


# Diseño del sistema de agua potable por bombeo fotovoltaico para el Cantón Alta Vista, Aldea El Rodeo, San Marcos

*Design of the drinking water system by photovoltaic pumping for the Canton Alta Vista, Aldea El Rodeo, San Marcos*

Vicky Daniela Agustín Pérez

Carrera de Ingeniería Civil del Centro Universitario de San Marcos, USAC  
[vickyagustin88@gmail.com](mailto:vickyagustin88@gmail.com)

 <https://orcid.org/0000-0001-5004-6099>

## RESUMEN

En el lugar de estudio se realizó un diagnóstico inicial que mostró un sistema de abastecimiento de agua potable precario, que consiste en pequeños tanques familiares y uno comunitario, los cuales no satisfacen la demanda de consumo. Con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de la población se propuso la implementación de un sistema que permitirá reducir costos de consumo de energía eléctrica a comparación del uso de un sistema por bombeo convencional, a la vez haciendo que la extracción del recurso hídrico sea con tecnología limpia y renovable. Para la ejecución del diseño fue necesario efectuar investigación documental y de campo realizando visitas al lugar, principalmente para el diagnóstico de la población y la toma de datos topográficos. Se determinó que para el nuevo diseño se deben implementar módulos solares, un motor/bomba, de un inversor de bomba, un pozo o tanque de succión, un sistema de tubería y un tanque de almacenamiento. El sistema es accesible, su operación no es compleja. Para el uso del sistema fotovoltaico la energía que requiere es mínima (3 hora-pico/día), lo que permite su factibilidad e implementación

**Palabras clave:** bombeo fotovoltaico, insolation, renovable.

## ABSTRACT

In the place of study, an initial diagnosis was made that showed a precarious drinking water supply system, consisting of small family tanks and a community tank, which do not meet the demand for consumption. With the aim of improving the living conditions of the population, the implementation of a system was proposed that will reduce the cost of electricity consumption compared to the use of a conventional pumping system, while making the extraction of water resources more efficient with clean and renewable technology. For the execution of the design, it was necessary to carry out documentary and field research by visiting the place, mainly for the diagnosis of the population and the collection of topographic data. It was determined that for the new design, solar modules, a motor/pump, a pump inverter, a well or suction tank, a piping system and a storage tank must be implemented. The system is accessible, its operation is not complex. For the use of the photovoltaic system, the energy required is minimal (3 peak-hours/day), which allows its feasibility and implementation.

**Keywords:** photovoltaic pumping, insolation, renewable.

El autor declara que no tiene ningún conflicto de interés. El estudio fue financiado con recursos del autor.

Recibido: mayo 15 de 2022 | Aceptado: julio 29 de 2022 | Publicado: octubre 30 de 2022

## INTRODUCCIÓN

La falta de un sistema de abastecimiento de agua potable que cubra las necesidades básicas del cantón Alta Vista, aldea El Rodeo, del municipio de San Marcos, es la principal causa que define la demanda insatisfecha. La comunidad no cuenta con un sistema de agua potable, se abastecen por pequeños tanques familiares y un comunitario conectados por peñas, cercanos a la comunidad, los cuales no satisfacen la demanda de consumo necesaria para la población.

Debido al tipo de fuente y su ubicación debe ser un sistema de agua potable por bombeo. Este sistema consiste en elevar el agua a una altura adecuada al tanque de almacenamiento que permita distribuir por gravedad el agua a la comunidad. Considerando que la extracción del recurso hídrico se realiza utilizando infraestructura mecánica comúnmente accionados por combustibles o energía eléctrica que consumen grandes cantidades de este, esto dificulta a las personas el buen manejo del recurso. Por lo anterior, se plantea como objetivo en el presente estudio, el diseño de un sistema de agua potable por bombeo fotovoltaico para el cantón Alta Vista, que permita una alternativa viable, factible y medible según las posibilidades del área rural

La guía para el bombeo de agua con energía fotovoltaica de Sandia National Laboratories (2001), indica:

Si existe un buen recurso solar en el lugar del proyecto (al menos 3.00 horas pico) y cuando se requiere un ciclo hidráulico menor que  $1500\text{m}^4$  por día, los sistemas solares podrían resultar más económicos a largo plazo que los sistemas de combustión interna. Aunque los sistemas de combustión interna generalmente cuestan menos inicialmente, su costo a largo plazo es elevado si se toma en consideración los gastos de combustible, mantenimiento y reparaciones<sup>6</sup>. (p.58)

En el desarrollo del diseño del sistema de agua potable por bombeo fotovoltaico para la comunidad de Alta Vista, a través de la investigación de campo y documental se han considerado los principales factores que determinan la configuración de un sistema de bombeo fotovoltaico: las condiciones hidráulicas, que se refiere a la altura estática de elevación del agua por encima de la superficie del suelo (por ejemplo, hasta un depósito de almacenamiento). Las pérdidas adicionales de presión en tuberías y accesorios (altura dinámica). Otro

---

6 El ciclo hidráulico se expresa en unidades de  $\text{m}^4$ . Por ejemplo:  $5\text{m}^3$  a bombear con una carga dinámica total (CDT) de 15 m dan un ciclo hidráulico de  $75\text{m}^4$ .

factor es la energía suministrada por el generador fotovoltaico a lo largo del día, determinada por la radiación solar y las condiciones climatológicas del lugar.

## Contexto del área de investigación

### Descripción del lugar

El cantón Alta Vista, aldea El Rodeo, del municipio de San Marcos, departamento de San Marcos, se ubica a 25.8 kilómetros de la cabecera municipal. Se encuentra a 3,124 msnm (metros sobre el nivel del mar). A una latitud de 15°03'25.1"N y su longitud es de 91°51'34.6"O con respecto al meridiano de Greenwich.

### Servicios

#### *Vías de acceso*

Su principal vía de acceso es por medio de una carretera asfaltada la RN-12 que conduce desde la cabecera departamental de San Marcos hasta el cantón Llano de la Guardia. Para ingresar al centro de la comunidad, hay un camino empedrado, pasando por el caserío Joya Los Soicos, aldea San Sebastián, con un total de 3.1 kilómetros. Existe una segunda entrada por aldea Las Brisas del municipio de Tajumulco, que posee una carretera de terracería y empedrado, con un total de 2.65 kilómetros. La tercera entrada es por el cantón Chisguachin, Aldea San Sebastián, con carretera de empedrado, con un total de 5 kilómetros.

#### *Agua y saneamiento*

El informe del municipio de San Marcos referente a servicios del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2018) indica que:

De 10,056 hogares registrados, 87.25% tienen la tubería en la vivienda y 7.87 % afuera, el 4.88 % restante obtiene el agua para consumo de chorro público, pozo perforado, agua de lluvia, ríos, manantiales y camiones o toneles; es importante aclarar que en el censo se reportó 100 % de la población en el área urbana.

Teniendo en cuenta que en el cantón Alta Vista el servicio de agua entubada no se presta, afectando principalmente a las mujeres y niños, en su salud por el consumo del líquido contaminado.

**Tabla 1**

*Servicio de agua del cantón Alta Vista*

Tipo de servicio	No. Viviendas consumidoras	Condiciones del servicio
Tanque familiar 1	3	La cantidad del tanque familiar no es suficiente para la demanda de consumo de las familias.
Tanque familiar 2	4	La cantidad del tanque familiar no es suficiente para la demanda de consumo de las familias.
Tanque familiar 3	4	La cantidad del tanque familiar no es suficiente para la demanda de consumo de las familias.
Tanque familiar 4	4	La cantidad del tanque familiar no es suficiente para la demanda de consumo de las familias, el cual también se abastece la escuela.
Tanque comunitario	55	La cantidad del tanque comunitario no es suficiente para la demanda de consumo de las familias, optando por turnos para el abastecimiento de agua.
Total de viviendas	70	

**Fuente:** Elaboración propia, investigación de campo, 2021.

En la tabla 1 se observa que la comunidad de Alta Vista se abastece por 4 tanques familiares y un comunitario, los cuales en su mayoría el agua es captada de peñas del lugar, el caudal conforme el tiempo ha ido en disminución, las construcciones de los tanques han sido hechos empíricamente, por lo tanto, no cuentan con ningún tipo de desinfección y son distribuidas a través de mangueras. También es importante mencionar que la comunidad aprovecha la época de invierno para hacer uso del agua de lluvia.

### *Energía eléctrica*

El servicio de energía eléctrica es prestado por la Empresa Eléctrica Municipal de San Marcos –EEMSM-, abasteciendo a la totalidad de las viviendas de la comunidad.

## Servicio técnico profesional

### Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable dentro del cual se diseñará un sistema de captación, impulsión y distribución conforme a las características del área. Por la ubicación de la fuente de abastecimiento se prevé que el sistema trabaje con línea de impulsión por bombeo con el uso de energía fotovoltaica, para 420 habitantes actuales, siendo un total de 105 viviendas, para solventar el problema de agua que presenta el cantón.

#### Datos preliminares

A continuación, se describen los datos preliminares del servicio técnico profesional.

### Fuente de abastecimiento

La fuente para utilizar serán tres nacimientos de agua ubicados en la comunidad, los cuales serán aprovechados para la distribución de agua potable de la población. Este tipo de fuente es de origen subterráneo que emerge espontáneamente en la superficie de la tierra, conservando todas las características naturales de su pureza.

### Aforo de la fuente

Es necesario medir la cantidad de agua (caudal) de las fuentes, para saber si será suficiente para abastecer a toda la comunidad. El aforo es la operación de medición de volumen de agua en un tiempo determinado. El método utilizado para conocer el caudal fue el aforo volumétrico, en el cual se utilizó una cubeta de 5 galones, tomando así cuatro veces el tiempo de llenado de la cubeta. Este procedimiento se llevó a cabo 4 veces por cada una de las fuentes y se llegó al resultado de fuente 1: 0.7772 l/s, fuente 2: 0.3698 l/s, fuente 3: 0,2061 l/s. Para un caudal total de 1.3479 l/s.

### Calidad del agua

El agua, cual sea su origen, superficial, subterráneo o atmosférico, puede contener un número considerable de bacterias ya sean provenientes del aire, del suelo o de la descomposición de organismos muertos.

El agua debe cumplir con la calidad necesaria como la norma INFOM – UNEPAR (2011) lo menciona: “En las poblaciones rurales debe garantizarse agua sanitariamente segura, respetando los límites de potabilidad, considerando el porcentaje de sustancias nocivas y la calidad bacteriológica” (p.58). Cumpliendo con la norma COGUANOR NTG 29 001 Agua para consumo humano (agua potable).

Para este proyecto se realizó los análisis en el laboratorio de Calidad de Agua LabAG, del Centro Universitario de Occidente CUNOC-USAC, de los tres nacimientos.

### **Levantamiento topográfico**

El concepto de levantamiento topográfico según Zamarripa (2015) indica que: “Es el conjunto de operaciones que se ejecutan en el campo y de los medios puestos en práctica, para fijar las posiciones de puntos, así como su representación en un plano, en cuanto su extensión que abarca sea reducida (menor de 30 km)” (p.8)

Este proceso se realizó para determinar la planimetría y altimetría del área, en el cual se consideró los métodos necesarios para obtener resultados precisos para la línea de impulsión y distribución. En este proyecto se utilizó un teodolito TOPCOM-DT100 y un estatal. Se efectuó la topografía con base en la ruta de los derechos de paso autorizados en la comunidad.

### **Tecnología**

Se utilizará un sistema de agua potable que trabaje con línea de impulsión por bombeo en el cual se tomará en cuenta los factores económicos y de consumo, así como la capacidad del equipo de bombeo para establecer el número de horas de bombeo, implementando el uso de energía fotovoltaica (módulos solares).

### **Dimensionamiento del sistema por bombeo fotovoltaico**

Un sistema de bombeo fotovoltaico es similar a los sistemas convencionales, excepto por la fuente de potencia. Ortega (2002) dice que las instalaciones de bombeo de agua normalmente no requieren baterías y tienen la siguiente configuración:

- Un conjunto de módulos fotovoltaicos.

- Un equipo electrónico de acondicionamiento de potencia que puede llevar implicada la conversión de corriente continua en corriente alterna.
- Interruptores de nivel mecánico automático o controles de nivel electrónicos por conductividad, cuando sean necesarios para arrancar, o parar la bomba por falta de agua en el pozo, o por llenado del depósito.
- Un conjunto motor-bomba cuyas características dependen de la aplicación.
- Un sistema de acumulación, que en este caso será un depósito o balsa de agua.

(p.336)

Dicho lo anterior se determina que una instalación de bombeo fotovoltaico está compuesta principalmente por un módulo o panel solar, un motor/bomba, de un inversor de bomba, un pozo o tanque de succión, un sistema de tubería y un tanque de almacenamiento.

### Descripción solar del lugar

La comunidad de Alta Vista, según el Mapa de radiación Solar Global Horizontal de Guatemala, cuenta con una radiación solar de 5 – 5.5 kWh/m<sup>2</sup>/día.<sup>7</sup> Siendo un valor aceptable para un sistema fotovoltaico FV.

Adicionalmente en la tabla siguiente se puede observar los niveles de radiación solar en la comunidad al año y su promedio de 5.42 kWh/m<sup>2</sup>/día, la cual fue obtenida del software de gestión de energías limpias RETScreen Expert (generalmente abreviado como RETScreen).

---

<sup>7</sup> kWh/m<sup>2</sup> (kilowatts-hora por metro cuadrado) son las unidades de la insolación solar media diaria, se refiere a veces como “horas pico de sol”. El término “horas pico de sol” se refiere a la insolación solar que un lugar determinado recibiría si el sol brillara en su valor máximo durante un determinado número de horas.

**Tabla 2**

*Promedio de radiación solar, ubicación 15.074908°, -91.843029°*

Mes	Temperatura del aire	Humedad relativa	Precipitación	Radiación solar diaria - horizontal	Presión atmosférica	Velocidad del Viento	Temperatura del suelo	Grados-días de calefacción	Grados-días de refrigeración
	°C	%	mm	kWh/m <sup>2</sup> /d	kPa	m/s	°C	°C-d	°C-d
Enero	20.0	72.5%	5.89	5.31	90.0	1.5	20.0	0	310
Febrero	20.9	68.3%	3.92	5.76	90.0	1.6	21.1	0	305
Marzo	22.1	65.3%	19.22	6.07	90.0	1.8	22.7	0	375
Abril	23.1	67.7%	60.30	6.03	89.9	1.7	24.0	0	393
Mayo	22.8	75.7%	145.70	5.55	89.9	1.6	23.5	0	397
Junio	22.0	82.8%	243.00	5.31	89.9	1.8	22.4	0	360
Julio	21.8	82.5%	217.62	5.55	90.0	1.5	22.1	0	366
Agosto	21.7	83.6%	241.80	5.28	90.0	1.6	22.1	0	363
Septiembre	21.3	86.8%	281.70	5.02	89.9	1.8	21.7	0	339
Octubre	21.2	85.4%	197.47	5.03	89.9	1.5	21.5	0	347
Noviembre	20.7	80.5%	63.30	5.00	89.9	1.4	20.9	0	321
Diciembre	20.2	76.6%	10.85	5.12	90.0	1.4	20.1	0	316
<b>Anual</b>	<b>21.5</b>	<b>77.4%</b>	<b>1,490.77</b>	<b>5.42</b>	<b>89.9</b>	<b>1.6</b>	<b>21.8</b>	<b>0</b>	<b>4,192</b>
<b>Fuente</b>	NASA	NASA	NASA	Definido por el usuario	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA

**Fuente:** Programa RETScreen Expert, 2022

### Bases de diseño

De acuerdo con la naturaleza del proyecto a desarrollar, se consideró los parámetros siguientes:

**Tabla 3**

*Parámetros de diseño*

Descripción	
Tipo de sistema	Por bombeo
Tipo de distribución	Domiciliar
Tasa de crecimiento	3.24%
Período de diseño	22 años
Dotación	90 L/hab/día
Población Actual	420 habitantes
Población futura	847 habitantes
Número de viviendas actuales	105 viviendas
Número de viviendas futuras	211 viviendas
Horas de bombeo	5 horas (mes crítico de insolación)
Caudal de bombeo	6.353 l/s
Carga dinámica total	307.98 m.c.a. (metros columna de agua)
Volumen de tanque de distribución	50 m <sup>3</sup>
Volumen de tanque de succión	90 m <sup>3</sup>
Potencia de bomba	40 HP

**Fuente:** Elaboración propia, 2022.



En la tabla se muestra el caudal de bombeo, que se refiere a la cantidad de agua expresada en litros por segundo que se debe bombear en un período de tiempo para suplir la necesidad de agua según el caudal máximo diario o caudal de conducción.

El período de bombeo lo determina el tipo de equipo de bombeo, y debe estar determinado por el fabricante, sin embargo, se recomienda que para motores eléctricos el período de bombeo no exceda de 15 horas y para motores diésel no exceda de 12 horas.

Considerando que para este proyecto la fuente de energía será fotovoltaica se debe calcular la insolación solar y utilizando el método del peor mes de radiación que es en el mes de noviembre 5.0 kWh/m<sup>2</sup>/día, para el municipio de San Marcos.

La insolación solar día en horas se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$I_n = \frac{\text{radiación}}{\text{potencia}_{\text{nominal}}}$$

La potencia nominal que utilizan los fabricantes de paneles es de 1 kWh/m<sup>2</sup> por lo que la insolación será:

Datos:

$$\text{radiación} = 5 \text{ kWh/m}^2$$

$$\text{potencia}_{\text{nominal}} = 1$$

$$I_n = \frac{5 \text{ kWh/m}^2}{1} = 5 \text{ horas día}$$

Con este dato obtenemos el régimen de bombeo que no es nada más que el caudal requerido para completar el volumen de agua necesario, bombeando en las horas de mayor insolación durante el día (el caudal de bombeo se encuentra dentro de la tabla 3).

## Componentes principales del sistema de bombeo fotovoltaico

Para dimensionar el sistema de bombeo se parte del conocimiento de las necesidades diarias de agua que con la carga dinámica total nos permitirá determinar la energía hidráulica que se necesita cada día, para la comunidad de Alta Vista.

### Elección de bomba

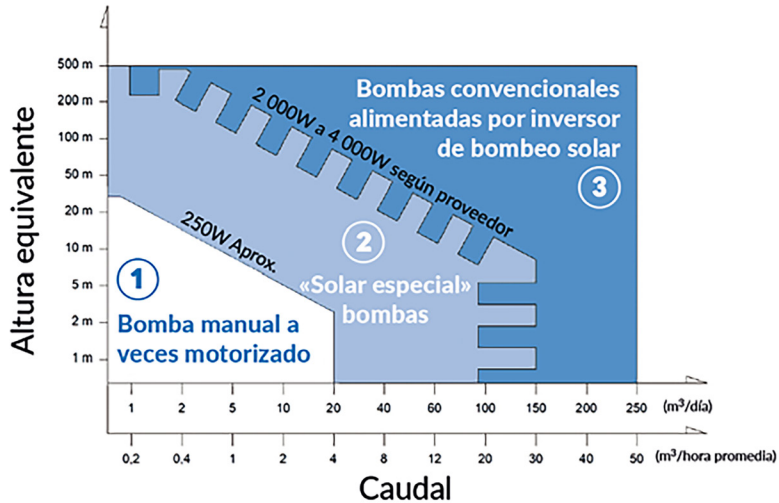
Según la guía para el bombeo de agua con energía fotovoltaica, de Sandia National Laboratories (2001), las bombas comunes disponibles en el mercado han sido desarrolladas al pensar en que hay una fuente de potencia constante. Por otro lado, la potencia que producen los módulos FV es directamente proporcional a la disponibilidad de la radiación solar. Es decir, a medida que el sol cambia su posición durante el día, la potencia generada por los módulos varía y, en consecuencia, cambia también la potencia entregada a la bomba. Por esta razón se han diseñado algunas bombas especiales para la electricidad fotovoltaica las que se dividen, desde el punto de vista mecánico, en centrífugas y volumétricas.

Así también, la Red Internacional de Acción contra el Hambre (2019), presenta un documento llamado “Guía – Pautas para el diseño del sistema eléctrico en la instalación de bombas solares”, el cual menciona que existen principalmente 3 tipos de bombas solares cuyas curvas estándar se presenta a continuación:

- a. Bombas manuales motorizadas: Este es el mismo mecanismo que el utilizado en el bombeo manual (tipo India Mark, de pistón y articulación), en el que se agrega un motor para reemplazar la motricidad humana.
- b. Bombas solares especial: Alimentadas directamente a través de un controlador de bomba adecuado, que debe suministrar el fabricante de la bomba para garantizar la compatibilidad.
- c. Bombas convencionales (generalmente alimentadas por un generador): Que serán alimentadas a través de un inversor de frecuencia variable, comúnmente llamado inversor de bombeo solar.

**Figura 1**

*Tipos de bombeo solar en función del caudal y la altura total de bombeo*



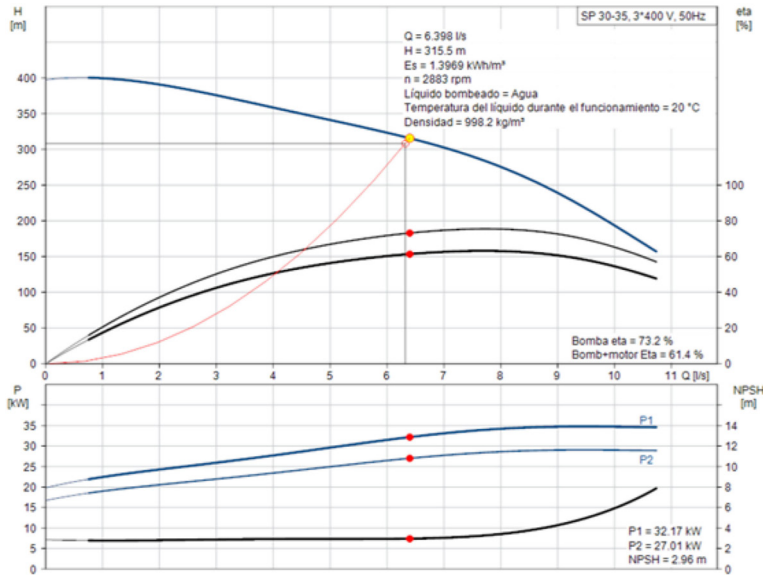
**Fuente:** Guía pautas para el diseño del sistema eléctrico en la instalación de bombas solares, 2019.

La figura 1 nos indica la tecnología más apropiada de acuerdo al volumen diario y carga dinámica total.

Para la potencia real requerida del sistema de bombeo, con los datos obtenidos teóricamente se verifica las bombas disponibles dentro del mercado y que cada una tenga un rango óptimo de operación. Por lo que, realizando una investigación de bombas de agua se propone una bomba sumergible SP 30-35 de la marca Grundfos, considerando tanto el caudal del sistema de bombeo como de la carga dinámica total de bombeo calculados. Con dichos datos y las especificaciones del fabricante se puede hacer la selección de la bomba.

## Figura 2

Curva de potencia y rendimiento de bomba Grundfos SP 30-35.



Fuente: Catálogo Grundfos, página: <https://product-selection.grundfos.com/>

En la figura 2 se puede apreciar las curvas características de potencia y rendimiento de la bomba, fijándonos en la intersección del punto de trabajo de la curva a los 315.50 metros, con la recta del caudal de 6.398 litros/segundo, el cual trabaja de una manera adecuada haciendo que el modelo de bomba Grundfos SP 30-35 sea válida para suministrar el caudal necesario a los habitantes de la comunidad de Alta Vista, dando un buen margen de seguridad. Teniendo en cuenta que este margen es muy importante sobre todo en el bombeo directo donde no se puede garantizar un caudal constante debido a sombras, días nublados.

### Cálculo de paneles solares

Para el cálculo del número de paneles fotovoltaicos, se debe considerar la energía requerida de la potencia de la bomba, la cual es de 40 HP es decir 30kW para el proyecto.

Teniendo esta potencia requerida se puede obtener la cantidad (Grundfos, 2022)d de paneles necesarios para este sistema, teniendo presente las potencias de los paneles comerciales son de 250W, 300W, 335W, 385W, 410W y lo nuevo es de 500W, 540W, 600W.

En consecuencia, se propone utilizar 56 paneles solares de 540W.

### **Elección del tipo de panel solar**

Los tipos de materiales de los que pueden ser hechos una celda fotovoltaica, se propone utilizar paneles monocristalinos ya que estos se recomiendan en climas fríos, estos tienden a absorber mejor la radiación y soportan menos el sobrecalentamiento a diferencia de los policristalinos que son mejores para climas cálidos.

Por lo que se sugiere utilizar paneles solares monocristalinos de la marca Trina Vertex TSM-DE19-540 540W.

### **Arreglo fotovoltaico**

Se propone la instalación de 14 paneles conectados en serie y 4 en paralelo haciendo un total de 56 módulos, dicha configuración es compatible con el rango de tensiones de entrada y corriente de entrada del inversor que se propone (la configuración de la conexión final será determinada por el tipo y marca del inversor).

Entonces la intensidad y tensión generada con el arreglo fotovoltaico es:

$$\text{Intensidad}=14 \text{ paneles}_{\text{serie}} *31.20 \text{ v}=436.8 \text{ v}$$

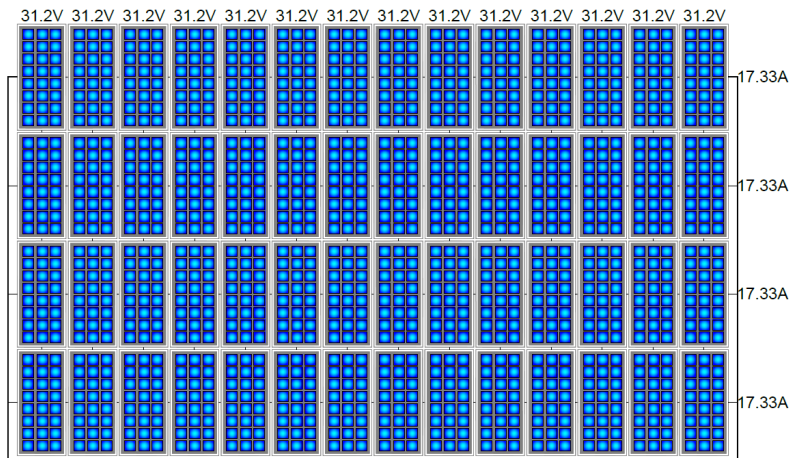
$$\text{Corriente}=4 \text{ paneles}_{\text{paralelo}} *17.33\text{A}=69.32 \text{ A}$$

Por lo que la potencia:

$$P=\text{Intensidad}*\text{Corriente}=436.8\text{V}*69.32\text{A}=30,278.98 \text{ W} \cong 30\text{kW}$$

### Figura 3

Configuración de arreglo fotovoltaico



**Fuente:** Elaboración propia, empleando AutoCAD 2018

Tomar en cuenta que por la posición geográfica de Guatemala, es aconsejable que los paneles solares vaya  $15^\circ$  en dirección al sur, para mayor aprovechamiento de radiación solar.

### Inversor de bombeo

Su función principal es de convertir la corriente continua a alterna en los sistemas aislados y además en los sistemas interconectados, sincroniza la onda eléctrica generada con la corriente eléctrica de la red, para que su compatibilidad sea total.

En un inversor de bombeo solar, la velocidad de rotación de las bombas de corriente alterna es controlada por la variación de frecuencia (en Hercios) del voltaje de AC. Por lo tanto, el inversor solar producirá una frecuencia variable dependiendo del voltaje de DC que recibe de los paneles. Normalmente, un inversor de bombeo solar arrancará la bomba a una frecuencia mínima de 25 Hz cuando haya poca luz solar. Aumentará la frecuencia de salida a medida que aumenta el voltaje de DC de los paneles, para finalmente alcanzar una frecuencia máxima de 60 Hz (dependiendo de la bomba) cuando la energía solar llega a su máximo.

Por lo tanto, es imposible utilizar un inversor diseñado para consumo doméstico en una bomba solar. Los inversores para edificios están diseñados

para proporcionar una frecuencia fija de 60 Hertz (redes y frecuencias de generador). Si lo hace de todos modos, la bomba solo funcionará a la frecuencia fija de 60 Hz (su potencia máxima), y cuando el voltaje del panel no sea suficiente para permitir que el inversor produzca 60 Hz (mañana, tarde, días nublados, etc.) la bomba se detendrá. Esto limita el potencial del bombeo solar, cuyo principal propósito es proporcionar agua incluso cuando hay poca luz solar. (Red Internacional Contra el Hambre, 2019, p.17).

De modo que el inversor que se recomienda para el proyecto es un Inversor Solar Renovable (RSI) de la marca Grundfos RSI 3x380-440V IP54 45kW 87A.

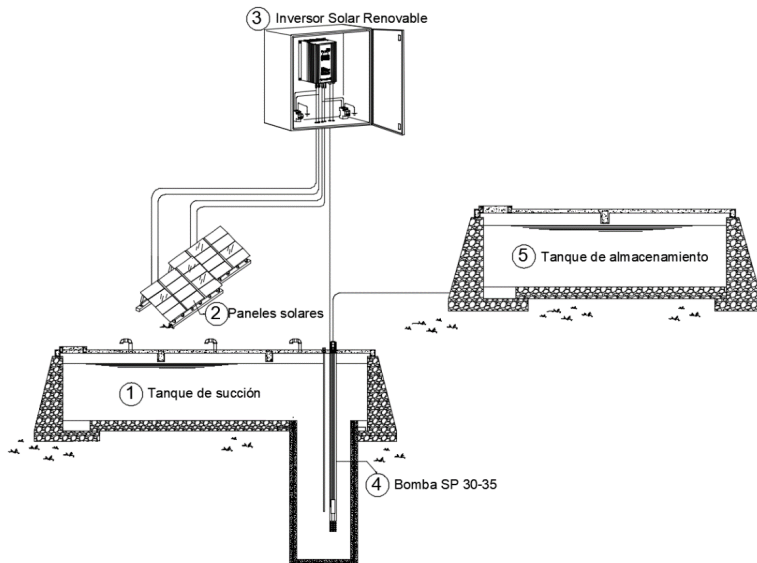
El inversor de energía solar renovable (RSI) es un sistema sin conexión a la red eléctrica que está configurado específicamente para resultar compatible con bombas sumergibles SP trifásicas a 400 V Grundfos.

## PROPUESTA

### Propuesta del sistema por bombeo fotovoltaico

Figura 4.

*Esquema propuesto del sistema por bombeo fotovoltaico*



Fuente: Elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

A través del esquema se puede explicar la configuración de los componentes principales y funcionamiento del sistema por bombeo fotovoltaico propuesto:

- El tanque de succión: Es la estructura que captará el agua proveniente de nacimientos o manantiales, que se encuentran en la comunidad, para almacenar el agua y luego bombearla hacia el tanque de almacenamiento.
- Los paneles solares: Serán los encargados de transformar la energía solar en electricidad.
- Inversor: Convertirá la energía producida por los paneles solares de corriente continua a corriente alterna para accionar la bomba sumergible.
- Bomba sumergible: Se encargará de tomar el agua del tanque de succión e impulsarla hasta el tanque de almacenamiento.
- El tanque de almacenamiento: Regulará y almacenará el agua para abastecer a la población durante las horas de consumo, almacenando el agua durante las horas de bajo consumo y abasteciendo a la comunidad el resto del día.

## CONCLUSIONES

Para la instalación de bombeo fotovoltaico de un sistema para agua potable, se debe tomar en cuenta que la insolación promedio del lugar es de aproximadamente 5 hora-pico/ día, que es mucho mayor al requerimiento mínimo recomendado por los expertos (3 hora-pico/ día). Así también debe estar compuesto principalmente por módulos o paneles solares, un motor/ bomba, de un inversor de bomba, un pozo o tanque de succión, un sistema de tubería y un tanque de almacenamiento.

La implementación de la propuesta del sistema por bombeo fotovoltaico para el proyecto de agua potable se considera una técnica de mucha importancia en el ahorro energético y tratando de ser amigable con el medio ambiente, con ello se contribuirá para que la comunidad de Alta Vista pueda abastecerse del recurso hídrico.



## REFERENCIAS

- Alonso, M., & Chenlo, F. (2011). Sistemas de Bombeo Fotovoltaico. (Tesis en Master en Energías Renovables y Mercado Energético). Escuela de Organización Industrial, España.
- DATA, C. (2021 de 08 de 2021). CLIMATE DATA-ORG. Obtenido de <https://es.climate-data.org/>
- Expert RETScreen. (18 de Enero de 2022). Obtenido de Software de gestión de energías limpias versión 8.1: <https://www.nrcan.gc.ca/maps-tools-and-publications/tools/modelling-tools/retscreen/7465>
- Grundfos. (Enero de 2022). Obtenido de Grundfos: <https://product-selection.grundfos.com/>
- INE. (2018). Tubería en la vivienda. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística.
- INFOM. (2011). Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano. Guatemala: Instituto de Fomento Municipal.
- Laboratories, S. N. (2001). Guía para el desarrollo de proyectos de agua de bombeo de agua con energía fotovoltaica. México: Southwest technology development institute, New Mexico State University.
- López Zumarán, I. (2013). Sistema Fotovoltaico para el área del estacionamiento del Ciermad. Chihuahua: CIMAV.
- Minas, M. d. (2018). Energía Solar en Guatemala. Ministerio de Energía y Minas, Guatemala.
- Muñiz, J. (2007). Energía Solar Fotovoltaica. Madrid: Fundación confemental.
- Normas, C. G. (2013). Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones. Guatemala: COGUANOR.

Ortega Rodríguez, M. (2002). Energías Renovables. España: Thompson.

Perpiñán Lamingueiro, Oscar;. (2013). Energía Solar Fotovoltaica. España: España de Creative Commons.

Red Internacional Contra el Hambre. (2019). Guía Pautas para el diseño del sistema eléctrico en la instalación de bombas solares. COPYRIGHT.

Zamarripa Medina, M. (2015). Apuntes de Topografía. En M. Zamarripa Medina. Acatlán: Facultad de Estudios Superiores.

#### *Cómo citar este artículo*

Agustín Pérez, V. D. (2022). Diseño del sistema de agua potable por bombeo fotovoltaico para el Cantón Alta Vista, Aldea El Rodeo, San Marcos. *Revista de Investigación Proyección Científica*, 4(1), 71-88. <https://doi.org/10.56785/ripic.v4i1.12>



Copyright © 2022 Vicky Daniela Agustín Pérez. Este texto está protegido por una licencia Creative Commons 4.0. Usted es libre para compartir y adaptar el documento para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.

*Resumen de licencia - Texto completo de la licencia*