

Sistema de bombeo solar fotovoltaico para extracción de agua de estanque y su utilización para riego en la finca Santa Cruz, de la comunidad Santa Cruz, Estelí.

Autores: Jorge Luis Canales Urrutia.
Geisell Liseth Martínez Castillo.
Noé Rodolfo Olivas Reyes

RESUMEN

El agua es un elemento imprescindible para la supervivencia del ser humano y ecosistemas, es vital para la producción agrícola y seguridad alimentaria, lamentablemente hoy en día el acceso al vital líquido, es muy complejo en muchas regiones en donde la disponibilidad de energía proveniente de la red eléctrica es limitada; los sistemas de bombeo utilizando energía solar fotovoltaica han venido a solucionar estas problemáticas, por medio de la extracción de agua, la presente investigación tiene por objetivo general presentar la propuesta de un sistema de bombeo solar fotovoltaico para extracción de agua de un reservorio en donde se capta el agua de lluvia para su utilización final en el riego de cultivos, sistema para el cual se analizó el beneficio económico y ambiental que genera el proyecto, se hizo necesario un muestreo no probabilístico, de carácter discrecional o intencional, en la cual los sujetos son elegidos para formar parte de la muestra con un objetivo en específico, en este caso se eligió finca Santa Cruz ya que cuenta con características o criterios de mucha importancia para llevar a cabo esta investigación, a través del estudio de los parámetros permitió a los investigadores conocer más a fondo el funcionamiento del sistema de riego en la finca, en donde se pudo concluir que a través del bombeo solar fotovoltaico propuesto para extracción de agua de estanque se cubren las necesidades requeridas para el riego de agua de cultivos de dicho lugar, mejorando la calidad de producción y por ende mejoras económicas.

Palabras Claves: Agua, Reservorio, Bombeo solar fotovoltaico, Riego.

Photovoltaic solar pumping system for the extraction of pond water and its use for irrigation in the Santa Cruz farm, in the Santa Cruz community, Estelí.

ABSTRACT

Water is an essential element for the survival of human beings and ecosystems, it is vital for agricultural production and food security, unfortunately today access to the vital liquid is very complex in many regions where the availability of energy from of the power grid is limited; The pumping systems using photovoltaic solar energy have come to solve these problems, through the extraction of water, this research has as a general objective to present the proposal of a photovoltaic solar pumping system for water extraction from a reservoir where it captures rainwater for final use in crop irrigation, a system for which the economic and environmental benefit generated by the project was analyzed, a non-probabilistic sampling of a discretionary or intentional nature was necessary, in which the subjects They are chosen to be part of the sample with a specific objective, in this case Santa Cruz farm was chosen since it has characteristics or criteria of great importance to carry out this research, through the study of the specific parameters to the researchers learn more about the operation of the irrigation system on the farm, where it was concluded Through the photovoltaic solar pumping proposed for the extraction of pond water, the needs required for the irrigation of crops from that place are covered, improving the quality of production and economic improvements.

Keywords: Water, Reservoir, Photovoltaic solar pumping, Irrigation.

INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento importante para el desarrollo de la vida humana, animal y vegetal en el planeta y su disponibilidad es factor importante para el desarrollo ecológico, industrial, económico y social de cualquier país, la mayoría de sistemas empleados para bombear el vital líquido son rústicos y accionados por combustibles que consumen grandes cantidades del mismo, debido a que utilizan bombas de baja eficiencia lo que dificulta a los agricultores el buen manejo del recurso. Los sistemas de bombeo utilizando energía solar fotovoltaica han venido a solucionar estas problemáticas, esto por medio de la extracción de agua tanto para el consumo humano como para riego de cultivos y ganadería, especialmente en zonas aisladas donde muchas veces el acceso a la red eléctrica es complicado y con costes elevados.

La comunidad de Santa Cruz es una de las comunidades de la ciudad de Estelí que sufre de esta problemática por la falta de acceso al agua, tanto para consumo humano como para riego, así como también la falta de energía eléctrica en alguna de sus zonas, tal como es el caso de la finca que lleva por nombre Santa Cruz, finca agrícola en la que se produce hortalizas, rosas y legumbres, pero lamentablemente se ha visto afectada por no haber acceso a ninguno de los servicios mencionados anteriormente por lo cual se tienen pérdidas en los cultivos y por ende pérdidas económicas.

Es por ello que este trabajo se enfoca en brindar una solución viable, que permita al agricultor emplear un sistema que brinde mejoras en el riego de sus cultivos a través de la extracción de agua de reservorios para su utilización en el riego de cultivos, lo que ayudara a reducir el costo que traería consigo un proyecto convencional, así como también a obtener mejoras en el rendimiento de su producción evitando tener pérdidas, utilizando dos fuentes de gran importancia limpias e inagotables, como lo es el sol y el agua de lluvia, fuentes renovables.

Además de los beneficios antes mencionados, es importante destacar las ventajas que este tipo de proyecto trae para el medio ambiente, ya que la cosecha de agua es una técnica innovadora de mucha utilidad en estos tiempos en donde el agua es cada vez más escasa, sobre todo en las zonas agrícolas en donde los agricultores están expuestos a grandes pérdidas en la cosecha de sus cultivos debido a la falta del vital líquido, es por eso que la captación de agua de lluvia es una solución más viable para obtener agua de manera natural, luego la extracción de esta a través de la energía solar es uno de los sistemas más limpios que nos provee, ya que al contrario de los combustibles fósiles estos no emiten gases de efecto invernadero y funcionan con sistemas silenciosos por lo que no hay contaminación del ruido, es por todo esto que es de gran valor realizar estudios enfocados en reducir el impacto de los combustibles fósiles, utilizando fuentes renovables como energía solar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Según el paradigma esta investigación es positivista ya que hace uso de datos cuantitativos para el dimensionado del sistema propuesto.

Según su enfoque filosófico es una investigación de tipo cuantitativo, ya que se realizaron mediciones experimentales y se recolectaron datos numéricos, cuantificables, así como también se realizó una entrevista para conocer las problemáticas de la finca (Mendoza, 2010). Según el alcance de los objetivos y resultados, esta investigación es descriptiva, ya que describió un fenómeno del cual especificamos características y rangos importantes, así como también se definieron variables a medir, las cuales son de importancia desde el inicio al fin de la investigación (Hernandez, 2010)

La conexión elegida para los módulos fotovoltaicos a instalar es la conexión en serie en donde la potencia de cada panel se sumara al igual que el voltaje, pero la intensidad de este será igual por lo cual en este proyecto se instalaran 4 placas fotovoltaicas de 24v, con intensidad de corriente de 8.84 Amperios y con potencia de 340w cada una, las cuales se conectaran en serie para obtener una potencia total de 1,360w y un voltaje de 96v, manteniendo su intensidad, este tipo de conexión es la adecuada para el regulador de carga de la bomba a utilizar en esta propuesta.

RESULTADOS Y DISCUSION

Caracterizar el área de estudio de la finca Santa Cruz.

Para esto fue necesario visitar el lugar escogido para realizar esta propuesta, en donde primeramente se conocieron las características de la finca para determinar la problemática presentada en la siembra de sus cultivos y así poder trabajar con forme a los objetivos.

Por medio de este objetivo nos dimos cuenta que esta es una finca con muy buenas tierras para la siembra de hortalizas y legumbres, pero con la problemática mencionada a lo largo de esta propuesta y es el acceso al agua para riego y así también la falta de acceso a la energía eléctrica lo que les afecta gravemente en la producción de dicho cultivo, por el momento el propietario realizó una inversión en la realización de un reservorio, en donde se capta el agua de lluvia y esta es transportada por gravedad al área de cultivo, técnica que es un poco dificultosa ya que a los trabajadores de dicho lugar les toca conectar y desconectar manualmente las tuberías utilizadas para el riego, lo que es muy cansado para ellos ya que cada vez que realizan este proceso tienen que guardar dicha tubería y sacarlas nuevamente.

Para dar una idea de lo mencionado anteriormente, se realizó un esquema de cómo se encuentra el reservorio en la finca en donde se llevó a cabo la propuesta de la implementación del sistema solar fotovoltaico para riego, este sería el esquema inicial del lugar y se realizó para poder comparar las mejoras que se realizarían con la implementación de dicho sistema.

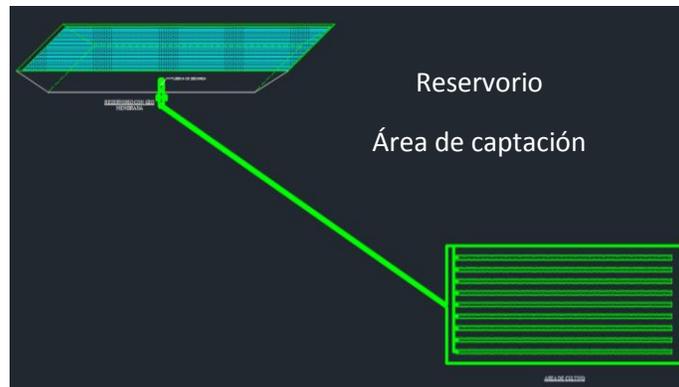


Figura .1 Esquema de representación del reservorio ubicado en la finca Santa Cruz.

A como podemos observar en el esquema el sistema empleado actualmente, consta solamente del área de captación (reservorio), que es en donde se recoge el agua de lluvia a través de canaletas que son inducidas hacia él, así como también consta del área de cultivo que se encuentra debidamente seleccionada la cual se encuentra con las siguientes medidas 42.50 * 20.90 metros lineales, los cuales se dividen en 15 surcos o bancos para siembra, en donde en cada surco se siembran exactamente 220 plantas.

Según nos comentaba el propietario del lugar a través de la entrevista realizada una vez pueda realizar este proyecto dedicara esta área de siembra para un cultivo en específico y este sería lechuga puesto a que es muy fácil colocarla en mercados y ventas, aparte de tener ya un contrato fijo con la empresa de Comercio Walmart.

OE2. Determinar las necesidades agronómicas e hidráulicas del riego.

Luego de haber conocido ampliamente las características del lugar de estudio se nos hace muy fácil determinar las necesidades agronómicas e hidráulicas de dicho lugar, ya que realizamos mediciones y sabemos que el área de siembra consta de 15 surcos o bancos para siembra, en cada uno de ellos se colocan 220 plantas en este caso de lechuga, por lo tanto en toda el área de cultivo se siembra un total de 3,330 lechugas, a las cuales se les realiza su debido cuidado hasta finalizar la producción, para luego ser colocadas en los centros de comercio de mayor demanda.

Según entrevista realizada al administrador del lugar ellos conocen las necesidades agronómicas del cultivo, tanto la cantidad de agua, el abono, entre otros minerales que necesita el cultivo para desarrollarse, según nos explicó, la lechuga necesita por lo menos una hora de riego para crecer bien, estar en buena calidad en su etapa de inicio a fin.

Por lo tanto, a través de la información obtenida podemos determinar el requerimiento de agua necesaria para la producción, para lo que nos fue útil medir la distancia de cada banco la cual tiene 40.45 metros lineales y el gotero de cada manguera se encuentra a una distancia entre sí de 0.30cm.

En donde dividiendo la distancia de cada banco entre 0.30cm que es la distancia entre cada agujero de la manguera de riego, nos da un total de 134 que serían el número de agujero o goteo por cada cinta o manguera de riego, en este caso, en esta área se utilizan 2 cintas por cada banco de cultivo, así que multiplicamos los 134 goteos x 2 que es el número de cinta

por banco y nos da un total de 268, este sería el número total de goteos por banco de cada 220 plantas.

En este proceso realizamos la medición de cuantos litros de agua se riegan en una hora colando un embalse milimetrado en la parte inferior de la cinta de dos goteros, en donde en una hora se riega 1 lt de agua por cada dos goteros, y según el administrador del lugar esto se realiza solamente 1 vez al día, dividida en dos lapsos de tiempo ½ hora por la mañana y media hora por la tarde.

Por lo tanto después de conocer todas estas especificaciones de riego podemos obtener la cantidad de agua requerida para el área, y esto lo obtenemos a través de los datos antes medidos, en donde sabemos que contamos con 268 goteos por cada banco y que este se riega 1 lts durante el total de una hora diaria, en donde multiplicamos el número de goteo por la cantidad de bancos de cultivo, en este caso goteos 268 x 15 bancos nos da un total de 4,020 que sería la cantidad de agua medida en litros necesaria para utilizarse en el riego por goteo diario de esta área.

OE3. Proponer un sistema de bombeo solar fotovoltaico para riego, para contribuir con la tecnificación de la finca.

Este es uno de los objetivos principales del presente documento ya que a como sabemos el sistema solar fotovoltaico utilizado para riego, es una de las aplicaciones de la energía solar que provee muchos beneficios ya que permite la extracción de agua de cualquier fuente en este caso la extraerá de reservorio artesanal, y será expulsada a un tanque de almacenamiento y posteriormente ira directo a los cultivos en donde se mejorará la calidad de productividad, alimentación y economía misma.

Antes de realizar el dimensionado se nos fue necesario calcular la capacidad almacenamiento de agua que posee el reservorio ya construido, para lo cual tomamos las medidas en campo con ayuda de cinta, pero es importante señalar que la capacidad real la obtendremos a través del cálculo que se presenta a continuación:



Figura 2. Capacidad de almacenamiento del reservorio construido

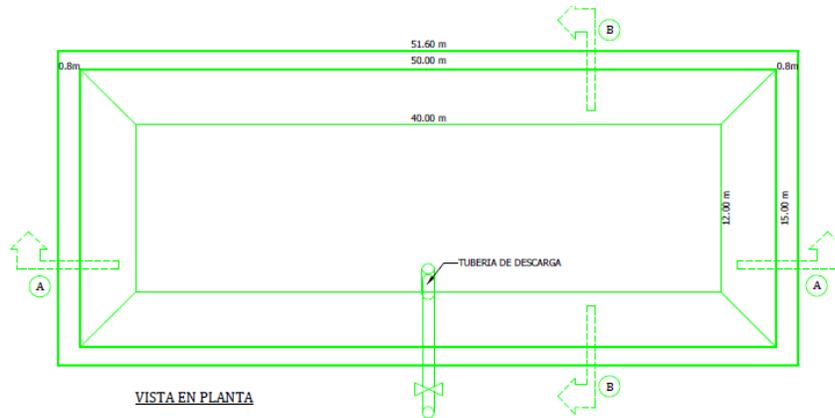


Figura 3. Vista de planta del reservorio

A través de las figuras anteriores, se puede observar que el reservorio tiene una forma de pirámide truncada y el cálculo de volumen de este es el siguiente:

$$Volumen = \frac{h}{3} (A_{BM} + A_{Bm} + \sqrt{A_{BM} \cdot A_{Bm}})$$

siendo h la altura del tronco de pirámide, A_{BM} el área de la base mayor y A_{Bm} el área de la base menor

En donde sustituyendo tenemos lo siguiente:

$$V = \frac{3}{3} (700 + 480 + \sqrt{700 \times 480})$$

$$V = 1,180 + 579.65506$$

$$V = 1,180 + 579.65506$$

$$V = 1,759.655 \text{ m}^3$$

$$V = 1,759.655 \text{ m}^3 \times 1000$$

$$V = 1,659,655 \text{ L}$$

Luego de conocer la cantidad de agua demandada para el riego y el volumen exacto de almacenamiento procedemos a la selección de la bomba, tomando en cuenta los siguientes datos:

Tabla 1. Datos para la elección de la bomba.

Datos a tomar en cuenta para determinar la potencia de la bomba a instalar	
Demanda de agua diaria:	4,020 litros
Altura del reservorio:	3mts
Capacidad del tanque de almacenamiento:	22000 litros/1000=22m3
Altura de taque de almacenamiento	15mts
Altura total de impulso	18mts

La bomba necesaria para ser utilizada en esta propuesta es la que tenga un rendimiento de entrega de 1,061gal por hora, a una altura de 18m, por lo cual se seleccionó la bomba de la compañía SunPumps Brushless, modelo SCS 18-105-120Y BL, la cual cumple con las necesidades de bombeo requerido para el sistema, esta presenta las siguientes características de funcionabilidad:

Tabla 2. Características de la bomba seleccionada.

Tipo	Bomba Solar Sumergible
Rango de flujo	14-26 GPM 53-98 LPM
Rango de profundidad	20-36 M
Rango de voltaje de CC	60v-120v
Controlador	PCC 120-BLS-M2S
Diámetro mínimo del pozo	4 Pulgadas(100 mm)
Tamaño de descarga	1 1/4 "

Dentro de esta familia de bombas, el fabricante nos proporciona una gráfica donde introducimos la altura de bombeo y el caudal, datos por los cuales obtenemos el tipo de bomba que mejor se adapta, a continuación, se presenta la gráfica obtenido a través del fabricante de la bomba seleccionada:

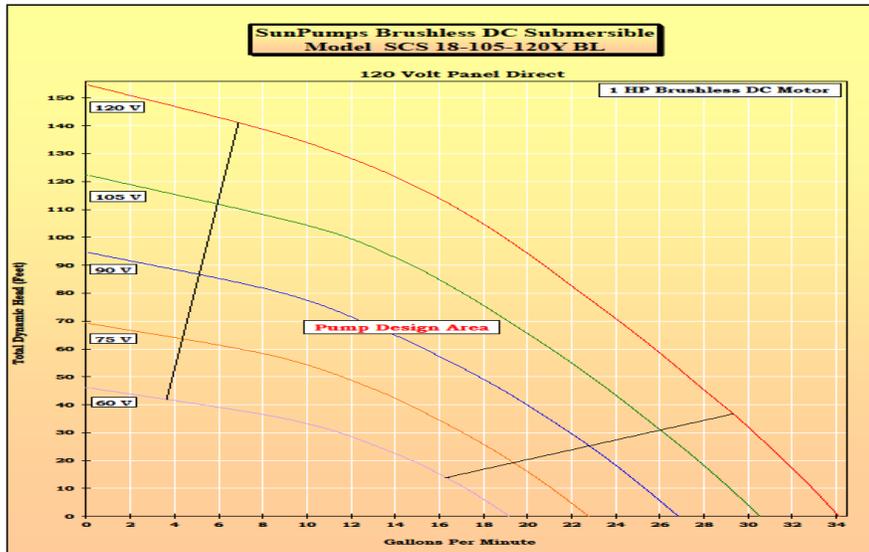


Figura 4. Curva característica de la bomba.

En la siguiente grafica se marca con una línea azul la curva característica de la bomba con relación al arreglo fotovoltaico en serie y con la altura total donde se almacena el agua para ser distribuida

Detalles de producto

Las bombas sumergibles de la serie SCS de Sun Pumps son bombas de CC de alta calidad, libres de mantenimiento, diseñadas específicamente para el suministro de agua en ubicaciones remotas. Operan con una potencia de CC de 160 a 3000 vatios con opciones de voltaje que varían de 30 a 240 voltios.

Controlador de Carga

Luego de haber seleccionado la bomba que utilizaremos para este proyecto, es necesario determinar el controlador de carga que se utilizara para proteger al mismo, de la variación de potencia y voltaje producidos por los cambios en la radiación solar.

En este caso la bomba seleccionada ya cuenta con un controlador de carga de fábrica, el cual presenta las características siguientes:

Tabla 3. Rango de voltaje utilizado por el controlador de carga

Tipo	PCC-120-BLS-M2S
Rango de voltaje nominal	75v – 120v
Voltaje mínimo de circuito abierto	200v
Voltaje mínimo de circuito abierto	90v
Intensidad en circuito abierto	12.5 A
Potencia	1125w- 2500w

Detalles de producto

Los controladores de bombas de la serie PCC-BLS de SunPumps son convertidores de potencia de CC controlados por microprocesador de alta calidad diseñados como la interfaz entre un motor de bomba sumergible de CC sin escobillas sin sensor y la matriz solar. El propósito principal de un controlador de la serie PCC-BLS es la conmutación del motor, suministrar el seguimiento del punto de máxima potencia para los módulos solares y proporcionar protección para el controlador.

Selección de los módulos solares fotovoltaico y su conexión

Para la selección módulos fotovoltaicos es de mucha importancia conocer el promedio de la radiación solar, para esto es importante realizar mediciones en la zona de estudio.

En esta propuesta se realizaron estas mediciones a lo largo de una semana, los datos obtenidos se muestran a través del siguiente gráfico:

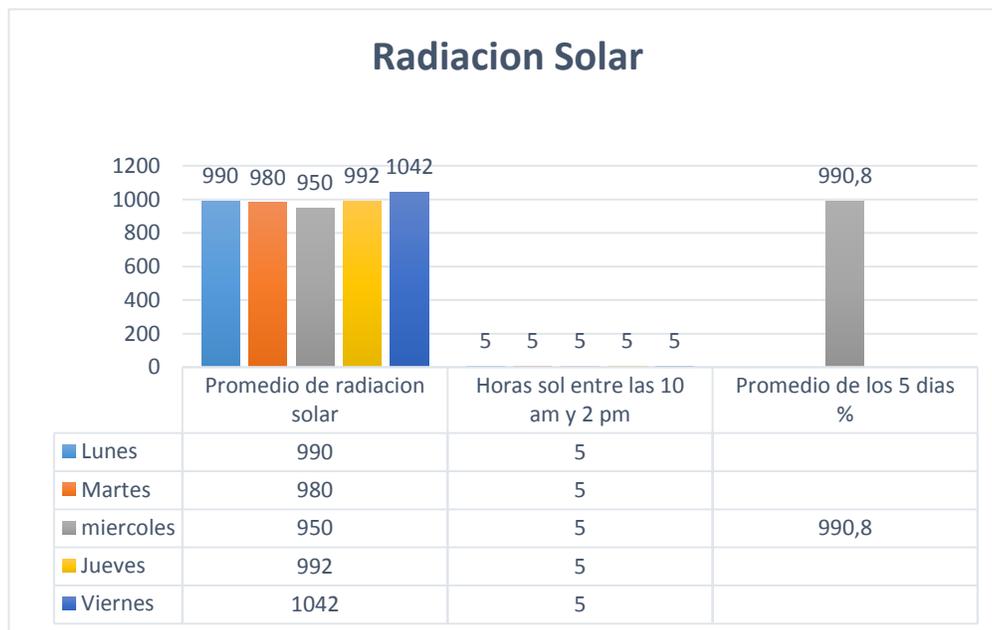


Figura 5. Radiación solar promedio de la finca

Tabla 4. Característica de los paneles solares a instalar.

Potencia del Panel Solar	340W
Tipo de Célula del Panel Solar	Poli cristalino
Rigidez del Panel Solar	Rígido
Dimensiones del Panel Solar	1956 x 992 x 40 mm
Tensión Máxima Potencia	38.5V
Corriente en Cortocircuito	9.45A
Eficiencia del Módulo	17.50%
Amperios Máximos de Salida	8.84A
Tensión en Circuito Abierto	46.4V
Voltaje de Trabajo del Panel Solar	24V
Peso del Panel Solar	20.9Kg
Garantía del Panel Solar	25 años

En el gráfico se puede observar que la zona de Santa Cruz tiene un promedio de la radiación solar de 990.8 wh/m^2 , durante la medición de 5 días, dato que es relativamente parecido al informe de Global Solar Atlas.

Para la selección de los paneles de propuesta se validaron los datos del controlador de carga que viene de fábrica, con la bomba ya seleccionada. Se requiere una conexión en serie de las placas solares para tener los parámetros requeridos por controlador los cuales son: Rango de voltaje nominal de 75v-120v, intensidad de 12.5A y potencia.

A continuación, se presentan las características de los módulos fotovoltaicos seleccionados para esta propuesta:

Conexión en serie

La conexión elegida para los módulos fotovoltaicos a instalar es la conexión en serie en donde la potencia de cada panel se sumara al igual que el voltaje, pero la intensidad de este será igual por lo cual en este proyecto se instalaran 4 placas fotovoltaicas de 24v, con intensidad de corriente de 8.84 Amperios y con potencia de 340w cada una, las cuales se conectaran en serie para obtener una potencia total de 1,360w y un voltaje de 96v, manteniendo su intensidad, este tipo de conexión es la adecuada para el regulador de carga de la bomba a utilizar en esta propuesta.

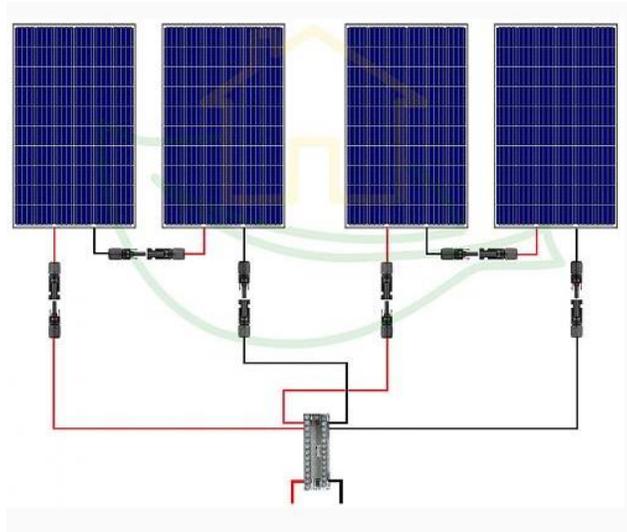


Figura 6. Arreglo solar fotovoltaico en serie

Fuente: <https://autosolar.pe/blog/aspectos-tecnicos/conexion-en-serie-y-en-paralelo-de-paneles-solares>

Diseño final del sistema solar fotovoltaico

A continuación, se presenta el diseño final realizado para la propuesta de la instalación solar fotovoltaica para el bombeo del cultivo de la finca Santa Cruz, el esquema presentado a continuación muestra las mejoras a realizarse en la zona de estudio.

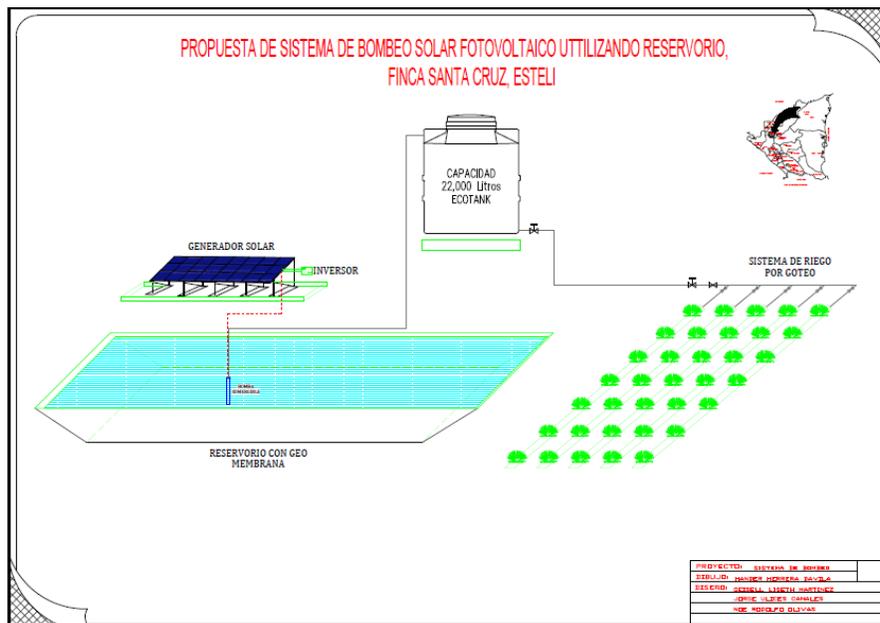


Figura 7. Diseño final de sistema de bombeo propuesto

OE4. Analizar el beneficio económico y ambiental que genera el proyecto de bombeo solar fotovoltaico.

Beneficio Económico

Para analizar el beneficio económico de este proyecto fue necesario calcular los efectos financieros VAN Y TIR, con el fin de conocer la rentabilidad del mismo.

Según resultados de los cálculos realizados, demuestran que conviene realizar este proyecto dado que la tasa de retorno es mayor al 8 %.

Tabla 5. Tasa de interés e inversión inicial del proyecto

Tasa de interés	Inversión inicial
8%	\$6,944.00

Este procedimiento se realizó por medio de la calculadora en Excel que permite calcular el valor actual neto (VAN) Si introduces una tasa de descuento y aparte te permite calcular también automáticamente la tasa interna de retorno (TIR).

Tabla 6. Calculo de TIR y VAN

Cálculo de TIR y VAN

Nombre del proyecto:	sistema de bombeo solar		
TNA de inversión alternativa	8%		
Cantidad de Años	5		

AÑOS	FLUJO DE FONDOS			
0	-\$ 6,944.00			
1	\$ 2,000.00			
2	\$ 2,100.00			
3	\$ 1,960.00			
4	\$ 1,800.00			
5	\$ 1,200.00			

sistema de bombeo solar	0
TIR	10%
VAN	\$403.93
TIR	
VAN	\$0.00

Decisión de realizar los proyectos versus no hacerlos - comparación de TIR vs TNA de mercado

Me conviene invertir en sistema de bombeo solar dado que me da un rendimiento de 010% y el mercado de 008%

Me conviene invertir en 0 dado que me da un rendimiento de y el mercado de 008%

Decisión entre proyectos- Comparción de VAN

Me conviene invertir en sistema de bombeo solar ya que su VAN es mayor que la/el 0

A través de los resultados obtenidos por medio del cálculo del VAN y TIR se demuestra que el proyecto de instalación fotovoltaica para el riego propuesto para la finca santa cruz es viable dado que provee un rendimiento del 10 % lo que es superior a la tasa de retorno que es del 8 %.

Otra forma en la que se pueden observar los beneficios económicos relevantes que trae consigo este proyecto en comparación con las energías convencionales, es que se evita el pago de facturación por energía consumida mensualmente.

Beneficio Ambiental

Por medio de la realización de esta propuesta se determinó que este proyecto es de gran importancia, no solo para el ámbito económico, sino también ambiental, ya que es una fuente natural e inagotable que constituye a reducir la contaminación emitida por medio de combustibles fósiles.

Estos sistemas, contribuyen al autoabastecimiento de energía y es menos perjudicial para el medio ambiente, evitando los efectos de su uso directo, contaminación atmosférica, residuos y los derivados de su generación.

En la presente propuesta se realiza el cálculo para determinar la cantidad de Emisiones de CO₂, que se reduce con la implementación del proyecto de bombeo solar presentado.

A través de la realización de este cálculo se permitió conocer que la cantidad de CO₂ que se reduciría al llevarse a cabo este proyecto es de 8.42 toneladas, es por ello que podemos decir sin duda alguna que el bombeo utilizando energía solar es favorable con el medio ambiente.

Tabla 7. Calculo de reducción de CO₂ con la implementación del proyecto

Combustible	Consumo anual	Unidades	Factores de emisión			Poder calorífico	Unidades	Emisiones anuales (tCO ₂ eq)			Emisiones anuales (tCO ₂ e q)
			CO ₂ (ton/MJ)	CH ₄ (kg/MJ)	N ₂ O (kg/MJ)			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Diésel	3150	Litros	0.0000741	0.0000039	0.0000039	5,650	MJ/bl	8.29	0.01	0.12	8.42

CONCLUSIONES

El principal objetivo de este trabajo se alcanzó, al poder desarrollar un sistema de bombeo solar fotovoltaico para extracción de agua de estanque y su utilización para riego en la finca Santa Cruz, de la comunidad Santa Cruz, departamento de Estelí, el cual es totalmente funcional y con gran importancia para llevar a cabo las actividades de producción en la finca evitando pérdidas económicas.

Se realizaron los cálculos necesarios para obtener el sistema de bombeo solar en el cual se proyecta la instalación de una bomba de la compañía SunPumps Brushless, modelo SCS 18-105-120Y BL, la cual cumple con las necesidades de bombeo requerido para el sistema, y cuenta con un controlador de carga de fábrica con rango de voltaje nominal 75-120v, por lo cual en este proyecto se instalarán 4 módulos fotovoltaicos de 24v, con intensidad de corriente de 8.84 Amperios y con potencia de 340w cada uno, estos serán conectados en serie para obtener una potencia total de 1,360w y un voltaje de 96v.

En comparación con un sistema usado tradicionalmente, el sistema propuesto tiene un tiempo de recuperación de cinco años de la inversión inicial, que es de \$6,944.00, a través del cálculo del VAN Y EL TIR se pudo determinar que el proyecto es viable.

Con este tipo de proyectos se evita el pago de facturación por energía consumida mensualmente, ya que solamente se realizará una inversión única en la instalación del sistema y ya instalado se invertirá en mantenimientos los cuales tienen bajo costo.

Determinamos a través del estudio de impacto ambiental que se reduce 8.42 toneladas de CO₂ anual esto comparado con una bomba accionada por combustible, al utilizar energías renovables se reduce la huella de carbono ya que no se generan prejuicios para el medio ambiente.

RECOMENDACIONES

En función de los resultados obtenidos y las conclusiones formuladas, se plantean las siguientes recomendaciones, dirigidas a sistema de bombeo solar fotovoltaico para riego, para contribuir con la tecnificación de la finca Santa Cruz, de la comunidad Santa Cruz, departamento de Estelí, en este caso los propietarios, interesados en mejorar el sistema de abastecimiento de agua.

1. Aprovechar más las horas sol disponibles, para potenciar el uso del sistema de bombeo solar fotovoltaico para riego, para contribuir al ahorro de recursos.
2. Controlar el nivel del agua del reservorio para que el tanque de almacenamiento contenga agua en caso de emergencia y para que las personas que están más alejadas tengan el servicio de agua de forma constante.
3. Elaborar un plan de Manejo del agua por cualquier problema que pueda ocurrir, ya sea una disminución del caudal o una sequía ocasionada por el cambio climático.

BIBLIOGRAFIA

- A. m. (1 de noviembre de 2017). *situación de los recursos hídricos en Centroamérica*. Obtenido de situación de los recursos hídricos en Centroamérica: <https://www.uca.edu.ni>
- Arceda, M. R., & Hernadez, A. D. (2012). *Proyecto de riego por goteo utilizando energia solar para el cultivo del aguacate en la finca ojo de agua, San Francisco Libre*. Managua.
- Barrau, J. (2009). Master en energía prar el desarrollo sostenible. En J. Barrau, *Energía solar fotovoltaica* (pág. 200). Catalunya: Fundación Politécnica de Catalunya.
- Cassals, M. R. (2008). *Evaluación de Recursos Energéticos Renovables* (Segunda Edición 2008 ed.). Catalunya, Barcelona, España: Elisabet Amat, Asthriesslav Rocuts.
- Castillo Lopez, J. (2016). *Recursos Humanos*. Masaya: Planeta.
- Centeno, G. D. (2017). *Propuesta de un sistema de bombeo solar fotovoltaico para riego por goteo en la finca Concepción comarca Ato viejo San Nicolás*. ESTELI.
- Dávila, L. E., & Centeno, Á. R. (2017). *Propuesta de un sistema de bombeo solar fotovoltaico para riego por goteo en la finca Concepción comarca Ato viejo San Nicolás*. ESTELI.
- Fernandez Salgado, J. M. (2010). *Compendio de Energia Solar: Fotovoltaica, Termica y Termoeléctrica*. Madrid: Ediciones MUNDI PRENSA.
- García, M. (1989). *El agua - Oferta hidrica*. Obtenido de Hidrología y Recursos hídricos: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>
- Gasquet, H. (2006). *Conversión de la Energía Solar Fotovoltaica en Energía Eléctrica*. Mexico, DF: Print Mexico.
- González González, A. (Noviembre de 2011). *DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA - IES -*. Obtenido de Apuntes energía : <https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2011/11/apuntes-energic3ada.pdf>
- Gonzalez, A. G. (2008). *Energia renovable y eficiencia energetica*. Obtenido de Apuntes-energetico: <https://www.cienciascanaria.es>
- GONZÁLEZ, A. N. (11 de Febrero de 2009). <https://www.elblogsalmon.com/>. Obtenido de <https://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/que-son-el-van-y-el-tir>
- GPW. (noviembre de 1 de 2017). *Asociacion mundial para la salud*. Obtenido de Asociacion mundial para la salud: <https://www.uca.edu.ni/noticias>
- Hernadez, R. . (04 de marzo de 2010). *Metodologia de la investigacion*. Obtenido de Metodologia de la investigacion 5ta edicion: <https://pensamientosde sistemas aplicados.blogspot.com>
- Idainature. (17 de 2 de 2017). *Agricultures*. Obtenido de <https://agriculturers.com/conceptos-basicos-sobre-demanda-de-agua-de-los-cultivos/>

- Intertek. (26 de Diciembre de 2019). <https://www.intertek.es>. Obtenido de <https://www.intertek.es/medioambiente/emisiones-co2/calculo-de-emisiones-dioxido-de-carbono/>
- lagartillo", “. d. (2016). *MSc. Luis Lorenzo Fuentes Peralta* . ESTELI.
- Lanuza, G. D. (2017). *Propuesta de un sistema de bombeo solar fotovoltaico para riego por goteo en la finca Concepción comarca Ato*. Esteli.
- Lorentz. (15 de Agosto de 2016). *Lorentz: Aplicaciones de agua potable*. Obtenido de <https://www.lorenz.de/es/aplicaciones/agua-potable.html>
- Lucas, F. S. (2012). Obtenido de <http://fundacion san lucas -nicaragua.jimdo.com/>
- Lucas, F. S. (2012). *Fundacion* . Obtenido de Fundacion: <http://fundacion san lucas - nicaragua.jimdo.com/>
- Lucas, F. S. (2012). *Fundacion San Lucas*. Obtenido de Fundacion San Lucas : <http://fundacion san lucas -nicaragua.jimdo.com/>
- Lucas, F. S. (2012). *Fundacion san Lucas* . Obtenido de Fundacion San Lucas: <http://fundacion San Lucas-nicaragua.jimdo.com/>
- Lucas, F. S. (2012). *Fundacion San Lucas* . Obtenido de Fundacion San Lucas: anaac.org.ni
- Meah, K., Ula, S., & Barrett, S. (2006). Solar photovoltaic water pumping—opportunities. *ELSEVIER*, 14.
- Mendoza, H. S. (2010). *Metodologia de la investigacion*. Mexico: Mcgranw-Hill.
- Mott, R. L. (2006). *Mecánica de fluidos* (Sexta edición ed.). Ciudad Juárez, México: PEARSON Educación.
- ONU, O. d. (18 de marzo de 2019). *Naciones Unidas* . Obtenido de Naciones Unidas : <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>
- Paneles Solares Flexibles. (15 de Agosto de 2011). TECNOSOL. *TECNOSOL Energia en sus manos* , 1.
- Peralta, M. L. (2016). *Modelo de evaluación integral sostenible para los sistemas de bombeo solar fotovoltaicos en comunidades rurales El limón y El lagartillo*. ESTELI.
- pimerisima, r. l. (2010). Prodesec del IDR beneficia a pequeños productores de las zonas de Leon y Chinanfega.
- Posorky, R. (1996). "Photovoltaic water pumps, an attractive tool for rural drinking water supply". *Solar Energy*, 58, 155-163.
- PRODESC, I. (mayo de 2010). *Instituto de desarrollo rural*. Obtenido de Instituto de desarrollo rural: www.radiolaprimerisima.com
- Rivas, D. A., & Blandón, J. A. (Septiembre de 2014). *Estudio de preinversión de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua en la comunidad de San Antonio del Municipio de Jinotepe*. Managua.
- Sanchez Marquez, M. O. (2010). La entrevista.

Sandia National Laboratories (SNL). (2001). Guía para el Desarrollo de Proyectos de Bombeo de agua con Energía Fotovoltaica . 1, 36.

Sitio solar. (15 de Agosto de 2016). *Paneles solares fotovoltaicos*. Obtenido de <http://www.sitiosolar.com/los-paneles-solares-fotovoltaicos/>

sustentables, T. y. (30 de 6 de 2019). *Tecnología y Materiales Sustentables S.A. de C.V.* Obtenido de <https://www.tmsmx.com/informacion/sistema-fotovoltaico/aislado>

Tipos de paneles. (15 de Agosto de 2016). *Energía solar ventajas y desventajas*. Obtenido de <http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/2014/07/24/tipos-de-paneles-solares-ventajas-y-desventajas/>

Vicente González, E. V. (2009). *Componentes del sistema fotovoltaico, Energía Solar Fotovoltaica*. Catalunya, Barcelona, España: Asthriesslav Rocuts, Elisabet Amat.