



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer de agua
al Sector de Chacupe Bajo distrito La Victoria departamento de
Lambayeque.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Carrillo Ramírez, Samuel (ORCID: [0000-0001-5246-6820](https://orcid.org/0000-0001-5246-6820))

Torres Cueva, Luis Miguel (ORCID: [0000-0002-5247-2494](https://orcid.org/0000-0002-5247-2494))

ASESOR:

Mg. Carlos Enrique Sánchez Huertas (ORCID: [0000-0002-6754-8017](https://orcid.org/0000-0002-6754-8017))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de sistemas electromecánicos

CHICLAYO— PERÚ

2021

Dedicatoria

Está dedicada primero a Dios quien es el mentor y pilar en mi vida, quien ha estado ahí guiando el sendero de mi vida.

A así mismo también a mi Familia especialmente a mis padres los cuales me han apoyado en las decisiones que he tomado, que han estado ahí en todo momento.

Samuel Carrillo Ramírez

Primero se lo dedico a Dios Nuestro señor por un día más de vida lleno salud y bienestar, el cual es un guía tanto en mi vida cotidiana como profesional.

También a mi Mamá, mi Papá y hermanas los cuales han estado siempre apoyándome en todas las etapas de mi vida, siendo un apoyo para lograr mis objetivos.

Y por último a todas las personas quienes formaron parte de mi vida, teniendo ya sea un rol como de Maestro, amigo o compañero, los cuales me han apoyado para cumplir esta meta

Luis Miguel Torres Cueva

Agradecimiento

Agradecer a Dios por mantenernos con bien, a pesar de todo lo sucedido en este año, por darnos la vida y quien a pesar de todo nos cuida.

A nuestras familias las cuales nos han ayudado a poder seguir adelante a pesar de las adversidades de la vida.

A la Universidad Cesar Vallejo por darnos la oportunidad de estudiar esta maravillosa carrera que es la Ingeniería Mecánica Eléctrica y agradecer a los conocimientos impuestos en sus aulas, sobre todo a los docentes que día a día fueron mentores en nuestras enseñanzas, brindándonos un poco de su sabiduría, por último, agradecer a mis compañeros y a todas las personas las cuales fueron parte de todo este proceso de formación profesional.

Índice de contenidos

Caratula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	16
3.2. Variables y operacionalización.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos	18
3.6. Método de análisis de datos	19
3.7. Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
IV. DISCUSIÓN	40
V. CONCLUSIONES:	42
VI. RECOMENDACIONES:.....	43
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	44
ANEXOS:	47

Índice de tablas

Tabla 01: Tipos de paneles solares.....	10
Tabla 02: técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
Tabla 03: Detalles de características del pozo.....	20
Tabla 04: Bomba Sumergible utilizada en el análisis del caudal	20
Tabla 05: Datos de los cálculos del Caudal	21
Tabla 06: Consumo de agua por familia.....	22
Tabla 07: Demanda de agua para Chacupe Bajo	22
Tabla 08: Nivel de Medición Promedio de Radiación	24
Tabla 09: Nivel de Radiación en KW/m2.....	25
Tabla 10: Caudal que debe entregar el Pozo.....	26
Tabla 11: Metrado para del sistema de succión	27
Tabla 12: Altura de succión por perdidas en m.c.a.	27
Tabla 13: Metrado para el sistema de succión	27
Tabla 14: Altura de succión por perdidas en m.c.a	28
Tabla 15: Altura manométrica total.....	28
Tabla 16: Características de la bomba.....	29
Tabla 17: La energía total	29
Tabla 18: Factor de Rendimiento Global para Corrección de la Energía total	31
Tabla 19: Energía requerida para el cálculo.....	31
Tabla 20: La energía requerida para el cálculo del sistema fotovoltaico	32
Tabla 21: Paneles solares en serie	33
Tabla 22: Paneles en Paralelo	33
Tabla 23: Capacidad del Banco de Baterías	34
Tabla 24: Intensidad Máxima en el Sistema Fotovoltaico	35
Tabla 25: Sección de los conductores por el amperaje.....	35

Tabla 26: Costo de los componentes del sistema fotovoltaico	37
Tabla 27: Costo total de la Instalación del sistema de bombeo Fotovoltaico.	38
Tabla 28: Guía de mantenimiento sistema de Bombeo Fotovoltaico	38

Índice de figuras

Figura 1. Paneles en serie.....	8
Figura 2. Paneles en paralelo.....	9
Figura 3. Paneles en Mixta.....	9
Figura 4. Bomba Centrífuga Horizontal Succión Negativa.	12
Figura 5. Bomba Centrífuga Horizontal Succión Positiva.....	12
Figura 6. Bomba Centrífuga Vertical	13
Figura 7. Bomba Centrífuga Sumergible	13
Figura 8. Sistema de bombeo fotovoltaico	14
Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de investigación	18
Figura 10. Nivel de Radiación durante 15 días de medición	25

Resumen

El Sector de Chacupe Bajo se encuentra Ubicado en la Región Lambayeque en el distrito de la Victoria en donde la falta del agua se puede evidenciar. El agua que utilizan los poblados actualmente lo consiguen de una seguía de la cual tienen que ellos extraer el agua de forma manual y algunos se han visto en la necesidad de tener que traer el agua de otros lugares. Por este motivo se planteó la siguiente problemática de investigación ¿Es posible abastecer del recurso hídrico utilizando un sistema de bombeo fotovoltaico en el Sector Chacupe Bajo-La Victoria-Lambayeque?, teniendo así que se planteó como objetivo generale el “Diseñar un sistema de bombeo fotovoltaico” , por lo que se tuvo que tener en cuenta cuanto sería el recurso hídrico que nos proporcionó el pozo el cual es 2880 Litros en una hora que estuviera en funcionamiento la bomba, y para poder determinar la radiación solar del lugar se consideró tomar los datos con un solarímetro modelo TM-206, por 15 días en lapsos de 15 min por cada toma de datos teniendo como inicio a las 6:00 am terminado a las 6:00 p.m. teniendo así un valor de la radiación promedio de 6.22 KW/m², pero se tomó en cuenta el valor más bajo el cual fue 4.63KW/m², el que se utilizó para dimensionar el sistema de bombeo fotovoltaico por lo que se seleccionó una bomba sumergible de 0.75KW de potencia de la marca PEDROLLO modelo 4SR7GM/10, el sistema fotovoltaico se consideró una tensión de 48V, y con esto se llegó a considerar que tendría un total de 4 paneles de 370W monocristalino, un total de 4 baterías de AGM 12V 300Ah, un regulador de carga marca VICTRON ENERGY de 50 Amperio y un inversor de la inversor de la marca VICTRON PHOENIX de 4KW – 48DC, por lo que al final se determinó un presupuesto total de S/.29 167.99 que se realizaría en la inversión del proyecto.

Palabras Claves: Sistema Fotovoltaico, Bomba sumergible, Demanda Hídrica, diseño, Energía Solar

Abstract

The Chacupe Bajo Sector is located in the Lambayeque Region in the Victoria district where the lack of water can be evidenced. The water that the villages currently use is obtained from a stream from which they have to extract the water manually and some have found it necessary to bring the water from other places. For this reason, the following research problem was raised: Is it possible to supply water resources using a photovoltaic pumping system in the Chacupe Bajo-La Victoria-Chiclayo Sector? photovoltaic ", so it was necessary to take into account how much would be the water resource that the well provided us, which is 2880 liters in one hour that the pump was operating, and in order to determine the solar radiation of the place, it was considered to take the data with a model TM-206 solarimeter, for 15 days in periods of 15 min for each data collection starting at 6:00 am and ending at 6:00 pm thus having an average radiation value of 6.22 KW / m², but the lowest value was taken into account, which was 4.63KW / m², which was used to size the photovoltaic pumping system, so a submersible pump was selected of 0.75KW of power of the PEDROLLO brand model 4SR7GM / 10, the photovoltaic system was considered a voltage of 48V, and with this it was considered that it would have a total of 4 monocrystalline 370W panels, a total of 4 AGM 12V batteries 300Ah, a VICTRON ENERGY brand charge regulator of 50Amp and an inverter of the VICTRON PHOENIX brand of 4KW - 48DC, so in the end a total budget of S / .29 167.99 was determined that would be made in the investment of the project.

Keywords: Photovoltaic System, Submersible Pump, Water Demand, design, Solar Energy

I. INTRODUCCIÓN

Con respecto a la realidad problemática, podemos ver que en la actualidad la energía renovable es una fuente de energía las cuales se obtienen a partir de un origen natural, también llamadas inagotables, las cuales son la energía solar, la energía mareomotriz o la energía eólica. Ya que la población presenta diversas dificultades en sus servicios de primera necesidad como es el agua y la luz que no se presentan muy seguido o tienen escasez de estos servicios por su ubicación geográfica. Es por ello que a **nivel mundial** el UNCED (2015) se habla sobre la conferencia de las naciones unidas sobre el Ambiente y Desarrollo, aplicando así una encuesta en diversos países mostrando que México, Perú, África, Filipinas, donde se obtuvo que un 48% de su población de estos países no cuentan con energía eléctrica y agua potable, mostrando así enfermedades que afectan a su salud y problemas de riesgo social por robo.

Ya que la capacidad total de generación de energía renovable alcanzó los 2.351 GW a finales de cada año la ONU (2019) nos muestra que al alrededor de un tercio de la capacidad total de electricidad instalada a nivel mundial, la energía hidroeléctrica representa la mayor parte, con una capacidad instalada de 1 172 GW, aproximadamente la mitad del total. La energía eólica y la solar representan la mayor parte del resto, con capacidades de 564 GW y 480 GW respectivamente. Otras energías renovables incluyen 121 GW de bioenergía, 13 GW de energía geotérmica y 500 MW de energía marina, mareomotriz y oceánica (p.1).

Ayuda en acción (2017), menciona en su blog “La escasez de agua, un problema mundial”, explican que se está acostumbrado a abrir el grifo y salga agua, ni siquiera se preguntan cómo es que se obtiene, para poder ducharse, beber, regar las plantas, lavar la ropa o muchas otras cosas, Por lo que el 40 % de la población no cuenta con agua, En la parte de África, dos de cada tres habitantes de la zona rural no cuenta con agua potable y en América Latina y el Caribe, 106 millones de personas no cuenta con servicio sanitario. Siendo que la escasez de agua es un problema real, una cuestión que afecta a todos. Y ocho de cada diez personas aún sin acceso a agua potable vive en zonas rurales.

Desde el **nivel nacional** nuestro país la UNESCO (2018) nos muestra que nuestros habitantes un 45% de no cuenta con corriente eléctrica y agua potable ya que muchos lugares del Perú son asentamientos humanos o lugares con poco apoyo de sus autoridades, dado que existen también el trabajo de brindar energía solar para promover el cuidado del medio ambiente y apoyar a las familias que más necesitan estos servicios básicos.

El Perú es uno de los 20 países con mayor fuente hídrica, pero sin embargo este recurso se dispone de manera heterogénea en el territorio y no se ubicada exactamente en el lugar en donde se requiere mayor demanda. En la parte costa del Perú concentra más del 70 % de la población, pero solo cuenta con un 1.8% de agua que se produce. Las Naciones Unidas, menciona que las poblaciones que se encuentran por debajo de 1700 m³ de agua /año, atraviesan por una escasez hídrica.

Continuando a **nivel local** en la región Lambayeque -La Victoria, se tomó en consideración los pobladores en Chacupe bajo, los cuales se encuentra a lado de la carretera de la prolongación de Grau y cerca de los tres puentes, siendo la situación que no disponen con servicios de agua, esto quiere decir que para abastecer su consumo deben de ir hasta una sequía y cargar de forma manual con baldes, aunque algunos se ven en la necesidad de traer de otros lugares lo que hace muy trabajoso el poder conseguir agua. El presente proyecto de investigación, se enfoca en poder diseñar un sistema de bombeo fotovoltaica, esto para poder abastecer de agua a estas viviendas del sector de Chacupe bajo.

Se planteó como formulación del **problema** la siguiente pregunta, ¿Es posible abastecer del recurso hídrico utilizando un sistema de bombeo fotovoltaico en el Sector Chacupe Bajo-La Victoria-Lambayeque?

La **justificación** del proyecto realizado será aplicando un conocimiento ya existente para solucionar un problema a la sociedad, por el hecho de que muchas familias no cuentan con el recurso de agua lo cual hoy en día es indispensable.

La **justificación social**, este proyecto tiene la finalidad de poder abastecer de agua a los pobladores de Chacupe Bajo, por lo que se propone un sistema de bombeo fotovoltaico para que puedan tener este recurso el cual es importante en todos los hogares.

Y como **hipótesis** el sistema de Bombeo fotovoltaico que se diseñara beneficiara con el abastecimiento de agua a las familias de Chacupe Bajo.

Por consiguiente, se tiene como **objetivo general**, Diseñar un sistema de bombeo fotovoltaico, y como **objetivos específicos** tenemos: (1) determinar el rendimiento hídrico del pozo, (2) determinar la demanda de agua requerida en El Sector de Chacupe Bajo, (3) determinar el índice de radiación solar promedio en el Sector de Chacupe Bajo, (4) Calcular y seleccionar los elementos de Sistema de Bombeo, (5) Dimensionar el equipamiento del sistema Fotovoltaico, (6) realizar la evaluación económica, por último, (7) realizar una guía de mantenimiento básico del módulo de bombeo de agua con paneles solares.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. A nivel internacional

Según Aguilera y Mc Phee (2009) en su tesis “bombeo de agua para riego en cerro calán utilizando energía solar fotovoltaica” Universidad de Chile. Menciona que no es hasta la segunda mitad del siglo XX que se pudo llegar a considerar que la energía solar como una fuente energética viable para todo tipo de sistema, pero teniendo en particular utilidad en el bombeo de agua. Desde el comienzo de la energía solar fotovoltaica se empezó a pensar en que se podría desempeñar. Esto llevó a generar circunstancias en las cuales su empleabilidad sea acorde a las necesidades requeridas. Cabe resaltar que, acorde con nuestro trabajo de investigación, uno de sus principios fue para generar bombeo de agua, esto debido a la ausencia de agua potable en zonas de escaso acceso.

Según Salmerón y Blandón (2014) En su tesis llamada “Estudio de Preinversión de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua en la comunidad de San Antonio del municipio de Jinotepe”, Universidad Nacional de Ingeniería-Managua-Nicaragua. Explica que la extracción de agua con energía solar, se presentó como una oportunidad para que los sistemas fotovoltaicos tengan su apogeo como fuente energética rentable para los lugares más alejados como también en las zonas rurales.

2.2. A nivel nacional

En la investigación de Perpiñán (2013) llamada “Energía Solar Fotovoltaica”. Menciona que la radiación que es proveniente de las mismas emisiones que el Sol posee es la que atraviesa el vacío sin sufrir alguna pérdida por alguna interacción, por otro lado, la irradiación solar, está definida como el flujo de radiante que esta atenuada dentro de un cuadrante.

Según Estratti (2013) en su tesis “Diseño de un sistema de bombeo de agua con energía solar fotovoltaica de 500m³/Día de capacidad”, menciona que la demanda de consumo de energía años tras año vaya incrementando, por lo que daría como consecuencia que las tarifas de electricidad vayan aumentando, por la grave situación por contaminación por fuentes de energías que se utilizan de manera tradicional, por lo que se está enfocando en que se pueda promover las

energías limpias que brinden beneficios tanto en la parte económica como al medio ambiente.

Acorde con Apaza y Puma (2015), “Diseño y cálculo de un sistema de bombeo de agua, accionado por energía solar” Universidad andina Néstor Cáceres Velásquez. La energía fotovoltaica se ha convertido en la opción para suplir de electricidad a localidades remotas, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. Esto nos infiere que, por parte de la fotovoltaica, es la opción con mayor índice de probabilidades de logro con respecto a llevar energía eléctrica a lugares donde es de difícil acceso. La facilidad de instalar un sistema fotovoltaico es lo novedoso, ya que el presupuesto está en un promedio de 1500 nuevos soles, pero para este precio solo se estaría supliendo la potencia que nos genera ya sea un TV, electrodomésticos, etc.

Según Zambrano (2019), en su tesis “Sistema de bombeo de agua utilizando paneles solares en el sector Boyero – c.p. Porcon Alto” de la Universidad Privada del Norte, su investigación tuvo como objetivo determinar la factibilidad de un sistema de bombeo de agua en la cual se utilizara los paneles solares, se obtuvieron datos del SENAMHI, para la factibilidad de la energía, luego se analizó los datos de las horas del sol de los meses de mayo – octubre, después con un aforo se obtuvo el caudal de 1.232 litros/seg por lo que para satisfacer la demanda se utilizó una bomba de 1HP de potencia, y para que se pusiera operativa se instalaría 04 paneles solares.

Según Ccahuana (2019) en sus tesis: “Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer agua al caserío CP14 Distrito Tambogrande- Piura 2019”, Tomó como propósito el poder examinar el sistema y la economía de un sistema de bombeo fotovoltaico, para poder sacar el recurso hídrico en dicho caserío y de este modo que se tenga una mejor forma de vida. Por lo que este diseño propone el uso de un hoyo cilíndrico para poder extraer agua a 5 tanques de 2500 litros cada uno, que se colocara en una base de piso de concreto, y se consideró el uso de paneles solares con un indicador de 250 watio, con una bomba eléctrica de 0.75HP tipo sumergible y se trabaja con dos alternativas de dos horas de movimiento para el caserío CP14.

2.3. A nivel local

Según Chozo (2019), en su tesis “Diseño de sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer la demanda hídrica del Fundo San Luis-Caserío San Pedro de Sasape-Íllimo” de la Universidad Cesar Vallejo, determino que el requerimiento del recurso hídrico para abastecer al fundo San Luis fue de 124.78 m³/día, y para las mediciones se tomó el promedio de la radiación solar la cual fue medida en periodos de 10 minutos por cada toma de los datos, las cuales empezó a las 06:00am horas y finalizo a las 06:00 pm horas en las que se obtuvo que el valor fue 6.98 Kw.h/m², por lo que comenzó a diseñar el sistema de bombeo fotovoltaico por lo que requirió seleccionar una bomba sumergible Pedrollo de 5.5KW, teniendo en consideración el punto anterior tomaron un voltaje de 48V de conexión de los paneles por lo tuvieron un total de 10 unidades de 370W, baterías de 316Ah, un regulador de carga de 100A modelo MPPT y por ultimo un inversor de 4KW-48VDC, por lo que todo estos elementos más costos adicionales dio un monto de S/. 99,120.34.

Según Jiménez (2020), para obtener el título de Ingeniero Mecánico Electricista en su tesis que lleva por nombre “Diseño de un sistema fotovoltaico para abastecer energía eléctrica a un sistema de bombeo del fundo Pimaguel, centro poblado Shonto del Distrito de Salas Departamento de Lambayeque”, señala que en su primer objetivo el cual trato del proceso de medición de la radiación solar en este Fundo PIMAGUEL, considero realizarlo mediante un solarimetro modelo TM-206, el cual paso por un proceso de calibración, teniendo así que las mediciones fueron en lapsos de 15 min por un periodo de 10 días, que tuvo como respuesta que el valor fuera 2.10Kw.h/m², luego se determinó el consumo de agua 166.14 m³/día, eligiendo así la bomba de modelo 4SR45G/75 marca PEDROLLO con una potencia de 7.5 HP, dando que el proyecto a realizar tendría un costo de S/53.003.56 soles.

Chiscul et al. (2020) menciona en su trabajo de investigación Diseño de Sistema Fotovoltaico para dotar de energía eléctrica al sistema de bombeo del Fundo la Quebrada, Centro Poblado El Papayo del Distrito de Motupe, que la finalidad del trabajo a realizar tubo como objetivo abastecer de agua al fundo la Quebrada mediante un sistema de bombeo con paneles solares, teniendo una metodología de tipo descriptiva, mediante las técnicas de encuesta y observación se obtuvo

la información necesaria de los instrumentos utilizados, por lo que determino que utilizo una radiación de 2.10 KW-h/m², luego procedió a determinar el rendimiento que fue de 166.14 m³/día que incluye el uso de abastecimiento de agua para una población y el campo de cultivo, posteriormente paso a realizar los cálculos del sistema solar el cual lo empleo para poner en funcionamiento el sistema, por último realizo la parte económica en la cual obtuve que el VAN fue de S/11,162.60 y el TIR de 16% terminando así que su proyecto era viable.

Mantilla (2020) en su trabajo para obtener el título de ingeniero mecánico electricista que lleva por nombres Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer de agua potable - caserío Pampa La Culebra – Cajamarca, tomo en consideración los datos que recolecto de las encuestas del consumo de agua, por lo que luego ya teniendo el dato de la radiación se propuso calcular cuál sería su bomba, en base de este dato obtenido tuvo que el sistema que emplearía sería de manera directa teniendo en cuenta que solo funcionaría durante el día en los cuales solo empleo un panel y un convertidor de voltaje, teniendo por último en la parte económica que dio por válido que se podía realizar este proyecto.

2.4. Definiciones:

La energía solar, esta fuente de energía es obtenida por la radiación producida por el sol. Este proceso comienza cuando la luz solar cae sobre las células fotoeléctricas, que están compuestos los paneles solares, este acontecimiento logra que los electrones vayan de un lugar a otro, generando corriente eléctrica que luego pasará a la red de distribución para llegar hasta el punto donde se va consumir. Y además que no genera desechos contaminantes al medio ambiente por lo que es mucho más rentable que las energías convencionales actuales. (Enel Perú, 2018)

Panel fotovoltaico, es un dispositivo el cual se encarga de procesar la energía proveniente del sol y transformarla en energía eléctrica, el cual constan de múltiples celdas, las cuales son llamadas células fotovoltaicas (AutoSolar, 2018)

Configuración de conexión (serie y paralelo)

En los sistemas fotovoltaicos se pueden hacer dos tipos de conexiones los cuales nos ayudaran a dar el voltaje y corriente requerida para abastecer a un sistema el cual se está empleando.

- Conexión en serie.

La conexión de los paneles solares se realiza mediante la potencia la cual está entre los 200W y los 260W, que este compuesto por un total de 60 células y para una instalación con voltaje de 24V a 48V. Esta conexión se realiza directamente entre los paneles solares, conectando el polo positivo de un panel con el lado negativo del otro lo que hace de que la tensión (Voltaje) se sume, pero la corriente (Amperaje) se mantenga permanente. (Faundez y Sepúlveda, 2019, p. 18)

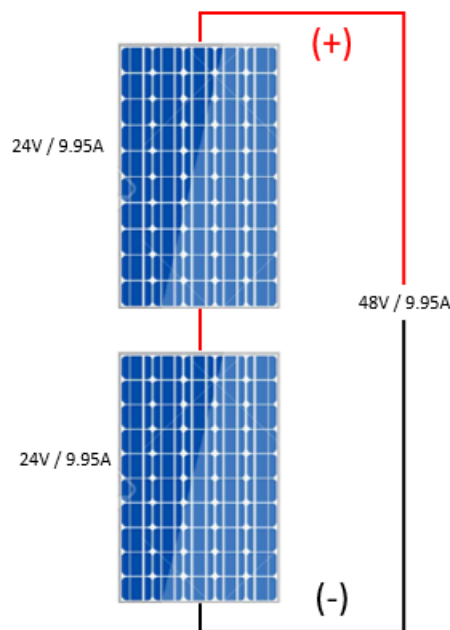


Figura 1. Paneles en serie

Fuente: Elaboración propia

- Conexión en paralelo.

Esta conexión se realiza conectando los polos de igual denominación, los cuales son dos polos el positivo (+) y el negativo (-). Siendo que de esta manera la

Tensión (Voltaje) se mantenga igual, pero la corriente (Amperaje) se tiene que sumar. (Faundez y Sepúlveda, 2019, p. 19)

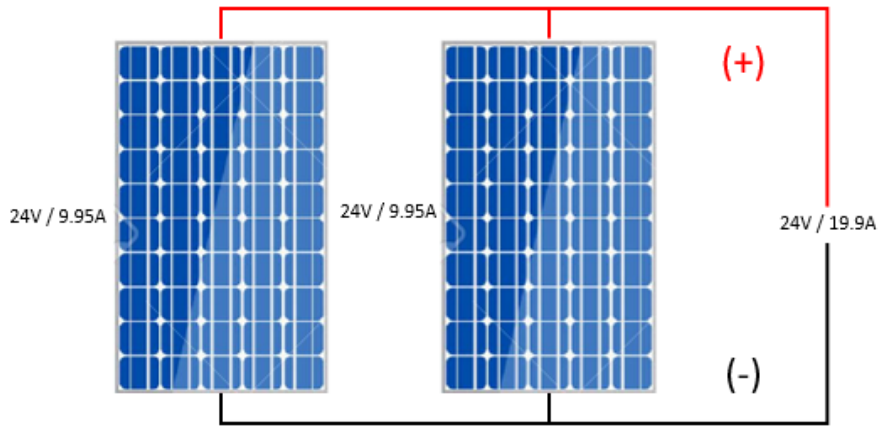


Figura 2. Paneles en paralelo

Fuente: elaboración propia

- Conexión Mixta

La conexión mixta es la que tiene tanto de la parte mixta como de la de serie, por lo usual en conexión de 5 o más placas solares que sean de 60 células tengan una potencia la cual supere los 200W, lo que permite que se pueda obtener un control tanto en la corriente (Amperaje) así como controlar el nivel de Tensión (Voltaje) en la instalación solar. (Faundez y Sepúlveda, 2019, p. 19)

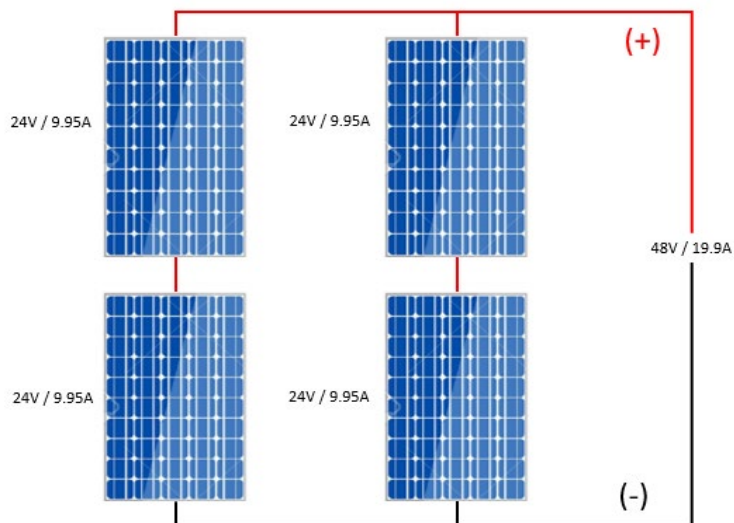


Figura 3. Paneles en Mixta

Fuente: Elaboración propia

Radiación solar (Gs).

Es la cantidad de irradiación que se revise por un lapso de tiempo determinado, por lo que la radiación global es la suma de todas las intensidades que se multiplica por el tiempo. Esta es considerada por lo general la que se produce durante todo el día, lo cual se expresaría en la siguiente fórmula:

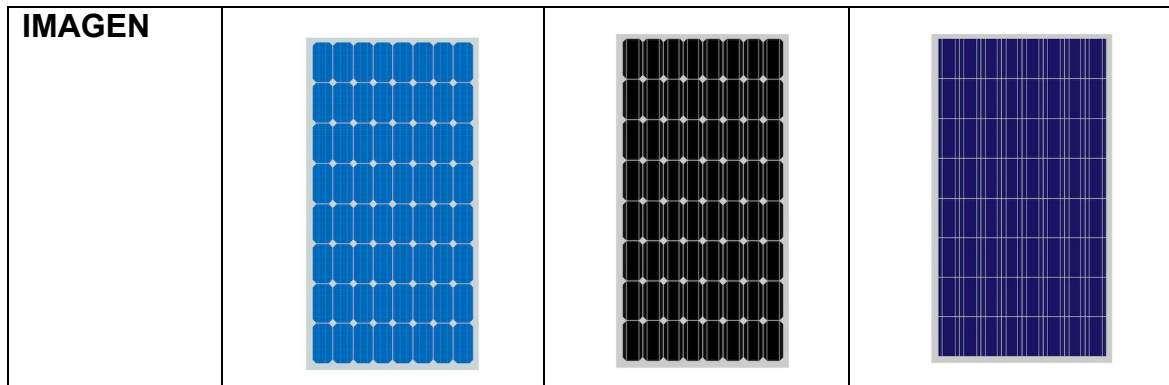
$$G_s = \frac{\text{watt}}{\text{m}^2} \times \text{hora} \dots \dots \dots \text{(Ecuación 01)}$$

Célula fotovoltaica, es un dispositivo electrónico el cual se compone de materiales semiconductores, siendo su función transformar la luz solar en energía eléctrica, estos se encuentran cubiertos por vidrio o plástico transparente para el paso de la luz (Aguilera y Mc Phee, 2009)

Y según (AutoSolar, 2018) la estructura de la que se componen se clasifica en:

Tabla 01: Tipos de paneles solares

TIPOS DE PANELES			
NOMBRE	Monocristalino	Policristalino	Amorfo
DEFINICIÓN	Es un solo cristal de gran tamaño que se corta en láminas finas. Son las que tienen un costo de fabricación superior y proporcionan un rendimiento superior bajo condiciones determinadas.	Está compuesto por cristales los cuales no poseen un color uniforme, aunque en la actualidad la fabricación ofrece células uniformes.	Es la más barata entre los tipos de células, pero también la de menos rendimiento, y son utilizadas en dispositivos como relojes o calculadoras y producen energía en pocas cantidades, aunque no se exponga de forma directa al sol.



Fuente: Elaboración Propio.

Sistema de bombeo son sistemas que se aplican para el trasiego de fluidos entre depósitos o para poder descargar alguna carga. La selección de una bomba es muy importante por el hecho de que depende de la función que realizará (Fluideco,2019).

Bomba es una maquina la que se emplea para el bombeo de líquidos, sin importar el fluido que sea. Siendo que se empleen en su mayoría para poder vaciar piscinas, pozos, regar cultivos y abastecer del servicio del agua en un lugar. (Hidromec, 2018)

Tipos de bombas:

Bomba Centrífuga Horizontal

Debido a su transmisión de forma horizontal, su ventaja resaltante es su fácil manipulación al momento de cambiar de lugar, esto quiere decir que podemos ubicarlos a conveniencia propia, o por motivos de protección ya sea por inundaciones, lugares secos, en ventiladores y fácil acceso (Jiménez Chucas, 2020, pag.09)

Este tipo de bombas deben ser usadas en fuentes superficiales, cisternas y embalses. Tienen una facilidad de mantenimiento y operación a bajo costo lo que conlleva que sea bueno para uso rural. La succión que genera este tipo de bomba se puede clasificar en succión negativa (cuando el nivel del agua se encuentra por debajo del eje) y succión positiva (cuando el nivel del agua se encuentra por encima del eje) (Organización Panamericana de la Salud, 2015 pág. 12)

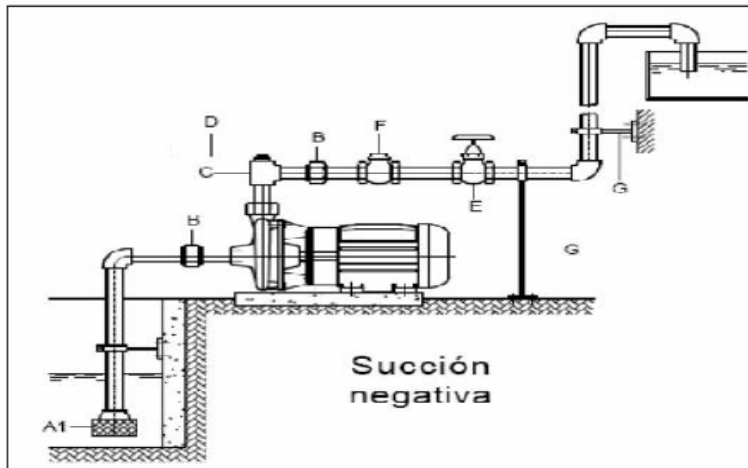


Figura 4. Bomba Centrífuga Horizontal Succión Negativa.

Fuente: Jiménez Chucas, 2020

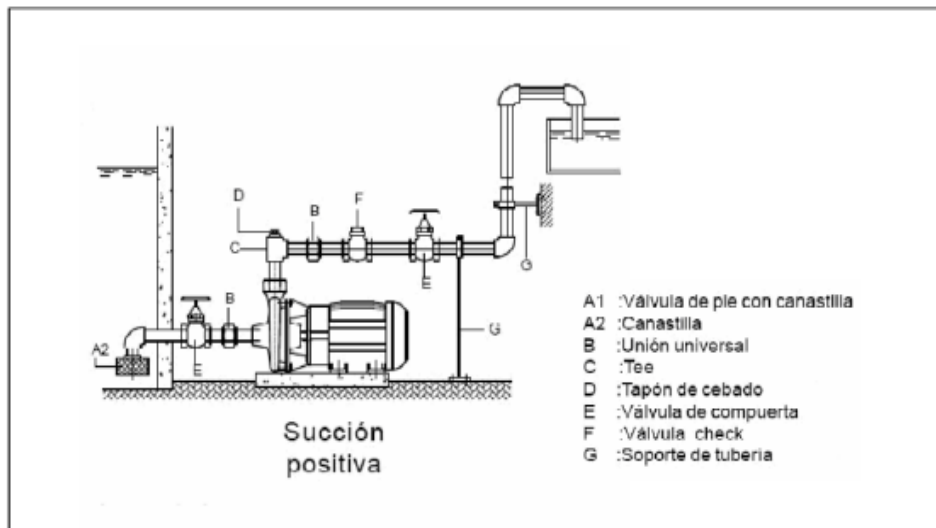


Figura 5. Bomba Centrífuga Horizontal Succión Positiva

Fuente: Jiménez Chucas, 2020

Bomba centrífuga vertical

Son equipos de eje de transmisión vertical, en su montaje se posicionan los impulsadores cuya función es impulsar (elevar) el agua hasta donde se esté conectado el sistema. Por el hecho de ser “verticales” le corresponde un diámetro pequeño, esto se considera al momento de su fabricación ya que en su aplicación serán introducidos en pozos de reducido acceso. (Organización Panamericana de la Salud, 2015 pag.14)

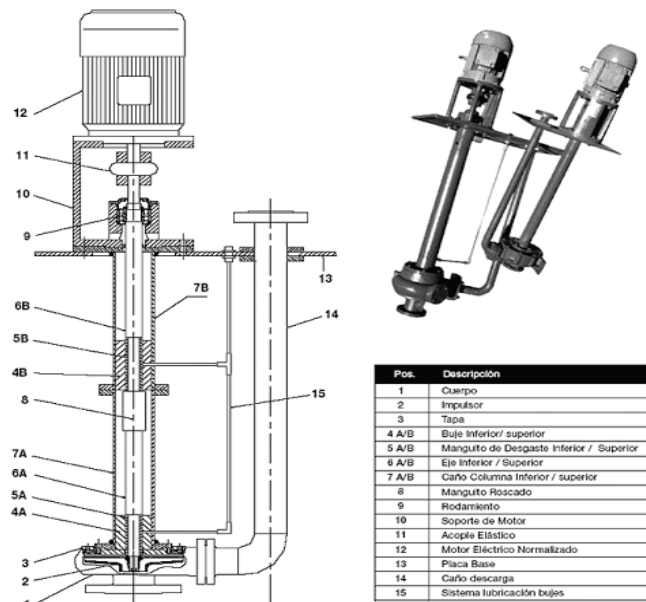


Figura 6. Bomba Centrífuga Vertical

Fuente: Jiménez Chucas, 2020

Bombas Sumergibles

Estas máquinas tienen incorporado tanto la bomba como el motor, es decir, vienen de manera compacta, para que esta bomba se accione deberá estar dentro del líquido, por ende, esta bomba no succiona el agua, la impulsa al exterior. Una desventaja considerable es su baja eficiencia y a su vez esto genera un bajo costo económico, otra desventaja, es que para hacerle un mantenimiento se debe parar todo el proceso de bombeo (Organización Panamericana de la Salud, 2015 pag.15)

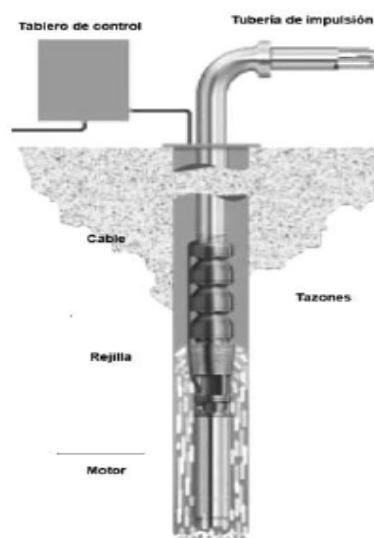


Figura 7. Bomba Centrífuga Sumergible

Fuente: Jiménez Chucas, 2020

Regulador de carga: Es un equipo el cual también se conoce con el nombre de controlador de carga, su función es de circular la energía entre los módulos solares y las baterías, el cual evita la descarga y sobrecarga en los acumuladores que es dada por los paneles solares (Autosolar,2018)

Sistema de bombeo solar: Los sistemas de bombeo de agua, el cual depende de la energía que es proporcionada por los rayos del sol es una de las maneras más prácticas y sencillas para suministrar de agua ya sea una población o áreas de cultivo. Y por lo usual se instalan en zonas alejadas y con poco viento. (Cabrera y Fermin, 2015, p.69).

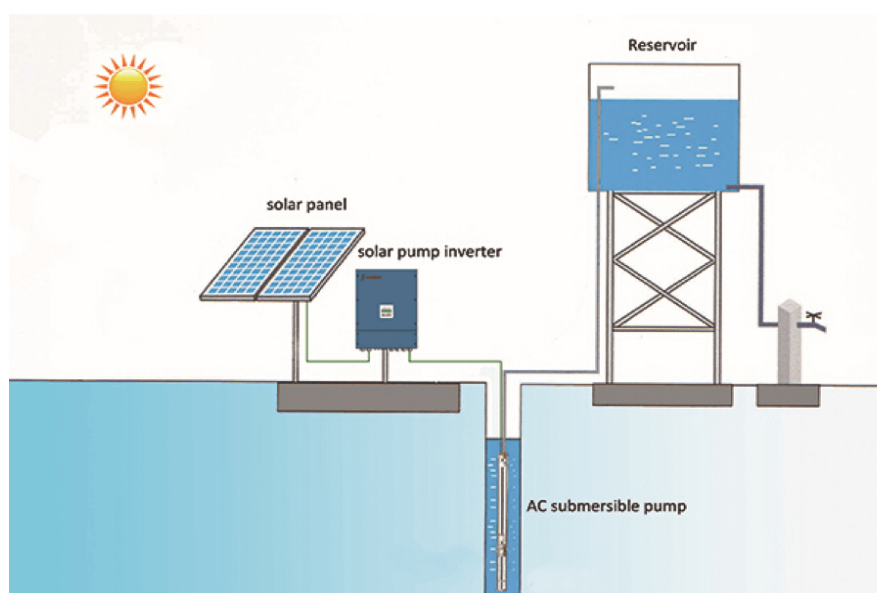


Figura 8. Sistema de bombeo fotovoltaico

Fuente: <https://cpmsolar.com/2019/10/01/sistemas-solares-para-bombas-de-agua/>

Las ventajas que poseen los sistemas que funcionan con energía solar es de que son económicas y si se unen con una bomba de agua proporciona de que se pueda tener agua ya sea para una vivienda y campos de cultivo.

Según Chozo (2019) menciona que según los mecanismos para utilizar el mínimo consumos de agua pueden ser:

- Equipamiento directo: el recurso hídrico se extrae siendo este almacenado en un recipiente o utilizando directamente en el lugar que se requiere, este sistema se utiliza mediante exista radiación.

- Equipamiento con baterías: Se requiere contar con el recurso hídrico en diferentes ocasiones es por la que se almacena electricidad en baterías para utilizar el sistema sin contar cuando no haya sol.

Método Volumétrico.

El desarrollo de la medición del Caudal de un pozo se puede realizar a través del método volumétrico el cual consiste en que se pueda llenar un recipiente del cual se conozca su volumen y tener un cronometro para medir el tiempo en que se puede llenar dicho recipiente, dando así que con estos factores se puede llegar a obtener el Caudal (Vilca, 2015, p.50)

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots \text{(Ecuación 02)}$$

V = Volumen (m3)

T=Tiempo (segundo)

Q = Caudal (m3/seg)

Por lo que con el Caudal obtenido se puede considerar como el rendimiento hídrico en un pozo en el cual se quieran realizar pruebas para saber su rentabilidad en la generación del recurso hídrico.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. El tipo de investigación

El tipo de investigación de este proyecto **es aplicada**, porque se empleó teorías probadas por otros investigadores para poder brindar solución a la problemática de nuestro tema, por este motivo sería una **investigación descriptiva**.

3.1.2. El diseño de investigación

Es **no experimental**, porque no se manipula deliberadamente las variables.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variable independiente

-. Demanda de agua para Chacupe Bajo.

3.2.2. Variable dependiente

- Diseño de sistema de bombeo fotovoltaico.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población:

Módulos de bombeos en el departamento de Lambayeque.

3.3.2. Muestra:

Módulo de bombeo con paneles solares para Chacupe Bajo.

3.3.3. Muestreo:

El proyecto se realizó mediante el muestreo **no probabilístico - intencionado**, en el cual se asumió que el modo en el que se escogió la muestra fue a través de un juicio propio de los investigadores.

3.3.4. Unidad de análisis:

Módulos de bombeo de agua con paneles solares.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 02: técnicas e instrumentos de recolección de datos

1. TECNICAS	2. INSTRUMENTO	3. VALIDACIÓN
Observación	Ficha de observación (radiación solar)	Por asesor especialista
Entrevista	Cuestionario (las familias de Chacupe Bajo)	Por asesor especialista

Fuente: Elaboración Propia

3.5. Procedimientos

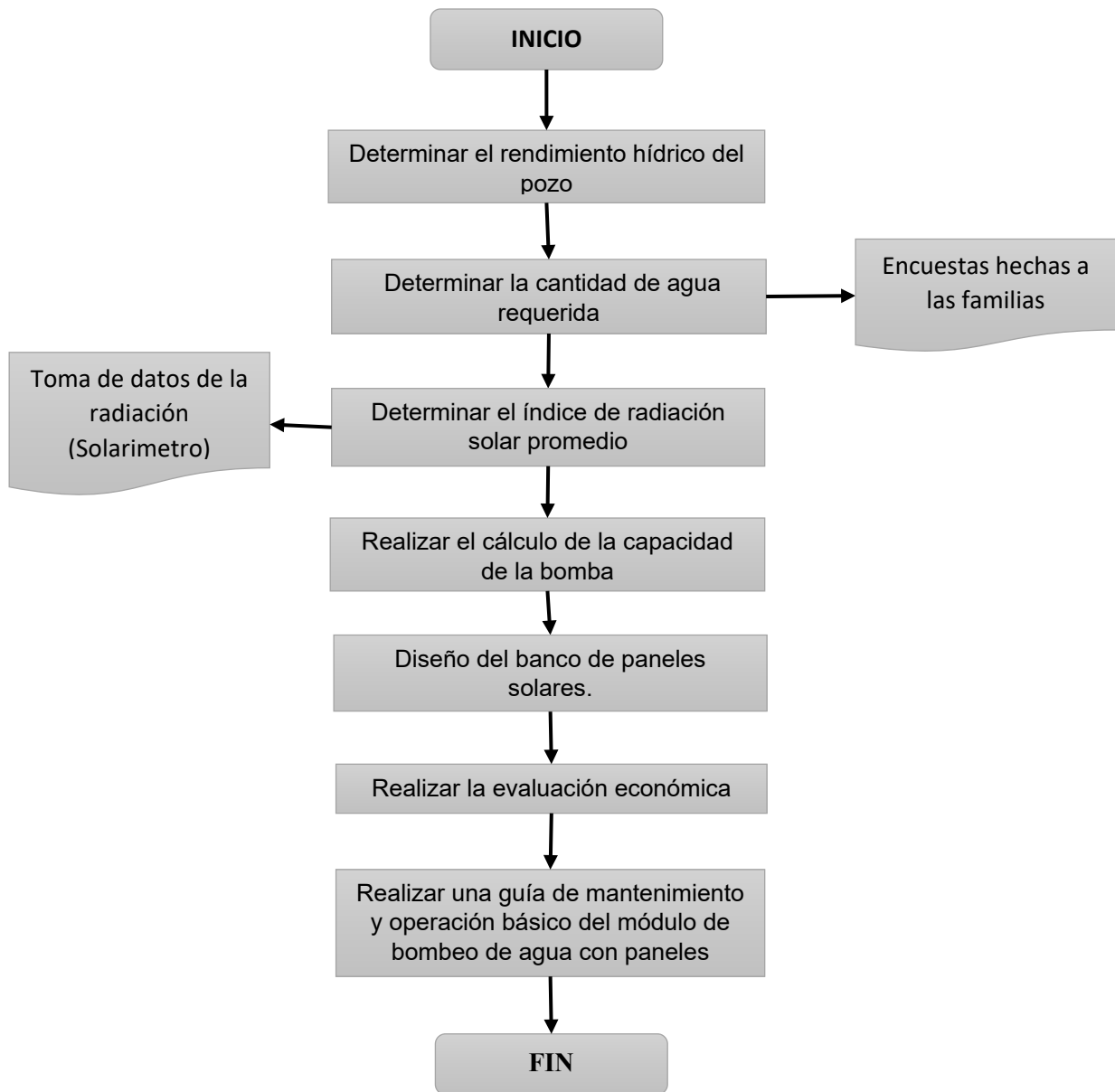


Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de investigación

Fuente: Elaboración propia

Por medio de este diagrama de flujo se puede ver el procedimiento que se tomara para poder desarrollar cada objetivo planteado en el proyecto, llevando así un orden al momento del desarrollo de cada punto.

3.6. Método de análisis de datos

El análisis de los datos se realizó con ayuda de la estadística descriptiva (promedio), los cuales se analizarán con una programación en el software Excel.

3.7. Aspectos éticos

Los tesisistas se comprometen a dar la veracidad correspondiente a los resultados que se obtendrán, actuando con cautela y no chocar con costumbre de los pobladores de la zona, como el respeto a la privacidad de los mismos.

Se tomará en consideración el código de Ética por lo que todo lo que no es de nuestra autoría, se referenciará con su autor correspondiente.

IV. RESULTADOS

4.1. Determinar el rendimiento hídrico del pozo.

Se realizó la medición del pozo en la zona de Chacupe Bajo lo que nos podrá orientar si el pozo tiene las características adecuadas para realizar el proyecto, siendo que en la tabla 03 se detalla las medidas del pozo y el volumen.

Tabla 03: Detalles de características del pozo.

POZO DE LA ZONA DE CHACUPE BAJO		
DATOS	VALOR	SIMBOLO
Diámetro	0.1524	m
	6	pulg
Profundidad	12	m
H. Estática	3	m
Volumen del pozo	0.16	m ³

Fuente: Elaboración Propia

Para poder saber cuánto sería el caudal que demandaría el pozo se realizó un estudio el cual se llevó a cabo con una bomba horizontal con las siguientes características. (Anexo 16)

Tabla 04: Bomba Sumergible utilizada en el análisis del caudal

ELECTROBOMBA DE EJE HORIZONTAL	
Marca	SEA LAND S.R. L
Type	K100H
Altura	10 – 30 metros
Caudal	140 – 22 L/min
Velocidad	3400 Rpm
Potencia	1 HP
	0.74 KW

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo ya la bomba se procedió a poner en funcionamiento para poder ver cuánto sería el agua que podría extraer en un determinado intervalo de tiempo. Por lo que se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 05: Datos de los cálculos del Caudal

DATOS	CANTIDAD
Tiempo	1 min
Volumen	48 litros
Caudal	48 l/min
	2880 l/hora
Volumen (1 hora)	2880 litros

Fuente: Elaboración Propia

Por lo que para poder calcular cuánto era el caudal se bombeo primero durante 1 min y se utilizó 2 baldes de 20 Litros con los cuales se sacó que durante este tiempo se pudo llegar a llenar dos baldes y 8 litros más lo que da un total de 48 Litros por lo que luego se procedió a bombear por una hora en lo que se notó que el agua seguía fluyendo de manera normal, al hacer el cálculo se pudo obtener un volumen de 2880 litros por una hora lo cual proporcionaría el pozo.

Para poder comprobar que el pozo seguirá teniendo agua se tomó en cuenta el estudio realizado por la Autoridad nacional del agua (ANA) en el cual nos menciona que según la profundidad de la Napa Freática en el lugar de Chacupe Bajo que pertenece al distrito de la Victoria esta fluctuando entre los 2.0 y 6.0m de profundidad lo que nos da de que este seguirá manteniendo su nivel de agua después de ser bombeado (Anexo 17)

4.2. Demanda requerida de Agua en el Sector de Chacupe Bajo.

Siendo lo primero que se determina para el desarrollo del sistema de bombeo es el caudal diario que se debe bombear siendo este la suma del consumo total de las personas en el Sector de Chacupe Bajo.

Teniendo en consideración la Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la infancia, el consumo de agua por día es de 20 litros por persona considerando fuentes que no estén a más de un metro de distancia. Siendo esto una cantidad promedio en la cual solo se considera solo la higiene básica y la cantidad para poder tomar, pero si se llega a considerar la demanda de agua para bañarse y lavar será unos 50 litros por día.

Tabla 06: Consumo de agua por familia.

FAMILIAS DE CHACUPE BAJO.				
N°	Núm. Personas	Agua (Litros/día)	Agua (Litros/día)	Agua en metros (m3/día)
01	3	50	150	0.150
02	5	50	250	0.250
03	4	50	200	0.200
04	3	50	150	0.150
05	5	50	250	0.250
06	3	50	150	0.150
07	5	50	250	0.250
08	3	50	150	0.150
09	5	50	250	0.250
10	4	50	200	0.200
TOTAL			2000	2.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 07: Demanda de agua para Chacupe Bajo

DEMANDA DE AGUA		
DATOS	VALOR	SIMBOLO
Diario	2.00	m3/día
Reserva	15	%
Subtotal	0.30	m3/día
Total	2.30	m3/día
	2300	L/día

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta cuanto sería el consumo en litros en un día para la población como se puede observar en la tabla es de 2300 Litros por un día, por lo que llevando esto a un volumen para un tanque el cual es de forma comercial se utilizara un tanque de 2500 Litros de la Marca Rotoplas (Anexo 14)

4.3. Medición de la radiación solar.

Para poder desarrollar este objetivo se tomó las muestras correspondientes de la Radiación Solar, las cuales fueron tomadas con el “Solarímetro Modelo TM-206” (Anexo 04). Con los datos que se obtuvieron de la medición, se sacó un promedio de cuanto sería la Radiación para poder realizar los cálculos de los paneles solares.

La medición se hizo por un lapso de 15 min lo cual partió desde las 6:00 a.m. – 18:00 p.m., teniendo en cuenta que se realizó las mediciones durante 15 días siendo estos los que determinaron cuanto sería la radiación promedio que se puede generar, por lo que los datos fueron variando dependiendo del clima de la zona en la que se realizó la recolección de datos (Anexo 22)

Tabla 08: Nivel de Medición Promedio de Radiación

Horas Fecha	Nivel Promedio de Radiación (W/m ²)												Niveles Radiación Solar (W.h/m ²)
	06:00 a.m	07:00 a.m	08:00 a.m	09:00 a.m	10:00 a.m	11:00 a.m	12:00 a.m	13:00 a.m	14:00 a.m	15:00 a.m	16:00 a.m	17:00 a.m	
24/08/2021	23.2	157.4	565.4	641.6	902.2	995.8	971.4	964.4	966.4	896.4	778.6	485.4	8348.2
25/08/2021	21.4	183.8	245.2	659.8	1017	989.4	1007.8	1000.6	1004.8	559.2	131.2	39.8	6860.00
26/08/2021	13.4	47.8	144.4	308.6	460.8	887	949.8	954.8	959.8	929.4	821.8	423	6900.6
27/08/2021	166.4	429.8	692.2	839.6	970.6	973.6	999.8	823.6	773.8	750.4	422	198.2	8040
28/08/2021	24.8	344.6	405.6	686.8	841.6	694.8	866	790	587.6	419.2	292	89	6042
29/08/2021	25	76.6	227.4	329	383.6	489.2	438.4	623.8	698	634.2	560.4	240.4	4726
30/08/2021	30.6	84.2	233	343.8	398.2	568.6	864.6	824.8	712.4	559.6	357.6	113	5090.4
31/08/2021	17.2	54	88.2	249.6	492	710.6	969.4	1004.4	897.2	797.4	149.6	46.2	5475.8
1/09/2021	36.8	97	155.8	131.6	166.4	325	439	903.8	1011.2	915.4	737	385.6	5304.6
2/09/2021	40.2	121.8	205.2	310.4	617.8	1012	1048.4	1033	1006	885.6	695.2	92.2	7067.8
3/09/2021	17.6	56	150	238.2	299.6	786	1101.8	1070.2	988	860.8	719.4	369.6	6657.2
4/09/2021	34.2	88.8	234.2	340.2	470.2	550	567	648.4	739.8	609.4	420.2	233.6	4936
5/09/2021	68.6	257.2	424.8	460.6	709.2	845.2	983	1025.8	979.8	822	755.6	447	7778.8
6/09/2021	20.6	236.4	449	696.6	824.4	806.2	884.4	719	474.2	273.2	84.8	44.6	5513.4
7/09/2021	32.8	89.4	155.4	165	176.2	325.6	638.6	912.8	709	630.6	556	235.2	4626.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 09: Nivel de Radiación en KW/m2

Fecha	Radiación solar (W.h/m2)	Radiación solar (KW.h/m2)
24/08/2021	8348.2	8.35
25/08/2021	6860.00	6.86
26/08/2021	6900.6	6.90
27/08/2021	8040	8.04
28/08/2021	6042	6.04
29/08/2021	4726	4.73
30/08/2021	5090.4	5.09
31/08/2021	5475.8	5.48
1/09/2021	5304.6	5.30
2/09/2021	7067.8	7.07
3/09/2021	6657.2	6.66
4/09/2021	4936	4.94
5/09/2021	7778.8	7.78
6/09/2021	5513.4	5.51
7/09/2021	4626.6	4.63

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla se está estableciendo en niveles de energía por área (KW.h/m2), siendo que esta se encuentra establecido entre los intervalos de 4.63 a 8.3 KW.h/m2 teniendo por lo que se ve un valor menor de 4.63 KWh/m2.

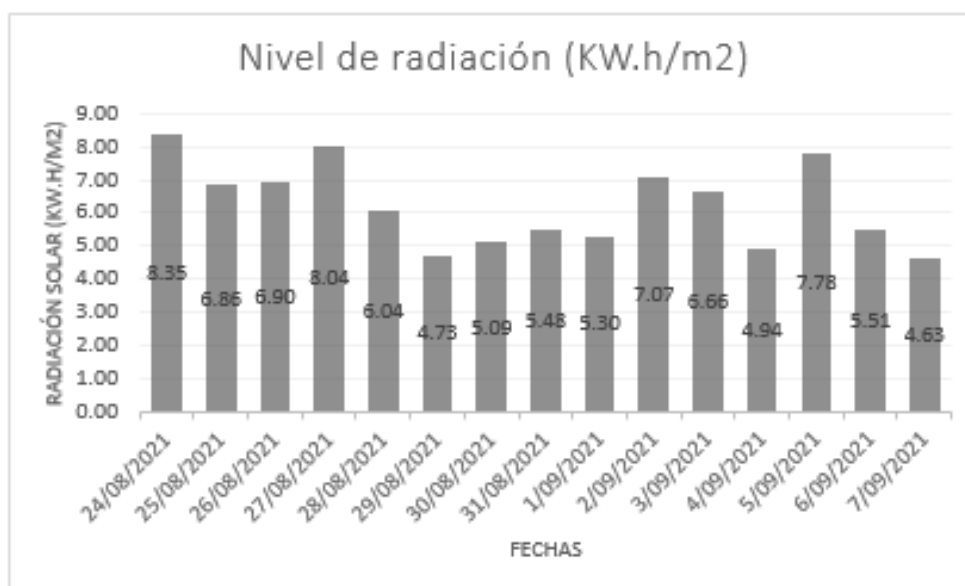


Figura 10. Nivel de Radiación durante 15 días de medición

Fuente: Elaboración propia

Según el RETScreen (Anexo 06) con los datos obtenidos mediante la ubicación del lugar, se obtuvo que la radiación promedio en un día de los meses que se tomaron en cuenta es de 5.25 KWh.m2 y el promedio de que se obtuvo tomando los datos con el solarímetro durante estos 15 días es en promedio de 6.22 KWh.m2, lo que este dato no está muy alejado de lo que nos ofrece la información del software por lo que los datos que se obtuvieron están en el margen de error.

4.4. Cálculo de la bomba.

Para determinar la bomba con la que se trabajara, primero se comienza con el cálculo del caudal.

Tabla 10: Caudal que debe entregar el Pozo

DATOS	VALOR	SÍMBOLO
Total, de Demanda diaria	2.30	m3/día
Cantidad de Pozos	1	pozo
Horas de trabajo	7	h/día
Caudal del pozo	0.33	m3/h
	0.005	m3/s
	5.476	l/s

Fuente: Elaboración propia

4.4.1. Cálculo de las alturas manométricas

Cuando se obtiene el valor de cuanto se necesita de agua se pasa luego a calcular la pérdida de presión en el sistema, para hacer la correcta selección de la bomba y para encontrar este valor se tiene que incurrir a la fórmula de Hazen Williams

$$H = 10.674 \times \left[\frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.871}} \right] \times L \dots \dots \dots \text{(Ecuación 03)}$$

Donde:

H: Altura Manométrica (m).

Q: Caudal (m3/s).

C: Constante para PVC es 140. (ANEXO 05)

D: 2 veces el Radio de PVC (m).

4.4.2. Perdida de la succión

En este caso la tubería que se va a utilizar es de 2 pulgadas, y los accesorios adicionales serán un codo 90° y válvula Check del mismo diámetro de la tubería. Lo que resultara en poder sumar las longitudes de los componentes y la tubería para poder ver las pérdidas que ocasionara en el sistema de succión.

Tabla 11: Metrado para del sistema de succión

METRADO SISTEMA DE SUCCIÓN		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LONGITUD
Tubería	1	8
Check	1	0.8
Codo 90°	1	3.8
TOTAL		12.6

Fuente: Elaboración Propia

Ya teniendo la ecuación se puede establecer la altura para la impulsión:

Tabla 12: Altura de succión por perdidas en m.c.a.

Altura de succión		
Descripción	Valor	Símbolo
Q	0.005	m ³ /s
C	140	
D	0.0318	m
L	12.6	m
H	15.39	m

Fuente: Elaboración Propia

4.4.3. Perdida de impulsión

Tabla 13: Metrado para el sistema de succión

Metrado sistema de impulsión		
Descripción	Cantidad	Longitud
Tubería	1	12
Check	1	0.8
Codo 90°	2	7.6
Tee	1	2.3
Total		22.7

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14: Altura de succión por perdidas en m.c.a

Altura de impulsión		
Descripción	Valor	Símbolo
Q	0.005	m ³ /s
C	140	
D	0.0318	m
L	22.7	m
H	27.73	m

Fuente: Elaboración Propia

Luego de analizar las pérdidas de succión e impulsión, con estos datos ya se obtendrá la Altura Manométrica Total.

Por lo que con los datos ya obtenidos se calcula la altura dinámica de forma total la cual se calcula con esta ecuación:

$$TDH = HE + EA \dots \dots \dots \text{(Ecuación 04)}$$

Lo que significa:

TDH: Altura dinámica total

HE: Altura manométrica estática

EA: Elevación de absorción

Tabla 15: Altura manométrica total

ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL			
DATOS		VALOR	UNIDAD
HE	H. succión	15.39	m. c. a
	H. impulsión	27.73	m. c. a
	Filtro	4	m. c. a
EA	H. Estática	3	m. c. a
TOTAL (TDH)		50.12	m. c. a

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta que la altura manométrica es de 50.12 metros y el caudal es de 0.33 m³/h, La bomba según la selección obtenida seria de 0.75 HP, pero considerando los datos del primer objetivo se decidió utilizar una sumergible 4SR7GM/10 monofásico de la marca Pedrollo la cual posee una potencia de 1 HP- 750W.

Tabla 16: Características de la bomba

BOMBA SUMERGIBLE (4SR7GM/10)		
DATOS	VALOR	UNIDAD
Caudal	0.3 - 2.3	l/min
Altura manométrica hasta	36 - 176	m
Motor (Monofásico)	220	V
Potencia	0.75	KW
	1	HP
Frecuencia	60	Hz

Fuente: Elaboración Propia

Lo que se observa en esta tabla 28 son las características principales de la bomba la cual se escogió a través del caudal y la altura manométrica.

4.5. Diseño del banco de paneles solares.

4.5.1. Energía total de todo el sistema.

Siendo que la electrobomba que se secciono es de 0.75 KW por lo que sí se sabe cuántas horas estará en funcionamiento se puede calcular la energía que requiere la bomba, la que tendrá por nombre energía total.

$$Et = Po \times Hd \dots\dots\dots \text{(Ecuación 05)}$$

Donde:

Et: Energía total (KWh)

Po: Potencia (KW)

Hd: Tiempo diario (h)

Se realiza el cálculo correspondiente según la formula

Tabla 17: La energía total

ÍTEM	APARATOS	CANTIDAD	POTENCIA (WATTS)	VOLTAJE (V)	HORAS DE USO (h)	CONSUMO DIARIO (Wh)	DEMANDA MAXIMA (WATTS)
01	Focos	4	18	220	04	288	72
02	Bomba	1	750	220	03	2250	2250
TOTAL						2538	2322

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta la tabla anterior se puede observar que tenemos un consumo diario total de 2538 KWh, el cual es proveniente de la demanda de la bomba 1HP y 4 focos de 18W los cuales estarán en el sistema.

4.5.2. Energía Requerida para el sistema.

Para tener la energía que requiere el sistema fotovoltaico se debe tener en cuenta el factor de rendimiento global para poder corregir el valor de la energía total del bombeo.

Este factor de rendimiento es considerado a partir de los análisis de la pérdida en la batería por lo que esta debe estar en el rango de 0.05 a 1 (K_b) y al auto descarga (K_a) la cual tiene valores tales como 0.002, 0.005, 0.012 según el tipo de las baterías que se utilizara y son en orden correlativo a lo mencionado como el níquel, cadmio o de plomo y acido que son en particular los más comunes y para otros tipos de baterías las cuales son de descarga, las perdidas en el convertidor debido al rendimiento que se presenta según los documentos establecidos como 0.05 para ondas sinusoidales puras y de 0.1 para otro tipo de trabajos (K_c), también se consideran las perdidas por otras variables tales como el rendimiento de las redes y el efecto joule o quizás alguna otra que se está llegando considerarlas que están comprendidas desde 0.05 a 0.15 (K_v). Aparte de estos aspectos se deben de considerar algunos más tales como la autonomía del sistema, siendo cuantos serán los días en los cuales trabaje el equipo y no se encuentre la radiación solar requerida, por lo que se tomó en cuenta que serían 3 (N), y un último factor seria la profundidad de descarga de la batería (P_d) que para los sistemas de fotovoltaicos al utilizar baterías de descargas tienen una descarga hasta del 80 % lo que se tendría en cuenta para un buen funcionamiento de este componente.

Considerando ya lo establecido anteriormente se puede ver reflejado en esta fórmula del rendimiento global que es:

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \left(1 - \frac{K_a \times N}{P_d}\right) \dots\dots\dots \text{(Ecuación 06)}$$

Tabla 18: Factor de Rendimiento Global para Corrección de la Energía total

DATOS	VALOR
R	0.785
Kb	0.05
Kc	0.05
Kv	0.1
Ka	0.005
N	3
Pd	0.8

Fuente: Elaboración Propia

La energía que se requiere se halla dividiendo la energía total de bombeo entre el factor global de pérdidas.

$$E = \frac{E_T}{R} \dots\dots\dots(\text{Ecuación 07})$$

Donde:

E = Energía Real

ET = Energía Total

R = Parámetro de rendimiento global de la instalación

Tabla 19: Energía requerida para el cálculo.

DATOS	VALOR	SIMBOLO
E	3.233	kWh
ET	2.538	kW
R	0.785	

Fuente: Elaboración Propia

4.5.3. Diseño del Campo Solar

Para poder considerar los números de paneles se tiene que precisar primero en la energía que debe entregar el sistema fotovoltaico que debe ser entregado en horas solares pico, la potencia de instalación y el factor de diseño para considerar algún factor aleatorio que se puedan presentar.

$$N_t = \frac{E}{P_p \times H_{ps} \times P_g} \dots\dots\dots (\text{Ecuación 08})$$

Donde:

Nt: Número total de paneles

Hps: Horas pico solar (h)

E: energía requerida para el cálculo (KWh)

Pg: Factor de diseño

Pp: Potencia del panel (kW)

Se calculó:

Tabla 20: La energía requerida para el cálculo del sistema fotovoltaico

DATOS	VALOR	SIMBOLO
Nt	1.03	
E	3.233	kWh
Pp	0.75	kW
Hps	4.63	H
Pg	0.9	

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver en la tabla anterior se necesitarán un total de 1.03 paneles, pero debido a que no es un número exacto por lo que no se puede fraccionar por esto y para los cálculos se requerirá que sean 02 paneles para poder generar energía. El panel que se escogió fue de la marca BAUER energy de 370W de 24V compuesto de 72 Células Monocristalino (Anexo 10).

4.5.4. Conexión de Paneles

Sabiendo cuantos paneles se implementarán, se procederá luego a determinar su tipo de conexión.

Los paneles que irán conectados en serie se determinarán con el Voltaje sistema (Vs) y el voltaje del panel. (Vp)

$$N_s = \frac{V_s}{V_p} \dots \dots \dots (Ecuación 09)$$

Para productos de los cálculos se consideró 48V, para tener en consideración un rango que sea factible para realizar la conexión

Tabla 21: Paneles solares en serie

DATOS	VALOR	SIMBOLO
Ns	1.197	
Vs	48	V
Vp	40.1	V

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo que el valor obtenido es 1.197 y al no ser un número exacto se redondea dando así que sean 2 paneles en serie. Sabiendo el dato anterior se puede identificar los que irán en paralelo, cuantos son los que irán conectados en paralelo:

$$N_p = \frac{N_t}{N_s} \dots\dots\dots \text{(Ecuación 10)}$$

Calculando los paneles que ya están en series se puede saber cuántos irán en paralelo.

Tabla 22: Paneles en Paralelo

DATOS	VALOR
Np	1
Nt	2
Ns	2

Fuente: Elaboración Propia

Con lo que se concluye que se tendrá los 2 paneles conectados en serie lo que daría el voltaje requerido. Teniendo en cuenta que el sistema en algún momento estará funcionando tanto todos los componentes que abastecerá el sistema solar y las baterías se consideró poner una hilera de 2 módulos los cuales irán en serie y luego se conectarán a los paneles que ya se tienen en paralelo, con el propósito de no sobrecargar el sistema y tenerlo funcionando de la manera más optima.

4.5.5. Banco de Baterías.

La capacidad que debe tener el banco de baterías debe estar relacionado con los días de autonomía en los que trabaje el sistema si es que no se dispone de radiación solar que se requiere. Por lo que para realizar este cálculo se dispone también del Voltaje del sistema y la profundidad de la descarga de las baterías.

Por lo que el cálculo de la batería se realiza con la siguiente ecuación

$$C_n = \frac{E N}{P_d V_s} \dots\dots\dots \text{(Ecuación 11)}$$

Cn: Capacidad del banco de baterías (Ah)

Pd: Profundidad de descarga

E: Energía requerida para el cálculo (kWh)

Vs: Voltaje del sistema (V)

N: Días de autonomía

Tabla 23: Capacidad del Banco de Baterías

DATOS	VALOR	SIMBOLO
Cn	275.39	Ah
E	2115	Wh
Vs	48	V
N	5	
Pd	0.8	

Fuente: Elaboración Propia

Los acumuladores que serán utilizados son Batería AGM 12V-300Ah Tensite, los cuales serán los adecuado para poder almacenar la energía requerida para poder hacer funcionar el sistema de bombeo. Por lo que para tener la demanda de la acumulación de energía se utilizará 4 baterías los cuales en ponerlos en serie dará un total de 48V a los cuales este diseño el sistema de bombeo fotovoltaico. Teniendo en cuenta los 05 días de autonomía que tendrán los paneles del sistema se pudo determinar que este seguirá funcionamiento a pesar de la energía se requiera de noche. (Anexo 11)

Regulador de Carga

Siendo un dispositivo el cual regula la carga en el sistema, medido por la intensidad a la que está trabajando, por lo que siendo esto que se representa por la corriente más alta siendo está el cortocircuito del panel solar y esta es multiplicada por la cantidad de paneles que se requieren. Por lo que se expresa en la siguiente formula:

$$I_{max} = I_{cc} \times N_p \dots\dots\dots \text{(Ecuación 12)}$$

Donde:

I_{max}: Intensidad máxima (A)

I_{cc}: Intensidad cortocircuito (A)

N_p: Número de paneles en paralelo

Por la ecuación anterior se logra tener la intensidad máxima para realizar luego la elección del regulador:

Tabla 24: Intensidad Máxima en el Sistema Fotovoltaico

DATOS	VALOR	SIMBOLO
I _{max}	39.8	A
I _{cc}	9.95	A
N _p	4	

Fuente: Elaboración Propia

Con los datos que se obtuvieron de la tabla anterior se puede observar que nos da un valor de 39.8A por lo que se escogió un controlador de carga de SmartSolar MPPT 100V 50A VICTRON (Anexo 12)

Inversor de voltaje

Para hacer la selección del inversor se tomó en cuenta la potencia máxima del sistema siendo esta 2.322KW y teniendo en cuenta la entrada de Voltaje del inversor que tiene que ser de 48V, por lo que se seleccionó un inversor Phoenix el cual tiene un voltaje de entrada de 38-66V-DC y salida de 230V-AC con una potencia de 4.0 KW. (Anexo 13)

Conductores

En esta circunstancia se seleccionará los conductores que se utilizaran en los diferentes tramos los cuales se hará las conexiones.

Tabla 25: Sección de los conductores por el amperaje.

Secciones		Intensidad			Sección mm ² (tabla)
		Amperaje	Factor de seguridad	Amperaje Total	
Panel	Regulador	19.9	1.5	29.85	10
Regulador	Batería	19.9	1.5	29.85	10
Batería	Inversor	19.9	1.5	29.85	10
Inversor	focos	3.41	1.5	5.12	2.5
Focos	Motor	3.41	1.5	5.12	2.5

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla se seleccionaron los conductores que se utilizaran teniendo presente el amperaje que pasara en los diferentes tramos por lo que para validad estos datos se tomara en cuenta el cálculo de caída de tensión.

$$\Delta V = \frac{0.0309 \times I \times L \times \text{Cos}\phi}{S \times V} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Ecuación 13)}$$

Donde:

I: Intensidad de Corriente (A)

Cos ϕ : Factor de potencia

V: Tensión del cable (V)

L: Longitud del cable (m)

S: Sección del Conductor (mm²)

Conductor del Panel al Regulador de Carga.

$$\Delta V = \frac{0.0309 \times 29.85 \times 15 \times 0.90}{10 \times 48} \times 100\%$$

$$\Delta V(\%) 0.025 = < 3\%$$

Conductor del Regulador a la Batería.

$$\Delta V = \frac{0.0309 \times 29.85 \times 7 \times 0.90}{10 \times 48} \times 100\%$$

$$\Delta V(\%) = 0.012 < 3\%$$

Conductor de La Batería al Inversor.

$$\Delta V = \frac{0.0309 \times 29.85 \times 6 \times 0.90}{10 \times 48} \times 100\%$$

$$\Delta V(\%) = 0.01 < 3\%$$

Conductor del Inversor a los focos

$$\Delta V = \frac{0.0309 \times 2.5 \times 12 \times 0.90}{2.5 \times 220} \times 100\%$$

$$\Delta V(\%) = 0.0015 < 3\%$$

Conductor del Inversor de la Bomba

$$\Delta V = \frac{0.0309 \times 2.5 \times 12 \times 0.90}{2.5 \times 220} \times 100\%$$

$$\Delta V(\%) = 0.0015 < 3\%$$

4.6. La evaluación económica del diseño del sistema de bombeo fotovoltaico.

4.6.1. Presupuesto para la evaluación económica:

Para la evaluación económica se debe cotizar todos los componentes del sistema y los materiales que se están empleando para la instalación los cuales están en las siguientes tablas que se mostraran.

Tabla 26: Costo de los componentes del sistema fotovoltaico

COMPONENTES	MODELO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (soles)	PRECIO TOTAL (soles)
Paneles Fotovoltaico	Panel Solar 370W 24V Monocristalino Bauer	04	Unidad	868.61	3474.44
Inversor	Inversor Victron Phoenix 48V 4000W VE.Direct	01	Unidad	1601.43	1601.43
Regulador de Carga	SmartSolar MPPT 100V 50A VICTRON	01	Unidad	1609.84	1609.84
Electrobomba Sumergible	Electrobomba sumergible de 4" Monofásica 4SR7GM/10	01	Unidad	2708.84	2708.84
Batería	Batería AGM 12V 300Ah Tensite	04	Unidad	1665.81	6663.24
Conductor THW	2.5 mm2	01	Rollo	45.80	70.80
	10 mm2	01	Rollo	250.50	250.50
Tubería	2 pulgadas X 5 metros	06	metros	74.90	449.4
Codo de 90°	2 pulgadas	03	Unidad	2.50	7.5
Tanque de almacenamiento	Tanque de Agua Arena 2500L	01	Unidad	1360	1360
Focos	Focos de 18W	04	Unidad	16	72
Total					18267.99

Fuente: Elaboración Propia

Considerando en la parte de los costos también se debe establecer los del montaje del sistema.

Tabla 27: Costo total de la Instalación del sistema de bombeo Fotovoltaico.

PRESENTACIÓN	PRECIO TOTAL (S/.)
Costo de materiales y equipos	18267.99
Instalación del sistema eléctrico	4000
Montaje de los sistemas Mecánicos	6100
Traslado	800
Presupuesto Servicios	29167.99

Fuente: Elaboración Propia

4.7. Guía de Mantenimiento.

Está basada en algunas especificaciones con respecto al mantenimiento de los equipos, asignándole un periodo de tiempo en el cual realizar cada punto que se presenta en la guía.

Tabla 28: Guía de mantenimiento sistema de Bombeo Fotovoltaico

GUÍA DE MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA DE BOMBEO				
Bomba				
ACTIVIDAD	TIEMPO DE INSPECCION O CAMBIO			
	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL
Inspección visual	x			
Revisión de las conexiones			x	
Verificar la salida de presión			x	
Inspeccionar la corriente de consumo			x	
Tanque de almacenamiento				
Limpieza del tanque				x
GUIA DE MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA FOTOVOLTAICO				
Paneles				
Inspección visual	x			
Limpieza		x		
Verificación de la potencia de salida			x	

Baterías				
Inspección visual	x			
Revisión de terminales			x	
Limpieza		x		
Inversor				
Inspección visual	x			
Revisión de terminales			x	
Regulador de Carga				
Inspección visual		x		
Limpieza		x		

Fuente: Elaboración Propia

Según el ministerio de salud (2001) Periodicidad de la limpieza de ambientes y de la limpieza y desinfección de reservorios de agua La limpieza de ambientes de los locales comerciales, industriales y de servicios deberá efectuarse diariamente. La limpieza y desinfección de los reservorios de agua de los locales de los establecimientos comerciales, industriales y de servicios, así como los de las viviendas multifamiliares, deberán ejecutarse cada seis (6) meses.

Según Autosolar (2018) nos menciona que “Como norma general se recomienda realizar esta limpieza unas 3 o 4 veces al año, o con mayor frecuencia si se trata de una zona con mucho nivel de polvo y suciedad”. Para nuestro caso la zona donde se aplicará será un lugar con mucho polvo debido a su mayoría que las calles no están asfaltadas, con el tránsito vehicular este polvo se vuelve muy abundante y puede irrumpir en nuestro panel, es por esta razón que se recomienda una leve limpieza semanalmente.

IV. DISCUSIÓN

Vilca (2015) en su tesis de Evaluación de las aguas subterráneas para el aprovechamiento con fines de riego presurizado en la estación experimental agraria illpa – puno, menciona que para calcular el caudal de un pozo utilizando una bomba, tuvo que tener en cuenta 2 factores los cuales son el tiempo y un recipiente, en mi investigación se calculó mediante este procedimiento obteniendo como resultado el rendimiento hídrico del pozo máximo con un caudal de 48 litros/min.

Según Ccahuana (2019) en su tesis titulada diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer agua al caserío CP14 Distrito Tambogrande – Piura 2019, nos manifiesta que realizó una entrevista a los pobladores, lo cual refleja que el consumo de cada poblador de la zona, tiene 25 litros, por día, es por ello que en nuestra investigación planteamos una encuesta la cual permitió tener resultados de que cada poblador de Chacupe Bajo tiene un consumo de 50 litros por persona, teniendo como base teórica a la Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la infancia, que nos menciona que el consumo de agua por día en promedio es de 20 litros por persona, pero si se llega a considerar la demanda de agua para bañarse y lavar será unos 50 litros por día.

Siguiendo Chozo (2019) en la investigación de diseño de sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer la demanda hídrica del Fundo San Luis del Caserío San Pedro de Sasape de del Distrito Íllimo”, consideró que para tomar el dato de la radiación solar utilizó un Solarímetro TM-206 con el cual realizó mediciones durante 15 días, desde las 6:00 am hasta las 6:00pm, en intervalos de 10 min por cada medición con lo que obtuvo la radiación promedio de 6.98 KWh/m² durante estos días, dado que en estudio desarrollado se ha considerado intervalos de medición de 15 min teniendo en cuenta el mismo número de días y el intervalo de horas de medición, teniendo así como resultado que la radiación fue de 6.22 KWh/m², de igual modo con el Software RETScreen se obtuvo la radiación solar, que nos proporcionó un promedio 5.25 KWh/m².

También Chiscul (2020) en su estudio de investigación del diseño de Sistema Fotovoltaico para dotar de energía eléctrica al sistema de bombeo del Fundo la

Quebrada, Centro Poblado el Papayo del Distrito de Motupe de acuerdo a sus cálculos realizados para determinar cuál sería el motor para el sistema fotovoltaico, uno de los puntos que tomó en cuenta fue las pérdidas en las tuberías desde el pozo hasta el tanque teniendo así una altura manométrica de 31.87m y con un caudal de 9.23 m³/h por lo que se escogió una bomba sumergible de 0.74KW, teniendo en cuenta en la conclusión anterior, en nuestro trabajo se refleja que los cálculos realizados, se obtuvo una altura de 50.12 metros y un caudal de 0.33 m³/h por lo que se seleccionó una bomba sumergible de 1HP-0.75KW, la cual permitirá poder abastecer la demanda hídrica en el Sector de Chacupe Bajo, teniendo en cuenta que se utilizó la Fórmula de Hazen Williams para determinar las pérdidas en las tuberías para luego poder hallar la altura Manométrica del Sistema de bombeo.

Para Mantilla (2020) en su trabajo de investigación diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer de agua potable, caserío Pampa la Culebra, Cajamarca, el cual trabajo con un sistema directo para el agua el cual tiene un punto de almacenamiento de agua, que funciona solamente en el día, teniendo los siguientes componentes: 1 panel para abastecer durante las horas pico solares, se seleccionó también un convertidor para bombeo solar, por lo tanto, que en mi investigación teniendo en cuenta nuestros cálculos realizados, hemos seleccionado los diversos componentes que conforman el sistema fotovoltaico, se utilizara: un inversor Victron Phoenix 48V entrada - 230V salida de potencia 4000W, un regulador de carga Smart Solar MPPT 100V-50A VICTRON, 4 Baterías de la marca AGM 12V 300Ah Tensite y 4 paneles de 24V-370W, mostrando un sistema con batería, el cual nos permite disponer del agua todo el día.

Según Jiménez (2020) en su tesis de diseño de un sistema fotovoltaico para abastecer energía eléctrica a un sistema de bombeo del fundo Pimaguel, centro poblado Shonto del Distrito de Salas Departamento de Lambayeque tomo en cuenta el costo de los componentes y la instalación del sistema lo cual se tiene como promedio 53 087.20, con relación al estudio que planteo, muestro un análisis económico realizado de los costos de los materiales a usar, obteniendo un monto final del proyecto de 29 167.99 soles.

V. CONCLUSIONES:

Por lo que se pudo concluir que según los análisis hechos en la zona con una bomba 0.75 KW y según la tesis de Vilca, el caudal que se obtuvo fue 48 L/min.

Se concluyó que la demanda de agua en nuestro estudio está avalada por la organización mundial de la salud y por Ccahuana en su tesis del 2016 los cuales nos explican sobre cuanto fue el consumo hídrico que ellos tomaron en consideración, y según el proyecto de investigación se tomó en cuenta que por persona el consumo será de 50 litros diarios, con este dato se pudo calcular la demanda total la cual viene a ser de 2300 litros en un día.

Según la tesis de Chozo del 2019 y el software RETScreen Expert que menciona que el valor obtenido está acorde con el promedio de radiación solar que se obtuvo en la investigación siendo este de 6.22 KWh/m², pero para efectos de cálculos en el dimensionamiento se tomó la radiación solar menor de 4.63 KWh/m²

Para la selección de la bomba se tomó en cuenta la Formula de Hazen Williams que nos menciona sobre las perdidas en la tubería y la tesis de Chiscul del 2020, utilizando la altura manométrica y el caudal como parámetros de selección, y dando así que en nuestra investigación tomando estos dos puntos anteriores se seleccionó una bomba sumergible 4SR7GM/10 de 1HP.

Al finalizar los cálculos pertinentes se realizó la selección de los componentes para el sistema fotovoltaico siendo estos un inversor Victron Phoenix 48V entrada - 230V salida de potencia 4000W, un regulador de carga Smart Solar MPPT 100V-50A VICTRON, 04 Baterías Bateria AGM 12V-300Ah, 04 paneles de 24V-370W y los conductores de conexión.

Al obtener resultados de los cálculos que se efectuaron con respecto de los costos del sistema de bombeo fotovoltaico se llegó a un monto de S/.29167.99 en la inversión de la realización del proyecto.

Por último, punto se realizó una guía de mantenimiento para los pobladores los cuales les ayudara a poder mantener el equipo en correcto funcionamiento.

VI. RECOMENDACIONES:

La Bomba sumergible debe estar completamente sumergida dentro del agua para evitar así pérdidas o que la bomba llegue a trabajar en vacío, dañando así el rendimiento del motor.

Se recomienda que para realizar los cálculos del sistema fotovoltaico se tome en consideración el valor menor de la radiación solar para evitar que el sistema deje de trabajar.

Que los pobladores pongan en práctica la guía de mantenimiento para mantener tanto el sistema de bombeo como el solar en correcto estado, para que se llegue a tener las máquinas y equipos en correcto funcionamiento.

Evitar la manipulación en los sistemas de control del sistema, con la finalidad de que no se vaya a realizar un desajuste que pueda comprometer a todo el sistema de bombeo fotovoltaico.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Aguilera, C. y Mc Phee, J. (2009). Bombeo de Agua para Riego en Cerro Calán Utilizando Energía Solar Fotovoltaica. (Tesis de licenciatura). Universidad de Chile. Santiago de Chile. Recuperado de: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103407>

Alfaro, J. (2016). Diseño De Un Sistema De Bombeo Fotovoltaico Para Suministrar De Agua Al Caserío Plan Manzanas, Provincia Y Departamento Cajamarca 2016. (Tesis de licenciatura). Universidad Cesar Vallejo. Chiclayo. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/32383>

Autosolar. (2018). Placas fotovoltaicas. Recuperado de: <https://autosolar.es/blog/placas-fotovoltaicas/que-mantenimiento-requiere-un-panel-solar>

Azapa, J y Puma, C. (2015). Diseño y Calculo de Bombeo de Agua, Accionado por Energía Solar. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Ingeniería. Juliaca. Recuperado de: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/433>

Boutelhig, A. (2018). Geospatial characteristics investigation of suitable areas for photovoltaic water pumping erections, in the southern region of Ghardaia, Algeria. Université Yahia Farés, Médéa, Algeria, Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.09.036>

Cabrera, I. y Fermin, R. (2015). "Celdas Fotovoltaicas para Energizar un Sistema de Bombeo de Agua". Universidad autónoma metropolitana Iztapalapa. Ciencias Básicas e Ingeniería. Recuperado desde: <http://148.206.53.231/tesiuami/UAMI11325.PDF>

Ccahuana, L. (2020). Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer agua al caserío CP14 Distrito Tambogrande-Piura 2019. (Tesis de licenciatura). Universidad Cesar Vallejo. Chiclayo. Recuperad de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/44779>

Chiscul, A., Manayay, M., Monteza, G., y Relúz, J., (2020). "Diseño de Sistema Fotovoltaico para dotar de energía eléctrica al sistema de bombeo del Fundo la Quebrada, Centro Poblado El Papayo del Distrito de Motupe" (Bachiller).. Facultad de ingeniería y arquitectura escuela profesional de ingeniería mecánica

eléctrica. Universidad Cesar Vallejo. Perú. Recuperado de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/42336/discover?query=Dise%C3%B1o+de+Sistema+Fotovoltaico+para+dotar+de+energ%C3%ADa+el%C3%A9ctrica+al++sistema+de+bombeo+del+Fundo+la+Quebrada%2C+Centro+Poblado+El++Papayo+del+Distrito+de+Motupe&submit=>

Chozo, C. (2019). Diseño de sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer la demanda hídrica del Fundo San Luis - Caserío San Pedro de Sasape – Illimo. (Tesis de licenciatura). Universidad Cesar Vallejo. Chiclayo. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/41192>

Enel Perú. (2018). ¿Qué es la energía solar y como funciona? [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/que-es-la-energia-solar-y-como-funciona.html>

Estratti, A. (2013). Diseño de un sistema de bombeo de agua con energía solar fotovoltaica de 500m³/día de capacidad. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima. Recuperado de: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/12984>

Faundez, F. y Sepulveda, P. (2019). Diseño de un sistema auxiliar fotovoltaico para casa habitación. (Tesis de licenciatura). Universidad del Bio-Bio. Concepción-Chile. Recuperado de: <http://repobib.ubiobio.cl/jspui/handle/123456789/3417>

Flores, J. (2018). Estudio de Factibilidad de uso de Energía Fotovoltaica Para Abastecer de Agua Potable del Caserío Túpac Amaru, Olmos, 2018. Universidad Cesar Vallejo. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/28314>

Fluideco. (2019). Funcionamiento sistemas de bombeo. Recuperado de: <https://fluideco.com/funcionamiento-sistemas-de-bombeo/>

Hidromec ingeniería S.A.C. (2018). ¿Qué Es Una Bomba De Agua? [Mensaje en un blog] Recuperado de: <https://hidromecingenieros.com/que-es-una-bomba-de-agua/>

Jimenez, S. (2020). Diseño de un sistema fotovoltaico para abastecer energía eléctrica a un sistema de bombeo del fundo Pimaguel, centro poblado Shonto del distrito de Salas departamento de Lambayeque. (Tesis de licenciatura).

Universidad Cesar Vallejo. Chiclayo. Recuperado de:
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/48481>

Mantilla, H. (2020). Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer de agua potable - caserío Pampa La Culebra – Cajamarca. (Tesis de licenciatura). Universidad Cesar Vallejo. Chiclayo. Recuperado de:
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/48725>

Ministerio de salud. (2001). Periodicidad de la limpieza de ambientes y de la limpieza y desinfección de reservorios de agua. Decreto Supremo N° 022-2001-SA. Recuperado de: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/255649-022-2001-sa>

Salmerón, D. y Blandón, J. (2014). Estudio de Preinversión de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua en la comunidad de San Antonio del municipio de Jinotepe. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Ingeniería. Managua. Recuperado de: <http://ribuni.uni.edu.ni/id/eprint/1458>

Organización Panamericana De La Salud. (2015). Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable. Organización Panamericana de la Salud. Lima. Recuperado de:
https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/OPS%202005b%20Guia%20dise%C3%B1o%20de%20bombeo.pdf

Perniñan, O. (2013). Energía solar fotovoltaica. (1ra edición). España: Creative commons. Recuperado de:
<https://procomun.wordpress.com/documentos/libroesf/>

Vilca, F. (2015). "Evaluación de las aguas subterráneas para el aprovechamiento con fines de riego presurizado en la estación experimental agraria illpa - puno". (Tesis de licenciatura). Universidad nacional del altiplano – puno facultad de ingeniería agrícola escuela profesional de ingeniería agrícola. Recuperado de:
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4598>

Zambrano, J. (2019). Sistema de bombeo de agua utilizando paneles solares en el sector Boyero – C.P. Porcón Alto. (Tesis de licenciatura). Universidad Privada del Norte. Cajamarca. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11537/23578>

ANEXOS:

Anexo 01: Matiz de operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
<p>Variable dependiente: Diseño de módulo de bombeo de agua con paneles solares</p>	<p>Elementos los cuales tienen como función captar la irradiación y procesarla a energía eléctrica para una bomba (Ccahuana,2020, p.19)</p>	<p>Buscar un lugar óptimo para poder instalar el panel fotovoltaico. Y abastecer con agua a Chacupe Bajo mediante la succión de agua con una bomba.</p>	<p>Potencia solar (se medirá en W/m²) Altura de bombeo (se medirá desde la succión hasta la descarga metros)</p>	<p>Razón Razón</p>
<p>Variable independiente: Demanda de agua para Chacupe Bajo</p>	<p>Extracción de flujo de agua del subsuelo mediante una bomba, que expulsa el agua al exterior. (Ccahuana,2020, p.19)</p>	<p>Demanda de agua para abastecer las necesidades básicas de las familias en Chacupe Bajo.</p>	<p>Volumen de agua medido en Litros</p>	<p>Razón</p>

Anexo 02: Ficha de Observación

FICHA DE REGISTRO DE RADIACIÓN SOLAR							
Encargado de la medición: Lugar: Fecha: Instrumento de medición(equipo):							
Objetivo: Realizar la medición de la radiación solar en la zona de Chacupe Bajo-La Victoria, para obtener el promedio de radiación durante el día.							
Intervalo de horas para la recolección de datos		Dimensionamiento(W/m2)					Promedio
		1°	2°	3°	4°	5°	
07:00	08:00						
08:00	09:00						
09:00	10:00						
10:00	11:00						
11:00	12:00						
12:00	13:00						
13:00	14:00						
14:00	15:00						
15:00	16:00						
16:00	17:00						
17:00	18:00						
TOTAL (promedio de promedio)							

Anexo 03: Cuestionario a las familias de Chacupe Bajo.

Objetivo de la encuesta:

El conocer cuánto es consumo del agua en la zona de Chacupe Bajo.

Tamaño de la muestra:

Se tomará como muestra dos familias conformadas por papá, mamá y 4 hijos, en Chacupe Bajo – Victoria, departamento de Lambayeque.

Técnica de recolección:

Cuestionario presencial

Fecha de recolección de la información:

Del 02/08/2021 al 17/08/2021

Diseño y realización:

Esta encuesta está diseñada y desarrollada por Luis Torres Cueva y Samuel carrillo Ramírez estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica eléctrica, con la finalidad de determinar el consumo de agua por familia en la zona de Chacupe Bajo.

CUESTIONARIO

1. ¿Cuántos años lleva viviendo en Chacupe bajo?

<input type="checkbox"/> Menos de 1 año	<input type="checkbox"/> De 2 a 4 años	<input type="checkbox"/> Mayor de 4 años
---	--	--

2. ¿Su vivienda cuenta con agua potable?

<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
-----------------------------	-----------------------------

3. ¿Cuántas personas conforman su familia?

<input type="checkbox"/> Menos de 3 personas	<input type="checkbox"/> Entre 3 a 5 personas	<input type="checkbox"/> Más de 5 personas
---	--	---

4. ¿De qué material está hecha su casa?

<input type="checkbox"/> Material noble	<input type="checkbox"/> Material de adobe
---	--

5. ¿Cuántos litros de agua consume su hectárea de campo?

--

6. ¿Cuántos litros de agua consume diariamente para uso doméstico?

--

7. ¿Cuántos litros de agua se consume diariamente para aseo personas?

--

8. ¿Cuántos litros de agua se consume diariamente para lavar el servicio, la ropa u otros?

--

9. ¿De dónde obtienen el agua?

--

MEDIDOR DE ENERGIA SOLAR

TM-206



Descripción de Producto

MODELO: TM-206

TM-206 metro de la energía solar es ideal para la medición de la radiación solar que es emitida por el sol a partir de una reacción de fusión nuclear que crea energía electromagnética.

El espectro de la radiación solar es cercana a la de un cuerpo negro con una temperatura de aproximadamente 5800 K. Alrededor de la mitad de la radiación está en la parte visible de onda corta del espectro electromagnético. El otro medio es principalmente en la parte del infrarrojo cercano, con algunos en la parte ultravioleta del espectro.

Funcionamiento y parámetros técnicos

Aplicaciones

Las unidades de medida son vatios por metro cuadrado o BTU, la prueba típica y aplicaciones de medición son:

- Aplicaciones de Meteorología
- Aplicaciones Agricultura
- Laboratorios de física y ópticas
- Medición de la radiación solar.
- Medición de la transmisión solar
- la investigación de la energía solar
- Identificar las ventanas de alto rendimiento
- Útil para crear paneles solares fotovoltaicos en ángulos óptimos de incidencia
- Medición de intensidad de luz para las ventanillas del coche

Características

- Pantalla LCD de 3 ½ dígitos con la lectura máxima de 2000.
- La medición de la radiación solar emitida por el sol.
- Unidades de visualización: W / m² (vatios por metro cuadrado) o BTU.
- Retención de datos funciones / MAX / MIN.
- Tamaño: 130x 55x 39 mm (LxWxH).
- Peso: Sobre 150g.



MEDIDOR DE ENERGIA SOLAR

TM-206



Especificaciones

Monitor	3½ dígitos, 2000 Lecturas
Alcance	2000 W/m ² , 6348BTU/ (ft ² xh)
Resolución	0.1 W/m ² , 0.1 BTU/ (ft ² xh)
Exactitud	Precisión: Normalmente Dentro de ± 10 W/m ² [± 3 BTU/ (ft ² xh)] o $\pm 5\%$ que sea mayor en luz solar la. Error de Temperatura incluido $\pm 0,38$ W/m ² /°C [± 0.12 BTU/ (ft ² xh)] / °C] Desviación de 25 °C.
Una exactitud angular	Corregido Coseno
Deriva	<± 2% por Año
Sobre-entrada	Pantalla "OL"
Tiempo de muestreo	0.25 Segundos
Temperatura operante y Humedad	0 °C ~ 50 °C Por debajo del 80% de Humedad Relativa
Fuente de Alimentación:	Batería de 9V

Calle Francisco de Toledo 165, Surco Lima - Perú
Teléfono: 01-2743414 Anexo: 103 / 990297533 - Correo: ventas@armotec.pe

www.armotec.pe

Anexo 05: El coeficiente de HAZEN- WILLIAMS

MATERIAL	Coficiente de Hazen-Williams
Asbesto-cemento (nuevo)	135
Cobre y Latón	130
Ladrillo de saneamiento	100
Hierro fundido, nuevo	130
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100
Hierro fundido, 30 años de edad	75-90
Concreto, acabado liso	130
Concreto, acabado común	120
Acero galvanizado (nuevo y usado)	125
Acero remachado nuevo	110
Acero remachado usado	85
PVC	140
PE	150
Plomo	130-140
Aluminio	130

Anexo 06: Promedio solar por día por RETScreen.

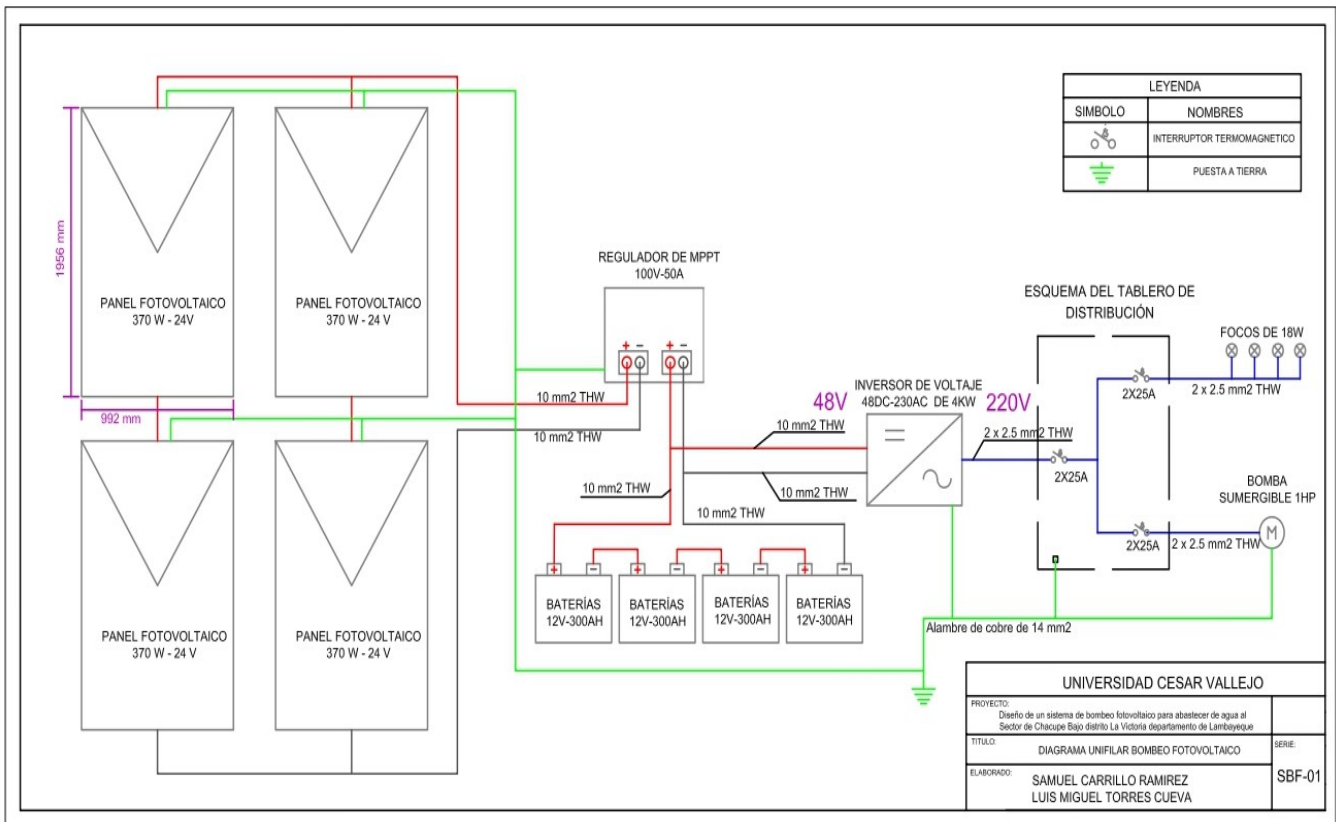
Mes	Temperatura del aire	Humedad relativa	Precipitación	Radiación solar	Presión atmosférica	Velocidad del Viento	Temperatura del suelo	Grados-días de calefacción	Grados-días de refrigeración
	°C			mm			kWh/m ² /d	kPa	m/s
Enero	24.2	73.2%	17.98	5.70	96.2	4.7	24.3	0	440
Febrero	25.6	71.7%	26.88	5.55	96.2	4.0	25.2	0	437
Marzo	25.5	72.8%	26.97	5.84	96.1	4.0	25.1	0	481
Abril	23.5	75.0%	18.00	5.38	96.2	4.6	23.9	0	405
Mayo	21.7	76.0%	5.58	4.89	96.2	5.1	22.7	0	363
Junio	20.5	77.2%	1.80	4.47	96.3	4.8	21.8	0	315
Julio	19.6	78.0%	0.93	4.48	96.3	4.4	21.4	0	298
Agosto	19.2	78.4%	1.24	4.91	96.3	4.6	21.6	0	285
Setiembre	19.3	77.3%	3.90	5.59	96.3	5.2	21.7	0	279
Octubre	19.9	76.0%	11.16	5.95	96.3	5.3	21.6	0	307
Noviembre	20.9	74.9%	10.50	5.98	96.3	5.2	22.0	0	327
Diciembre	22.6	74.2%	12.40	5.86	96.2	5.1	23.1	0	391
Anual	21.9	75.4%	137.34	5.38	96.2	4.8	22.9	0	4,327
Fuente	Suelo	Suelo	NASA	NASA	NASA	Suelo	NASA	Suelo	Suelo

Anexo 07: Longitud equivalente de los accesorios

Pérdida menor para accesorios de PVC y CPVC como longitud equivalente de tubería recta (pies) para agua:

Pérdida por fricción - Longitud equivalente (pies de tubería recta) (m)													
Adecuado	Tamaño nominal de la tubería (pulgadas)												
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6	8	10	12
90° del codo, de largo barrido radio	1,5	2,0	2,5	3,8	4,0	5,7	6,9	7,9	12,0	18,0	22,0	26	32
90° del codo, radio interior afilada estándar	3,6	4,5	5,3	6,7	7,5	8,6		11,1	13,1				
45° del codo	0,8	1,1	1,4	1,8	2,1	2,6	3,1	4,0	5,1	8,0	10,6	13,5	15,5
Válvula de compuerta	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	3,0					
Tee Flow - Ejecutar	1,0	1,4	1,7	2,3	2,7	4,3	5,1	6,2	8,3	12,5	16,5	17,5	20,0
Tee Flow - Rama	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	12,0	15,0	16,0	22,0	32,7	49,0	57,0	67,0
Adaptador macho / hembra	1,0	1,5	2,0	2,8	3,5	4,5	5,5	6,5	9,0	14			

Anexo 08: Diagrama unifilar del sistema de bombeo fotovoltaico.



Anexo 09: Especificaciones del cableado con respecto de la capacidad de corriente permisible

CAPACIDAD DE CORRIENTE PERMISIBLE EN AMPERES

Temperatura ambiente: 30 °C

Temperatura admisible en el conductor: 70 °C (TN-70; TWF-70; TWT-70)

Temperatura admisible en el conductor: 90 °C (THW-90; THWF-90; XHHW-90; CAl; CAl-S)

CONDUCTOR		CAPACIDAD DE CORRIENTE Ampere			
Calibre AWG-MCM	Sección mm ²	Instalaciones en Tubo Máximo Tres Conductores		Instalaciones al Aire Libre	
		TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR			
		70 °C	90 °C	70 °C	90 °C
18	0,821	9	14	13	18
	1,0	11	16	16	24
16	1,31	13	18	19	24
	1,5	15	22	23	27
14	2,08	20	25	28	35
	2,5	20	27	28	35
12	3,31	25	30	33	40
	4	26	34	35	46
10	5,26	34	40	48	55
	6	36	42	50	60
8	8,37	47	55	66	80
	10	47	60	74	83
6	13,3	62	75	90	105
	16	71	78	100	115
4	21,15	81	95	120	140
	25	90	100	133	150
2	33,63	110	130	160	190
	35	114	130	165	190
1	42,41	124	150	185	220
	50	138	150	210	230
1/0	53,51	143	170	220	260
	67,44	166	195	250	300
2/0	70	171	195	255	300
	85,02	190	225	295	350
3/0	95	204	225	315	355
	107,2	219	260	340	405
4/0	120	233	260	360	405
	126,7	242	290	385	455
250	150	271	300	420	480
	152,0	271	320	420	505
350	177,4	295	350	480	570
	185	304	350	490	570
400	202,7	318	380	520	615
	240	357	400	565	635
500	253,4	361	430	590	700
	300	400	455	655	740
600	304,0	400	475	655	780
	750	380,0	450	535	745
750	400	465	535	775	880
	500	518	595	890	1 000
1000	506,7	518	615	890	1 055

Anexo 10: Ficha de panel fotovoltaico



PANEL SOLAR 370W 72 CÉLULAS MONOCRISTALINO

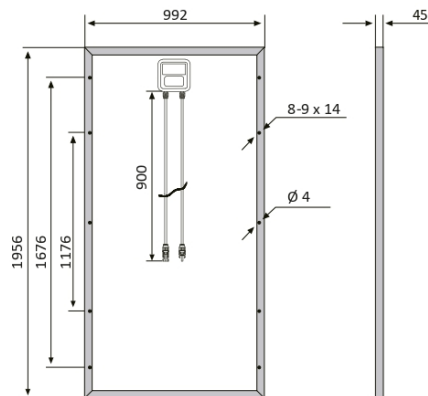
BSP370M

Características

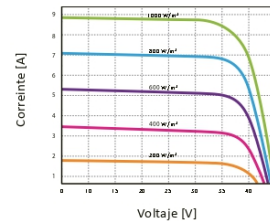
Tamaño del módulo	1956 x 992 x 45 mm
Células	72 piezas monocristalinas (156 x 156 mm)
Cristal	Bajo contenido en hierro y templado (3,2 mm)
Potencia máxima (Wp)	370W
Cable	90cm, 4mm ²
Voltaje en circuito abierto (Voc)	48.3V
Intensidad en cortocircuito (Isc)	9.95A
Voltaje a máxima potencia (Vm)	40.1V
Intensidad a máxima potencia (Im)	9.23A
Condiciones del test	1000W/m ² , 25°C, AM 1.5
Voltaje máximo sistema	1000Vdc
Coefficiente temperatura – Isc	+0.02973%
Coefficiente temperatura – Uoc	-0.38038%
Coefficiente temperatura – Pmpp	-0.57402%
Temperatura normal trabajo célula	45°C
Eficiencia del módulo	19%
Certificados de producto	TUV(IEC 61215, IEC 61730), CE
Certificados de la empresa	ISO9001, ISO14001, ISO18001
Peso	21.5 kg
Garantía del producto	10 años
Garantía de potencia	25 años



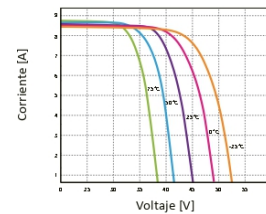
Esquemas



Curvas



Características de los módulos a temperaturas constantes de 25°C y niveles variables de irradiación



Características de los módulos a temperaturas variables e irradiación constante de 1.000W/m²




Bauer Energy
info@bauer-energy.com
www.bauer-energy.com



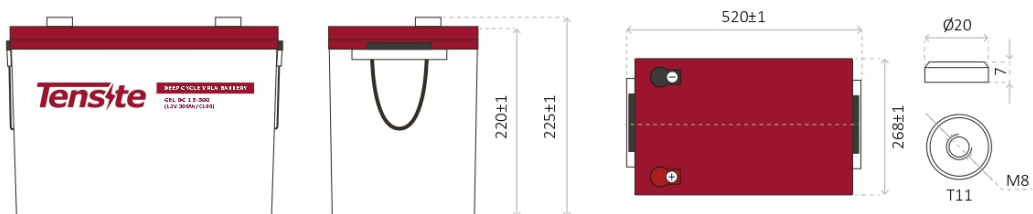
Anexo 11: Ficha de Batería de 12 V Tensite.



CHARACTERISTICS

-  Compact size ideal for any type of use.
-  Great performance due to its deep discharge cycle life.
-  Perfect to use as accumulator in photovoltaic installations.

DIMENSIONS



Tensite
info@tensitebatteries.com
www.tensitebatteries.com

GEL BATTERY 12V 300 AH

GEL SERIES BATTERY

GEL series batteries are manufactured with special separators and silica gel immobilizing the electrolyte inside the battery. The proven silica gel technology can improve battery cycle life and performance at wider temperature range. The deep discharge cycle life is increased 50% compared normal battery.



APPLICATION

- Emergency Power System
- Communication equipment
- Telecommunication systems
- Uninterruptible power supplies
- Power tools
- Marine equipment
- Medical equipment
- Solar and wind power system

GENERAL FEATURES

- Safety Sealing
- Non-spillable construction
- High power density
- Excellent recovery from Deep discharge
- Thick plates and high active materials
- Longer life and low self-discharge design

TECHNICAL SPECIFICATIONS

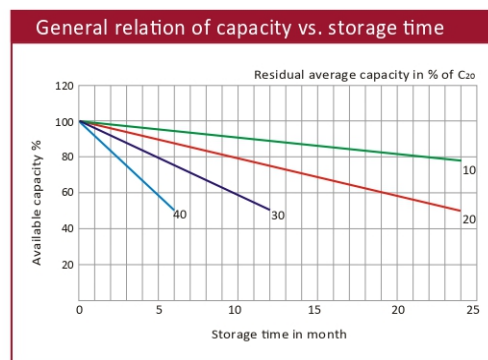
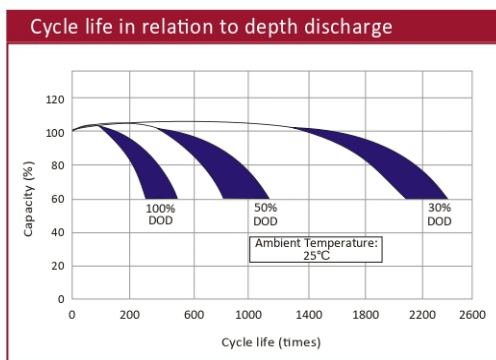
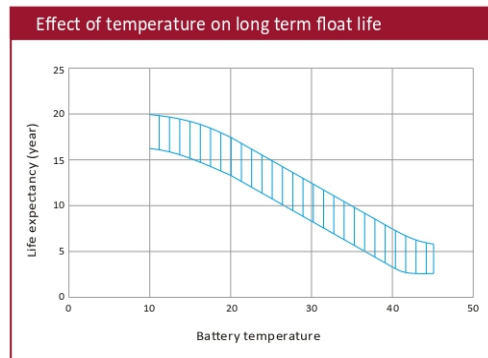
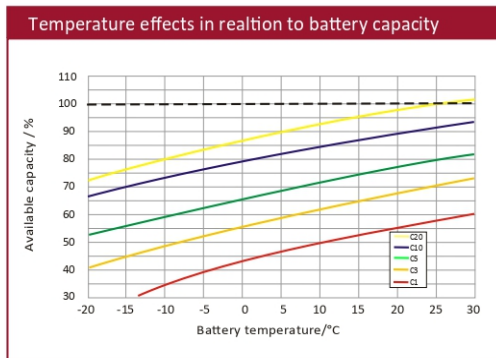
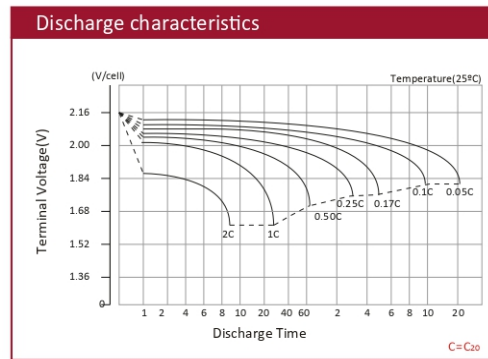
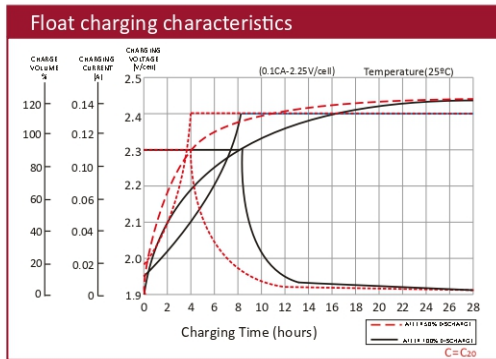
BATTERY MODEL	Nominal voltage		12V	
	Rated capacity (100 hour rate)		300Ah	
	Cells Per battery		6	
DIMENSION	Length	Width	Height	Total Height
	520 mm	268 mm	220 mm	225 mm
APPROX. WEIGHT	67.0 kg ± 3%			
CAPACITY @ 25°C	10 hour rate (25.0A)	5 hour rate (43.7A)	3 hour rate (66.2A)	1 hour rate (161.5A)
	250.0 Ah	218.7 Ah	198.7 Ah	161.5 Ah
MAX. DISCHARGE CURRENT	2000 A (5 sec.)			
INTERNAL RESISTANCE	Full charged Vat 25°C: Approx. 2.0mΩ			
CAPACITY AFFECTED BY TEMP. (10 HR)	40°C	25°C	0°C	
	103%	100%	86%	
CHARGE METHOD @25°C	Cycle Use		Standby Use	
	14.4-15.0V (Initial charging current less than 27A)		13.50-13.80V	

BATTERY DISCHARGE TABLE

CONSTANT CURRENT (AMP) AND CONSTANT POWER (WATT) DISCHARGE TABLE AT 25 °C

F.V / TIME	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	60 min	2 h	3 h	5 h	8 h	10 h	20 h	
1.80	A	656.8	437.5	351.8	234.5	168.3	165.0	93.0	68.0	45.0	28.0	25.00	13.00
	W	1224.8	815.9	656.0	437.3	313.8	307.7	173.4	126.8	83.9	52.2	46.6	25.7
1.75	A	696.2	463.8	369.3	241.5	173.3	170.0	95.3	69.7	45.7	28.3	25.25	13.13
	W	1298.3	864.9	688.8	450.5	323.2	317.0	177.8	130.0	85.2	52.7	47.1	25.9
1.70	A	788.1	525.0	386.9	248.6	178.3	174.9	97.7	71.4	46.4	28.6	25.50	13.38
	W	1469.8	979.1	721.6	463.6	332.6	326.2	182.1	133.2	86.4	53.3	47.6	26.4
1.65	A	775.0	516.3	404.5	255.6	183.4	179.9	99.5	72.8	47.0	28.8	25.75	13.55
	W	1445.3	962.8	754.4	476.7	342.0	335.4	185.6	135.7	87.7	53.8	48.0	26.7
1.60	A	840.6	560.0	422.1	262.6	188.4	184.8	101.4	74.1	47.7	29.1	26.00	13.63
	W	1567.8	1044.4	787.2	489.8	351.4	344.7	189.1	138.2	89.0	54.3	48.5	26.8

BATTERY CHARACTERISTICS



Anexo 12: Ficha del controlador de carga MPPT 100/50



Controladores de carga SmartSolar MPPT 100/30 & 100/50

www.victronenergy.com



Controlador de carga SmartSolar
MPPT 100/50

Bluetooth Smart integrado: no necesita mochila

La solución inalámbrica para configurar, supervisar y actualizar el controlador con un teléfono inteligente, una tableta u otro dispositivo Apple o Android.

VE.Direct

Para una conexión de datos con cable a un Color Control, un Venus GX, un PC u otros dispositivos.

Seguimiento ultrarrápido del punto de máxima potencia (MPPT).

Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En caso de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga. Los MPPT convencionales suelen seleccionar un MPP local, que no necesariamente es el MPP óptimo. El innovador algoritmo de BlueSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.
Corriente de salida completa hasta los 40°C (104°F).

Algoritmo de carga flexible

Un algoritmo de carga totalmente programable (consulte la página de *software* de nuestra página web) y ocho algoritmos de carga preprogramados, que se pueden elegir con un selector giratorio (consulte más información en el manual).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.
Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.
Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación en función de la temperatura.

Opciones de datos en pantalla en tiempo real

- Smartphones, tabletas y otros dispositivos Apple y Android
- Panel ColorControl.

Controlador de carga SmartSolar	MPPT 100/30	MPPT 100/50
Tensión de la batería	Selección automática 12/24V	
Corriente de carga nominal	30A	50A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	440W	700W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	880W	1400W
Tensión máxima del circuito abierto FV	100V	100V
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	35A	60A
Eficacia máxima	98%	98%
Autoconsumo	12V: 30 mA 24V: 20 mA	
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4V / 28,8V (ajustable)	
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8V / 27,6V (ajustable)	
Algoritmo de carga	adaptativo multifase	
Compensación de temperatura	-16 mV / °C, -32 mV / °C resp.	
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa FV Cortocircuito de salida Sobretensión	
Temperatura de trabajo	De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40 °C)	
Humedad	95% sin condensación	
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct Consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web	
CARCASA		
Color	Azul (RAL 5012)	
Terminales de conexión	16 mm ² / AWG6	
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)	
Peso	1,3 kg	
Dimensiones (al x an x p)	130 x 186 x 70 mm	
NORMATIVAS		
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2	
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la entrada de potencia. 1b) La tensión FV debe exceder Vbat + 5V para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V. 2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador.		

Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | Países Bajos
Centralita: +31 (0)36 535 97 00 | E-mail: sales@victronenergy.com
www.victronenergy.com



Anexo 13: Inversor de victron energy



Inversores Phoenix

1200VA - 5000VA (por módulo)

www.victronenergy.com



Phoenix Inverter
24/5000

SinusMax – Diseño superior

Desarrollado para uso profesional, la gama de inversores Phoenix es ideal para innumerables aplicaciones. El criterio utilizado en su diseño fue el de producir un verdadero inversor sinusoidal con una eficiencia optimizada pero sin comprometer su rendimiento. Al utilizar tecnología híbrida de alta frecuencia, obtenemos como resultado un producto de la máxima calidad, de dimensiones compactas, ligero y capaz de suministrar potencia, sin problemas, a cualquier carga.

Potencia de arranque adicional

Una de las características singulares de la tecnología SinusMax consiste en su muy alta potencia de arranque. La tecnología de alta frecuencia convencional no ofrece un rendimiento tan extraordinario. Los inversores Phoenix, sin embargo, están bien dotados para alimentar cargas difíciles, como frigoríficos, compresores, motores eléctricos y aparatos similares.

Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo y trifásico.

Hasta 6 unidades del inversor pueden funcionar en paralelo para alcanzar una mayor potencia de salida. Seis unidades 24/5000, por ejemplo, proporcionarán 24 kW / 30 kVA de potencia de salida. También es posible su configuración para funcionamiento trifásico.

Transferencia de la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático

Si se requiere un conmutador de transferencia automático, recomendamos usar el inversor/cargador MultiPlus en vez de este. El conmutador está incluido en este producto y la función de cargador del MultiPlus puede deshabilitarse. Los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción, ya que el MultiPlus dispone de un tiempo de conmutación muy corto (menos de 20 milisegundos).

Interfaz para el ordenador

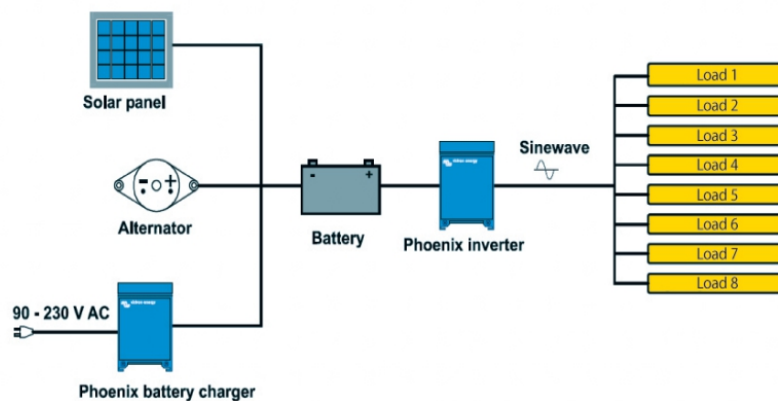
Todos los modelos disponen de un Puerto RS-485. Todo lo que necesita conectar a su PC es nuestro interfaz MK2 (ver el apartado "Accesorios"). Este interfaz se encarga del aislamiento galvánico entre el inversor y el ordenador, y convierte la toma RS-485 en RS-232. También hay disponible un cable de conversión RS-232 en USB. Junto con nuestro software **VEConfigure**, que puede descargarse gratuitamente desde nuestro sitio Web www.victronenergy.com, se pueden personalizar todos los parámetros de los inversores. Esto incluye la tensión y la frecuencia de salida, los ajustes de sobretensión o subtensión y la programación del relé. Este relé puede, por ejemplo, utilizarse para señalar varias condiciones de alarma distintas, o para arrancar un generador. Los inversores también pueden conectarse a **VENet**, la nueva red de control de potencia de Victron Energy, o a otros sistemas de seguimiento y control informáticos.



Phoenix Inverter Compact
24/1600

Nuevas aplicaciones para inversores de alta potencia

Las posibilidades que ofrecen los inversores de alta potencia conectados en paralelo son realmente asombrosas. Para obtener ideas, ejemplos y cálculos de capacidad de baterías, le rogamos consulte nuestro libro "Electricity on board" (electricidad a bordo), disponible gratuitamente en Victron Energy y descargable desde www.victronenergy.com.



Inversor Phoenix	C12/1200 C24/1200	C12/1600 C24/1600	C12/2000 C24/2000	12/3000 24/3000 48/3000	24/5000 48/5000	
Funcionamiento en paralelo y en trifásico	Si					
INVERSOR						
Rango de tensión de entrada (V DC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V					
Salida	Salida: 230V ± 2% / 50/60Hz ± 0,1% (1)					
Potencia cont. de salida 25°C (VA) (2)	1200	1600	2000	3000	5000	
Potencia cont. de salida 25°C (W)	1000	1300	1600	2400	4000	
Potencia cont. de salida 40°C (W)	900	1200	1450	2200	3700	
Potencia cont. de salida 65°C (W)	600	800	1000	1700	3000	
Pico de potencia (W)	2400	3000	4000	6000	10000	
Eficiencia máx. 12/ 24 /48 V (%)	92 / 94 / 94	92 / 94 / 94	92 / 92	93 / 94 / 95	94 / 95	
Consumo en vacío 12 / 24 / 48 V (W)	8 / 10 / 12	8 / 10 / 12	9 / 11	20 / 20 / 25	30 / 35	
Consumo en vacío en modo AES (W)	5 / 8 / 10	5 / 8 / 10	7 / 9	15 / 15 / 20	25 / 30	
Consumo en vacío modo Search (W)	2 / 3 / 4	2 / 3 / 4	3 / 4	8 / 10 / 12	10 / 15	
GENERAL						
Relé programable (3)	Si					
Protección (4)	a – g					
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema					
On/Off remoto	Si					
Características comunes	Temperatura de funcionamiento: -40 a +65°C (refrigerado por ventilador) Humedad (sin condensación): Máx. 95%					
CARCASA						
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Tipo de protección: IP 21					
Conexiones de la batería	cables de batería de 1,5 metros se incluye		Pernos M8	2+2 Pernos M8		
Conexiones 230 V CA	Enchufe G-ST18i		Abrazadera-resorte	Bomes atornillados		
Peso (kg)	10		12	18	30	
Dimensiones (al x an x p en mm.)	375x214x110		520x255x125	362x258x218	444x328x240	
NORMATIVAS						
Seguridad	EN 60335-1					
Emisiones / Inmunidad	EN 55014-1 / EN 55014-2					
Directiva de automoción	2004/104/EC	2004/104/EC		2004/104/EC		
1) Puede ajustarse a 60 Hz, y a 240 V. 2) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 3) Relé programable que puede configurarse en alarma general, subtensión de CD o como señal de arranque de un generador (es necesario el Interfaz MK2 y el software VEConfigure) Capacidad nominal CA 230V / 4A Capacidad nominal CC 4 A hasta 35VDC, 1 A hasta 60VDC		4) Protección: a) Cortocircuito de salida b) Sobrecarga c) Tensión de la batería demasiado alta d) Tensión de la batería demasiado baja e) Temperatura demasiado alta f) 230 V CA en la salida del inversor g) Ondulación de la tensión de entrada demasiado alta				



Panel de Control para Inversor Phoenix

También puede utilizarse en un inversor/cargador MultiPlus cuando se desea disponer de un conmutador de transferencia automático, pero no de la función como cargador. La luminosidad de los LED se reduce automáticamente durante la noche.

Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:



Color Control GX

Proporciona monitorización e control, de forma local e remota, no [Portal VRM](#).



Interfaz MK3-USB VE.Bus a USB

Se conecta a un puerto USB (ver [Guía para el VEConfigure](#))



Interfaz VE.Bus a NMEA 2000

Liga o dispositivo a una red electrónica marítima NMEA2000. Consulte o [guía de integração NMEA2000 e MFD](#)



Monitor de baterías BMW-700

El monitor de baterías BMW-700 dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de medición de alta resolución de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo, como la fórmula Peukert, para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMW muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.

Hay varios modelos disponibles (ver la documentación del monitor de baterías).

Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | The Netherlands
General phone: +31 (0)36 535 9700 | Fax: +31 (0)36 535 9740
E-mail: sales@victronenergy.com | www.victronenergy.com



Anexo 14: ficha técnica del tanque de 2500 Litros

Ficha técnica Tanque de agua 2500L

Fecha: Mayo 2021



Descripción

Tanque de almacenamiento para agua de uso doméstico con Polietileno, que cumple con la norma de la F.D.A (Food and Drug Administration) de los EE.UU, lo que garantiza su uso para el almacenamiento de agua para el consumo humano. Cuenta con exclusiva capa interior antibacterias que inhibe el crecimiento y reproducción de bacterias. Su fórmula lo protege de los rayos U.V.

Registro de Productos Industriales Nacionales (RPIN):

N° 150107390099C

Material

Polietileno.

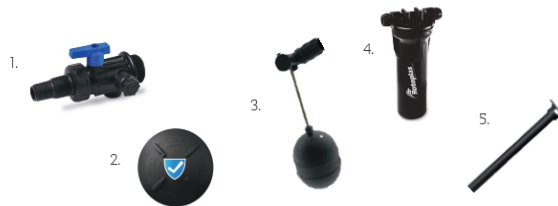
Color

Arena



Accesorios

1. Multiconector con Válvula Esférica Integrada.
2. Tapa *click*.
3. Válvula de Llenado tipo Sin Fin.
4. Filtro Estándar.
5. Tubo de Aire Negro.



Ventajas

- Cuidamos tu salud: El Tanque 2 500 L posee una capa interior blanca anti bacterias con tecnología Expel que inhibe el crecimiento y reproducción de bacterias y nos permite visualizar la pureza del agua.
- Resistente y durable: Investigación en nuestro Centro de Investigación y Desarrollo nos ha permitido crear un tanque resistente y durable.
- El Tanque 2 500 L viene equipado con el filtro Hydro-Net que retiene tierra, brindando agua cristalina. Evita que se tapen las tuberías, protege la grifería, los electrodomésticos que utilizan agua y protege tu salud.
- Las conexiones evitan fugas de agua al estar termo fusionadas al tanque formando una sola pieza.
- Fabricado con polietileno que cumple con la norma F.D.A (Food and Drug Administration de los EE.UU.) para el almacenamiento de agua potable.

Mantenimiento

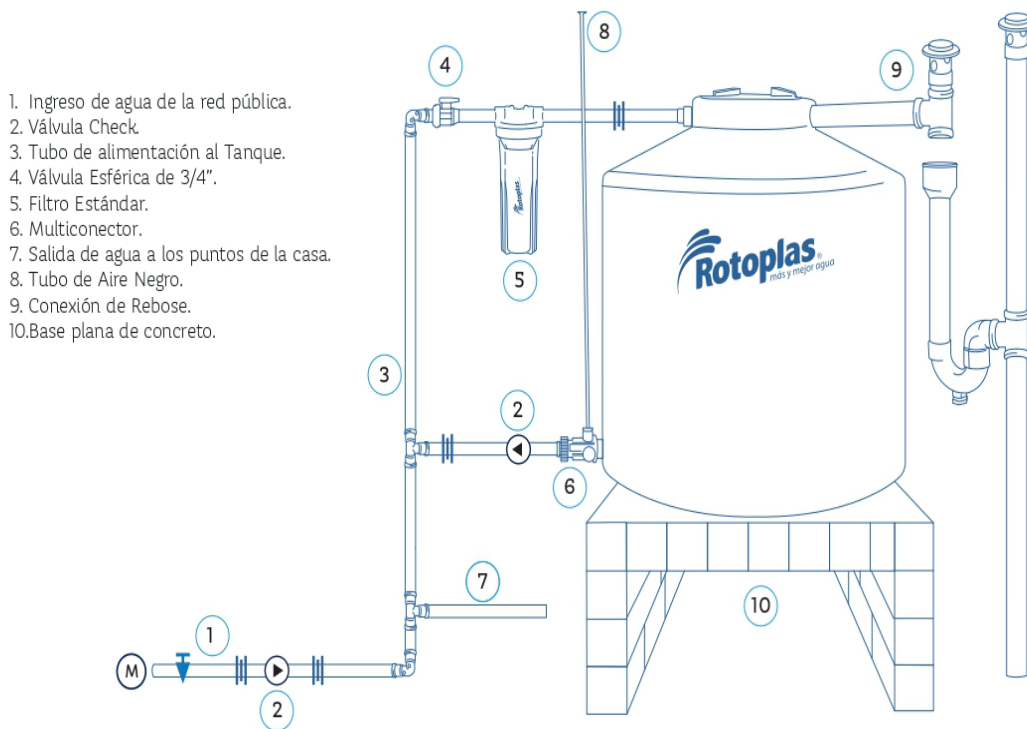
El mantenimiento del tanque se debe efectuar por lo menos 1 vez al año. Primero se recomienda consumir el agua del tanque, lo cual se logra cerrando la válvula general de entrada de agua al domicilio. Una vez consumida el agua del tanque, se cierra la válvula de entrada de agua al tanque y se desmonta el tanque, llevándolo a un lugar plano y seguro para su manipulación.

Para su mantenimiento se recomienda usar agua, escobilla y luego proceder a enjuagar.

Se vuelve a montar el tanque, se limpia o cambia el cartucho del filtro (el cartucho del filtro se debe cambiar entre 3 y 6 meses dependiendo de su frecuencia de uso) y se abre la válvula de entrada de agua al tanque.

Mientras el tanque se llena, se recomienda abrir la llave de la cocina con la finalidad de verificar que no exista ninguna fuga de agua en las conexiones del tanque y de dejar correr impurezas que se puedan haber infiltrado en las tuberías.

Esquema de instalación del Tanque para agua de 2 500 L



Especificaciones técnicas

Capacidad (L)	Diámetro (m)	Altura (m)	Color
2 500	1.55	1.65	arena

Anexo 15: Características de la bomba sumergible

4SR

Electrobombas sumergidas de 4"



- Agua limpia
(Contenido de arena máximo 150 g/m³)
- Utilizo doméstico
- Utilizo civil
- Utilizo industrial

CAMPO DE PRESTACIONES

- Caudal hasta **450 l/min** (27 m³/h)
- Altura manométrica hasta **425 m**

LIMITES DE UTILIZO

- Temperatura máxima del fluido hasta **+35 °C**
- Contenido de arena máximo **150 g/m³**
- Profundidad de utilizo hasta **100 m** bajo el nivel del agua con cable de alimentación de longitud adecuada
- Funcionamiento:
 - en vertical
 - en horizontal con los siguientes límites:
 - 4SR7G - 4SR10G - 4SR13G - 4SR25G **18 etapas**
 - 4SR33G - 4SR45G - 4SR60G - 4SR75G - 4SR90G **10 etapas**
- Arranques/hora: **20** a intervalos regulares
- Flujo de enfriamiento motor mínimo **8 cm/s**
- Funcionamiento continuo **S1**

EJECUCION Y NORMAS DE SEGURIDAD

MOTOR ELECTRICO

- Monofásica 220 V - 60 Hz
- Trifásica 380 V - 60 Hz

Cable de alimentación de:

- **1.7 m** para potencias de 0.37 a 3 kW
- **2.7 m** para potencias de 4 a 7.5 kW

➔ Las versiones monofásicas **4SR-PD** incluyen el condensador en el interior del embalaje.

EN 60335-1
IEC 60335-1
CEI 61-150

EN 60034-1
IEC 60034-1
CEI 2-3



CERTIFICACIONES

Empresa con sistema de gestión certificado DNV
ISO 9001: CALIDAD
ISO 14001: AMBIENTE



UTILIZOS E INSTALACIONES

Se aconsejan para bombear agua limpia con contenido de arena no superior a **150 g/m³**. Debido al alto rendimiento y fiabilidad, son aptas para usos en el campo doméstico, civil e industrial, para la distribución del agua en acoplamiento con autoclaves, riegos, instalaciones de lavado, aumento de presión para instalaciones anti-incendio, etc.

PATENTES - MARCAS - MODELOS

- Patente nº EP09781276.2

EJECUCION BAJO PEDIDO

- Cuerpo bomba con bocas roscadas ISO 228/1
- Otros voltajes
- **Kit camisa de enfriamiento completo con filtro y soportes**

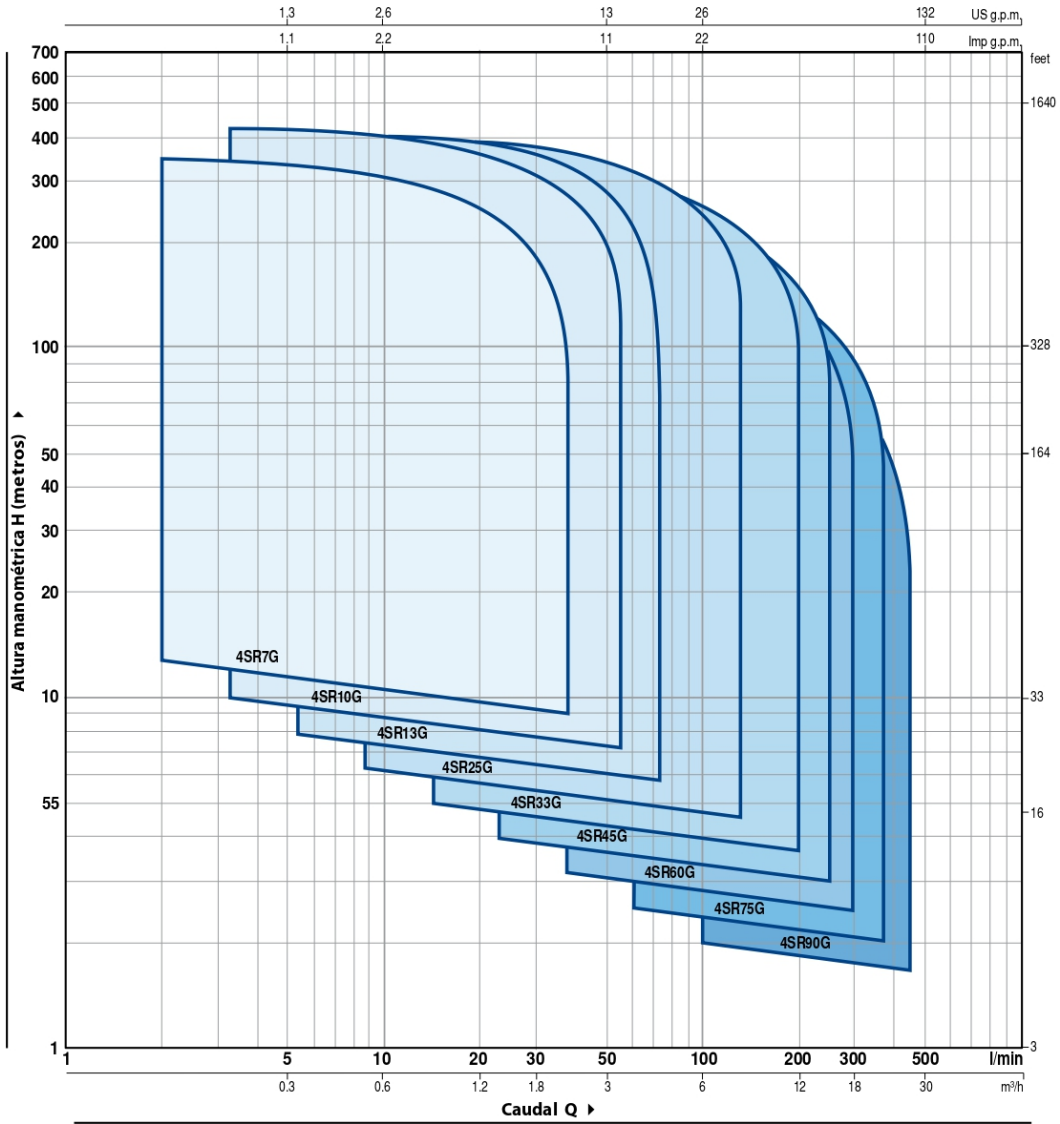


GARANTIA

2 años según nuestras condiciones generales de venta

CAMPO DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 rpm



NOMENCLATURA

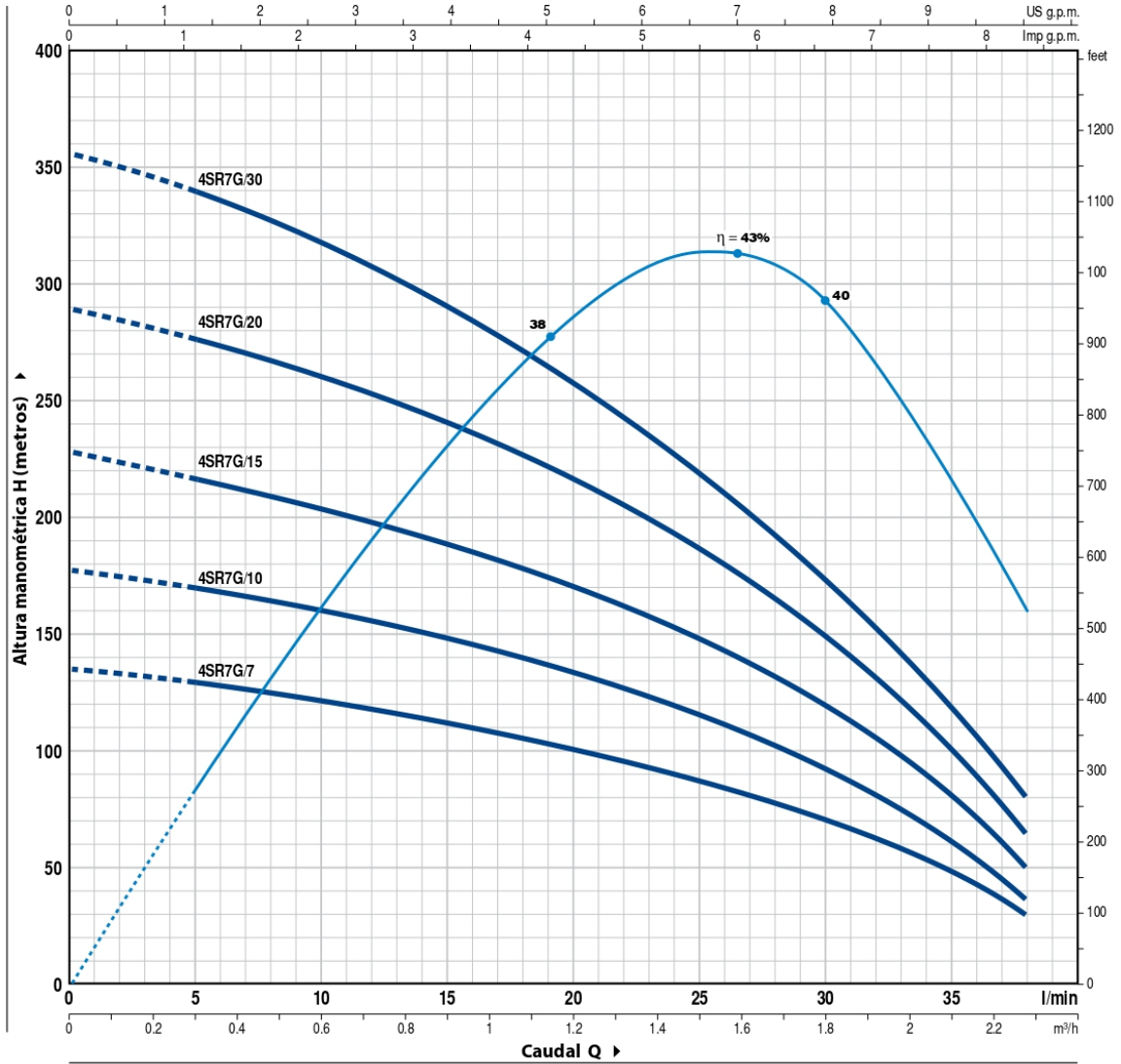
4 SR 7G m / 5 - PD o HYD

Diámetro del pozo en pulgadas _____
 Serie _____
 Caudal en US g.p.m. en el punto de máximo rendimiento _____
 Motor monofásico _____
 Potencia motor _____
PD: electrobomba con motor "PEDROLLO" _____
HYD: bomba sin motor _____

4SR7G

CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n = 3450 rpm



MODELO		POTENCIA (P ₂)		Q	H metros											
Monofásica	Trifásica	kW	HP		0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.3			
				l/min	0	5	10	15	20	25	30	35	38			
4SR7Gm/7	4SR7G/7	0.55	0.75	H metros	134	129	120	111	101	87	71.5	48.5	30			
4SR7Gm/10	4SR7G/10	0.75	1		176	170	158.5	147.5	134	115.5	93	61	36			
4SR7Gm/15	4SR7G/15	1.1	1.5		228	216	202.5	189	170.5	149	120	80	50			
4SR7Gm/20	4SR7G/20	1.5	2		289	277	260.5	240.5	216	185.5	149	100.5	64			
4SR7Gm/30	4SR7G/30	2.2	3		355	340	320	290	257	220	172	120	80			

Q = Caudal H = Altura manométrica total

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

Anexo 16: Ubicación del lugar de trabajo.



Anexo 17: Placa de la bomba Horizontal para pruebas del caudal del pozo



Anexo 18: Profundidad de la napa freática

Cuadro N° 10
PROFUNDIDADES DE LA NAPA FREÁTICA
Acuífero Asia-Omas 2010

SECTORES	PROFUNDIDADES (m)
Ciudad de Dios	0.50
C.P. Pomalca, Chiclayo, José L. Ortiz, La Victoria y Eten	2.00
C.P. Reque	4.00

Anexo 19: Pozo Tubular del Sector de Chapuce Bajo



Anexo 20: Prueba de succión del pozo



Anexo 21: Encuesta a los pobladores



Anexo 22: Tiempo de toma de datos de Radiación tomada en la Zona.

Intervalo de horas para Recolección de Datos		Mediciones (W/m ²)					
		1°	2°	3°	4°	5°	Promedio
07:00	08:00	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	
08:00	09:00	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	
09:00	10:00	09:00	09:15	09:30	09:45	10:00	
10:00	11:00	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	
11:00	12:00	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	
12:00	13:00	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	
13:00	14:00	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	
14:00	15:00	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	
15:00	16:00	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	
16:00	17:00	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	
17:00	18:00	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	

Anexo 23: Medición con Solarimetro del 24/08/2021

Intervalo de horas para Recolección de Datos		Dimensionamiento(W/m2)					
		1°	2°	3°	4°	5°	Promedio
06:00	07:00	11	9	15	36	45	23.2
07:00	08:00	46	65	102	76	498	157.4
08:00	09:00	499	526	568	624	610	565.4
09:00	10:00	611	531	544	625	897	641.6
10:00	11:00	898	866	876	895	976	902.2
11:00	12:00	977	1012	980	1038	972	995.8
12:00	13:00	973	1015	985	875	1009	971.4
13:00	14:00	1010	960	902	970	980	964.4
14:00	15:00	981	982	966	951	952	966.4
15:00	16:00	953	906	889	886	848	896.4
16:00	17:00	849	795	783	753	713	778.6
17:00	18:00	714	619	525	386	183	485.4

Anexo 24: Medición con Solarimetro del 25/08/2021

Intervalo de horas para Recolección de Datos		Dimensionamiento(W/m2)					
		1°	2°	3°	4°	5°	Promedio
06:00	07:00	4	9	19	31	44	21.4
07:00	08:00	45	187	316	176	195	183.8
08:00	09:00	196	185	198	310	337	245.2
09:00	10:00	338	378	559	948	1076	659.8
10:00	11:00	1076	1057	1010	998	944	1017
11:00	12:00	945	994	1006	1022	980	989.4
12:00	13:00	982	1049	1000	1010	998	1007.8
13:00	14:00	999	1014	961	1022	1007	1000.6
14:00	15:00	1008	924	1023	1025	1044	1004.8
15:00	16:00	1045	1069	263	225	194	559.2
16:00	17:00	195	126	141	115	79	131.2
17:00	18:00	80	61	36	18	4	39.8

Anexo 25: Medición con Solarímetro del 26/08/2021

Intervalo de horas para Recolección de Datos		Dimensionamiento(W/m ²)					
		1°	2°	3°	4°	5°	Promedio
06:00	07:00	7	11	16	12	21	13.4
07:00	08:00	22	37	43	79	58	47.8
08:00	09:00	59	80	92	147	344	144.4
09:00	10:00	345	296	220	344	338	308.6
10:00	11:00	339	395	324	432	814	460.8
11:00	12:00	815	628	1023	1010	959	887
12:00	13:00	960	925	942	971	951	949.8
13:00	14:00	952	974	932	935	981	954.8
14:00	15:00	982	917	993	957	950	959.8
15:00	16:00	951	911	930	935	920	929.4
16:00	17:00	921	832	941	776	639	821.8
17:00	18:00	640	592	406	197	280	423

Anexo 26: Medición con Solarímetro del 27/08/2021

Intervalo de horas para Recolección de Datos		Dimensionamiento(W/m ²)					
		1°	2°	3°	4°	5°	Promedio
06:00	07:00	76	150	185	203	218	166.4
07:00	08:00	219	308	445	526	651	429.8
08:00	09:00	652	684	841	749	535	692.2
09:00	10:00	536	896	903	915	948	839.6
10:00	11:00	949	982	967	988	967	970.6
11:00	12:00	968	974	975	964	987	973.6
12:00	13:00	988	994	998	1008	1011	999.8
13:00	14:00	1012	1020	549	552	985	823.6
14:00	15:00	986	513	913	802	655	773.8
15:00	16:00	656	755	963	941	437	750.4
16:00	17:00	438	348	867	284	173	422
17:00	18:00	174	341	186	214	76	198.2

Anexo 27: Medición con Solarímetro del 28/08/2021

Intervalo de horas para Recolección de Datos		Dimensionamiento(W/m ²)					
		1°	2°	3°	4°	5°	Promedio
06:00	07:00	9	10	26	37	42	24.8
07:00	08:00	43	106	201	697	676	344.6
08:00	09:00	677	239	229	525	358	405.6
09:00	10:00	359	818	576	880	801	686.8
10:00	11:00	802	815	691	941	959	841.6
11:00	12:00	960	687	487	578	762	694.8
12:00	13:00	763	832	935	949	851	866
13:00	14:00	852	878	858	690	672	790
14:00	15:00	673	616	577	563	509	587.6
15:00	16:00	510	440	441	401	304	419.2
16:00	17:00	305	307	332	356	160	292
17:00	18:00	161	233	27	15	9	89

Anexo 28: Medición con Solarímetro del 29/08/2021

Intervalo de horas para Recolección de Datos		Dimensionamiento(W/m ²)					
		1°	2°	3°	4°	5°	Promedio
06:00	07:00	8	14	20	34	49	25
07:00	08:00	50	65	75	92	101	76.6
08:00	09:00	102	193	283	272	287	227.4
09:00	10:00	288	291	322	352	392	329
10:00	11:00	393	351	392	390	392	383.6
11:00	12:00	393	438	512	532	571	489.2
12:00	13:00	572	428	382	398	412	438.4
13:00	14:00	413	583	671	532	920	623.8
14:00	15:00	921	721	642	425	781	698
15:00	16:00	782	653	977	235	524	634.2
16:00	17:00	525	722	710	521	324	560.4
17:00	18:00	325	276	232	249	120	240.4

Anexo 29: Medición con Solarimetro del 30/08/2021

Intervalo de horas para Recolección de Datos		Dimensionamiento(W/m2)					
		1°	2°	3°	4°	5°	Promedio
06:00	07:00	6	12	32	48	55	30.6
07:00	08:00	56	75	83	95	112	84.2
08:00	09:00	113	198	275	278	301	233
09:00	10:00	302	318	335	372	392	343.8
10:00	11:00	393	362	401	410	425	398.2
11:00	12:00	426	456	540	676	745	568.6
12:00	13:00	746	894	925	912	846	864.6
13:00	14:00	845	752	769	837	921	824.8
14:00	15:00	922	845	756	524	515	712.4
15:00	16:00	514	653	612	524	495	559.6
16:00	17:00	494	437	315	297	245	357.6
17:00	18:00	244	102	98	75	46	113

Anexo 30: Medición con Solarimetro del 31/08/2021

Intervalo de horas para Recolección de Datos		Dimensionamiento(W/m2)					
		1°	2°	3°	4°	5°	Promedio
06:00	07:00	5	9	15	26	31	17.2
07:00	08:00	32	41	54	92	51	54
08:00	09:00	52	73	95	102	119	88.2
09:00	10:00	120	157	278	295	398	249.6
10:00	11:00	399	357	432	675	597	492
11:00	12:00	596	653	671	842	791	710.6
12:00	13:00	792	897	997	1100	1061	969.4
13:00	14:00	1062	1001	983	992	984	1004.4
14:00	15:00	985	678	978	783	1062	897.2
15:00	16:00	1063	1072	1005	637	210	797.4
16:00	17:00	211	179	164	121	73	149.6
17:00	18:00	72	60	51	35	13	46.2

Anexo 31: Medición con Solarímetro del 1/09/2021

Intervalo de horas para Recolección de Datos		Dimensionamiento(W/m ²)					
		1°	2°	3°	4°	5°	Promedio
06:00	07:00	9	19	37	45	74	36.8
07:00	08:00	75	72	98	112	128	97
08:00	09:00	129	143	173	152	182	155.8
09:00	10:00	183	135	116	107	117	131.6
10:00	11:00	118	119	120	202	273	166.4
11:00	12:00	274	312	325	309	405	325
12:00	13:00	406	378	382	493	536	439
13:00	14:00	537	875	978	1029	1100	903.8
14:00	15:00	1102	1029	989	972	964	1011.2
15:00	16:00	965	895	972	870	875	915.4
16:00	17:00	876	725	832	675	577	737
17:00	18:00	578	412	426	392	120	385.6

Anexo 32: Medición con Solarímetro del 2/09/2021

Intervalo de horas para Recolección de Datos		Dimensionamiento(W/m ²)					
		1°	2°	3°	4°	5°	Promedio
06:00	07:00	12	23	41	53	72	40.2
07:00	08:00	73	80	93	172	191	121.8
08:00	09:00	192	193	205	205	231	205.2
09:00	10:00	232	249	251	433	387	310.4
10:00	11:00	388	432	597	735	937	617.8
11:00	12:00	938	1012	1038	1045	1027	1012
12:00	13:00	1028	1033	1078	1075	1028	1048.4
13:00	14:00	1029	1012	999	1056	1069	1033
14:00	15:00	1070	1056	1011	931	962	1006
15:00	16:00	963	839	898	855	873	885.6
16:00	17:00	874	835	812	698	257	695.2
17:00	18:00	256	108	75	15	7	92.2

Anexo 33: Medición con Solarímetro del 3/09/2021

Intervalo de horas para Recolección de Datos		Dimensionamiento(W/m ²)					
		1°	2°	3°	4°	5°	Promedio
06:00	07:00	5	10	18	20	35	17.6
07:00	08:00	36	47	50	72	75	56
08:00	09:00	76	96	177	197	204	150
09:00	10:00	205	195	251	263	277	238.2
10:00	11:00	278	289	252	351	328	299.6
11:00	12:00	329	489	975	1116	1021	786
12:00	13:00	1022	1122	1112	1121	1132	1101.8
13:00	14:00	1131	1098	1102	1023	997	1070.2
14:00	15:00	998	1011	997	979	955	988
15:00	16:00	955	876	798	832	843	860.8
16:00	17:00	844	725	762	657	609	719.4
17:00	18:00	610	538	424	207	69	369.6

Anexo 34: Medición con Solarímetro del 4/09/2021

Intervalo de horas para Recolección de Datos		Dimensionamiento(W/m ²)					
		1°	2°	3°	4°	5°	Promedio
06:00	07:00	7	16	32	55	61	34.2
07:00	08:00	62	77	87	104	114	88.8
08:00	09:00	115	205	280	272	299	234.2
09:00	10:00	300	291	342	364	404	340.2
10:00	11:00	405	465	470	490	521	470.2
11:00	12:00	522	537	548	565	578	550
12:00	13:00	579	528	583	567	578	567
13:00	14:00	579	586	675	545	857	648.4
14:00	15:00	858	851	734	583	673	739.8
15:00	16:00	674	685	587	610	491	609.4
16:00	17:00	492	422	431	405	351	420.2
17:00	18:00	352	256	220	195	145	233.6

Anexo 35: Medición con Solarímetro del 5/09/2021

Intervalo de horas para Recolección de Datos		Dimensionamiento(W/m ²)					
		1°	2°	3°	4°	5°	Promedio
06:00	07:00	28	54	75	87	99	68.6
07:00	08:00	100	123	321	421	321	257.2
08:00	09:00	322	493	599	514	196	424.8
09:00	10:00	197	472	523	517	594	460.6
10:00	11:00	595	632	739	783	797	709.2
11:00	12:00	798	802	820	835	971	845.2
12:00	13:00	972	963	970	1001	1009	983
13:00	14:00	1010	1098	1023	997	1001	1025.8
14:00	15:00	1002	972	989	964	972	979.8
15:00	16:00	973	796	832	784	725	822
16:00	17:00	724	710	721	831	792	755.6
17:00	18:00	793	602	432	329	79	447

Anexo 36: Medición con Solarímetro del 6/09/2021

Intervalo de horas para Recolección de Datos		Dimensionamiento(W/m ²)					
		1°	2°	3°	4°	5°	Promedio
06:00	07:00	7	12	20	25	39	20.6
07:00	08:00	38	98	175	348	523	236.4
08:00	09:00	524	423	456	425	417	449
09:00	10:00	418	745	751	773	796	696.6
10:00	11:00	795	806	751	898	872	824.4
11:00	12:00	871	875	789	651	845	806.2
12:00	13:00	846	854	972	897	853	884.4
13:00	14:00	854	794	789	612	546	719
14:00	15:00	545	539	451	398	438	474.2
15:00	16:00	439	378	271	165	113	273.2
16:00	17:00	114	98	73	69	70	84.8
17:00	18:00	69	50	45	32	27	44.6

Anexo 37: Medición con Solarímetro del 7/09/2021

Intervalo de horas para Recolección de Datos		Dimensionamiento(W/m ²)					
		1°	2°	3°	4°	5°	Promedio
06:00	07:00	10	19	37	45	53	32.8
07:00	08:00	54	72	90	105	126	89.4
08:00	09:00	127	143	173	152	182	155.4
09:00	10:00	183	179	168	150	145	165
10:00	11:00	144	131	121	210	275	176.2
11:00	12:00	274	312	325	309	408	325.6
12:00	13:00	407	612	710	729	735	638.6
13:00	14:00	736	875	978	995	980	912.8
14:00	15:00	979	723	641	423	779	709
15:00	16:00	778	649	968	237	521	630.6
16:00	17:00	520	719	708	518	315	556
17:00	18:00	314	278	228	238	118	235.2

Fuente: Elaboración propia