD100-R60-SS2-PV | 12 | 250 | 8*1 | 300 | 7*1 |
| GD100-RH0-S2-PV | 12 | 250 | 4*1 | 300 | 3*1 |
| GD100-RT0-S2-PV | 12 | 250 | 5*1 | 300 | 4*1 |
| GD100-R60-S2-PV | 12 | 250 | 8*1 | 300 | 7*1 |
| GD100-RT0-4-PV | 12 | 250 | 5*1 | 300 | 4*1 |
| GD100-R60-4-PV | 12 | 250 | 8*1 | 300 | 7*1 |
| GD100-R200-4-PV | 12 | 250 | 13*1 | 300 | 11*1 |

Boost module

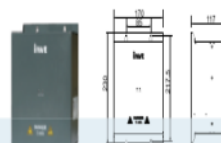
0.4-2.2kW models can be configured with the boost module, which can improve the utilization of the solar component.



Connection between the boost module and solar pump controller

Boost module specifications

| Model | PP100-300-PV |
|--------------------------|--|
| Input | |
| Max. input power (W) | 3200 |
| Max. DC voltage (V) | 600 |
| Start-up voltage (V) | 80 |
| Min. working voltage (V) | 70 |
| Max. input current (A) | 12 |
| Output | |
| Output voltage (V) | 350/570 (automatically determined by the controller) |



Boost module dimension

Anexo 2.3 Cotización del sistema de bombeo solar directo suministrada por la empresa

Autosolar



Cotización

Autosolar Energía del Perú S.A.C.
 Carrtera Panamericana Sur KM 29.5 Megacentro Lurín. Unidad I-6
 Referencia: Frente a Campomar, entrada al Megacentro altura Puente VIDU
 Teléfono: (01) 715-1357 Whatsapp: 993 943 927
 autosolar@autosolar.pe
 RUC: 20602492118

LOYOLA AYMA CESAR MANUEL

| DOCUMENTO | NÚMERO | PÁGINA | FECHA |
|-------------|----------|--------|------------|
| Presupuesto | 1 011423 | 1 | 07/11/2023 |

| CLIENTE | RUC/DNI | AGENTE | CONDICIÓN DE PAGO | VALIDEZ DE LA OFERTA |
|---------|-------------|-------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| 36782 | 10480361275 | 12 pedro.matumay@autosolar.pe | | 5 días, salvo cambio de tarifa |

GARANTÍA DE UN AÑO EN LOS EQUIPOS OFERTADOS

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | PRECIO UD. | SUBTOTAL | DTO. | TOTAL |
|---------|---|----------|------------|-----------|------|-----------|
| | **KIT BOMBEO SOLAR DIRECTO 10HP** - TRIFÁSICO 380vac | | | | | |
| | -- EQUIPOS | | | | | |
| 1002327 | Panel Solar 500W DEEP BLUE 3.0 Mono JA SOLAR | 32 | 497,69 | 15.926,08 | | 15.926,08 |
| 5001537 | Variador INVT GD100 22kW 400V IP20 50m | 1 | 2.533,88 | 2.533,88 | | 2.533,88 |
| | -- CABLEADO | | | | | |
| 5504017 | Juego Conectores WEIDMULLER PVStick MC4 | 3 | 28,65 | 85,95 | | 85,95 |
| 5201002 | Cable Unifilar Solar PV 6mm2 H1Z2Z2-K 1,5kV Rojo | 80 | 5,73 | 458,40 | | 458,40 |
| 5201003 | Cable Unifilar Solar PV 6mm2 H1Z2Z2-K 1,5kV Negro | 80 | 5,73 | 458,40 | | 458,40 |
| | -- PROTECCIONES | | | | | |
| 5504037 | Fusible Cilindrico DC gPV 15A 1000Vdc 10x38 | 6 | 5,51 | 33,06 | | 33,06 |
| 5504124 | Portafusible DC gPV 10x38 32A 1000Vdc | 6 | 14,30 | 85,80 | | 85,80 |
| 7102056 | Termomagnético 3x25A 6kA Trifásico ABB | 2 | 123,08 | 246,16 | | 246,16 |
| 7102502 | Proteccion sobretensiones 3P 1000V 40KA DC | 1 | 275,57 | 275,57 | | 275,57 |
| 5504085 | Caja de Protección IP65 XL (80 x 60 x 30) | 1 | 581,02 | 581,02 | | 581,02 |
| 9701014 | Servicio de montaje de Gabinete IP65 | 1 | 181,82 | 181,82 | | 181,82 |
| 9505120 | Selector de Bombas MDA CHINT | 1 | 35,10 | 35,10 | | 35,10 |
| 5509050 | Rejilla P/ Ventilador Pesado de 12X12X38 SALZER | 4 | 29,00 | 116,00 | | 116,00 |
| | NOTA: - Estructuras (por valorar) - No incluye cableado del variador a la electrobomba - El cableado puede variar de acuerdo a la ubicación de los equipos. - Se brinda asesoría post venta (NO INCLUYE INSTALACIÓN). - Envío por las agencias SHALOM o MARVISUR con pago | | | | | |

| TIPO | IMPORTE | DESCUENTO | PRONTO PAGO | PORTES | FINANCIACIÓN | BASE | I.G.V | R.E. |
|------|---------|-----------|-------------|--------|--------------|------|-------|------|
| | | | | | | | | |

COMPRAS DEL DÍA DE HOY SERAN PROCESADAS AL DIA SIGUIENTE LABORAL
 GARANTÍA DE TRANSPORTE A PROVINCIA SOLO PARA EMPRESAS: MARVISUR - SHALOM
NO INCLUYE ENVÍO A OTRAS AGENCIAS NI INSTALACION, SALVO LO INDIQUE EN LA COTIZACIÓN

TOTAL: S/.

HORARIO DE ALMACÉN PARA RECOJO DE MATERIALES
 Lunes a viernes solo en el siguiente horario:
 Primer horario es de 9:00 a.m. - 1:00 p.m.
 Segundo horario es de 2:00 p.m. - 6:00 p.m.

TIPO DE MONEDA: NUEVOS SOLES
 PARA DÓLARES: 3.63

FORMA DE PAGO: TRANSFERENCIA BANCARIA
BCP SOLES: 1942448005022 / CCI: 00219400244800502298 **BCP DÓLARES:** 1942552861183 / CCI: 00219400255286118390
INTERBANK SOLES: 6373001500225 / CCI: 00363700300150022563
BBVA SOLES: 00110397010001329070 / CCI: 01139700010001329070
BBVA DÓLARES: 00110397010001330479 / CCI: 01139700010001330479





Cotización

Autosolar Energía del Perú S.A.C
 Carretera Panamerica Sur KM 29.5 Megacentro Lurín, Unidad I-6
 Referencia: Frente a Campomar, entrada al Megacentro altura Puente VIDU
 Teléfono: (01) 715-1357 Whatsapp: 993 943 927
 autosolar@autosolar.pe
 RUC: 20602492118

LOYOLA AYMA CESAR MANUEL

| DOCUMENTO | NÚMERO | PÁGINA | FECHA |
|-------------|----------|--------|------------|
| Presupuesto | 1 011423 | 2 | 07/11/2023 |

| CLIENTE | RUC/DNI | AGENTE | CONDICIÓN DE PAGO | VALIDEZ DE LA OFERTA |
|---------|-------------|-------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| 36782 | 10480361275 | 12 pedro.matumay@autosolar.pe | | 5 días, salvo cambio de tarifa |

GARANTÍA DE UN AÑO EN LOS EQUIPOS OFERTADOS

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | PRECIO UD. | SUBTOTAL | DTO. | TOTAL |
|--------|--|----------|------------|----------|------|-------|
| | destino. - Se recomienda el uso de un sistema de puesta a tierra. - Se recomienda pararrayos para zonas tormentosas. - NO incluye tuberías ni accesorios hidráulicos. | | | | | |

| TIPO | IMPORTE | DESCUENTO | PRONTO PAGO | PORTES | FINANCIACIÓN | BASE | I.G.V | R.E. |
|-------|-----------|-----------|-------------|--------|--------------|-----------|----------|------|
| 18,00 | 21.017,24 | | | | | 21.017,24 | 3.783,10 | |

COMPRAS DEL DÍA DE HOY SERAN PROCESADAS AL DIA SIGUIENTE LABORAL
 GARANTÍA DE TRANSPORTE A PROVINCIA SOLO PARA EMPRESAS: MARVISUR - SHALOM
 NO INCLUYE ENVÍO A OTRAS AGENCIAS NI INSTALACION, SALVO LO INDIQUE EN LA COTIZACIÓN

TOTAL: S/. 24.800,34

HORARIO DE ALMACÉN PARA RECOJO DE MATERIALES

Lunes a viernes solo en el siguiente horario:
 Primer horario es de 9:00 a.m. - 1:00 p.m.
 Segundo horario es de 2:00 p.m. - 6:00 p.m.

TIPO DE MONEDA: NUEVOS SOLES
 PARA DÓLARES: 3.63

FORMA DE PAGO: TRANSFERENCIA BANCARIA

BCP SOLES: 1942448005022 / CCI: 00219400244800502298 BCP DÓLARES: 1942552861183 / CCI: 00219400255286118390
 INTERBANK SOLES: 6373001500225 / CCI: 00363700300150022563
 BBVA SOLES: 00110397010001329070 / CCI: 01139700010001329070
 BBVA DÓLARES: 00110397010001330479 / CCI: 01139700010001330479



Anexo 2.3

Hora solar pico. radiación promedio del día por mes

Tabla 10

Hora solar pico, radiación promedio del día por mes

| MES | HORA SOLAR PICO |
|------------|--------------------|
| Enero | 4.45 |
| Febrero | 4.73 |
| Marzo | 4.83 |
| Abril | 4.95 |
| Mayo | 4.66 |
| Junio | 4.51 |
| Julio | 5.12 |
| Agosto | 5.76 |
| Septiembre | 6.16 |
| Octubre | 6.29 |
| Noviembre | 6.19 |
| Diciembre | 5.66 |

Nota: Tabla donde se muestra el resumen de las hora solar pico por mes y se va a determinar una radiación media anual

Anexo 3: Glosario de términos

- h.s.p: hora solar pico
- w/m²: watts por metro cuadrado
- T: temperatura
- E: consumo diario de energia
- P: potencia
- Energía solar: Energía radiante emitida por el sol que puede ser capturada y convertida en energía eléctrica mediante paneles solares.

- Paneles solares: Dispositivos que convierten la energía solar en energía eléctrica, mediante el efecto fotovoltaico
- W: watts
- Wp: potencia del panel
- Kw: kilowatts, unidad de potencia equivalente a 1000 w
- V: tensión
- CO₂: Dióxido de Carbono
- Kwh/día: máxima demanda por día.
- ¹ **Inclinación: Angulo que forma el panel con la superficie.**
- Fotón: cada una de las partículas que componen la luz.
- Eficiencia: Es lo que respecta a células solares, es el porcentaje de energía solar que es transformada en energía eléctrica por la célula.
- Efecto fotovoltaico: Conversión directa de la energía luminosa en energía eléctrica.
- Sostenibilidad: Capacidad de mantener un sistema o proceso a largo plazo sin agotar los recursos o dañar el entorno.
- Impacto ambiental: Evaluación de como un proyecto o actividad afecta al medio ambiente incluyendo sus recursos naturales y ecosistemas.
- Eficiencia de la bomba: ¹ **Relación entre la energía** requerida **para** operar una bomba **y la energía** transferida al agua, expresada en porcentaje.
- Caudal: Volumen de agua que fluye a través de un sistema en un período de tiempo específico.
- $Q=V/t$, siendo Q (caudal), V (volumen) y t (tiempo).

DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO SOLAR DIRECTO PARA SUMINISTRAR AGUA POTABLE A LA LOCALIDAD DE MENTA ALTA, DISTRITO DE LAS LOMAS, PROVINCIA DE PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA

INFORME DE ORIGINALIDAD

| | | | |
|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------|
| 17% | 17% | 0% | % |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 6% |
| 2 | repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet | 3% |
| 3 | repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet | 2% |
| 4 | repositorio.untels.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 5 | datospdf.com Fuente de Internet | 1% |
| 6 | dspace.uclv.edu.cu Fuente de Internet | 1% |
| 7 | repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 8 | catalogo-gy.ucab.edu.ve Fuente de Internet | 1% |

9

autosolar.es

Fuente de Internet

1 %

10

www.energias-renovables.com

Fuente de Internet

1 %

11

rinfi.fi.mdp.edu.ar

Fuente de Internet

1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo