

Generación de tecnologías para el manejo sostenible del agua, caso de estudio Estación experimental para el estudio del trópico seco “El Limón”

Seyling Alejandra Siles Bucardo
seylingsiles31@gmail.com

Rosa Melania Aráuz Vargas
romarauz811@gmail.com

Priscila Gizelle Castro Rodríguez
prisscastro31@gmail.com

Edwin Antonio Reyes Aguilera
edwinra11@gmail.com

RESUMEN

En este estudio se da a conocer la propuesta de un sistema de captación, distribución y almacenamiento de aguas pluviales mediante bombeo solar fotovoltaico para riego en la estación experimental “El Limón”. Se realizó un estudio de tipo observacional, descriptivo simple, retro-prospectivo de corte transversal. Las técnicas utilizadas en la recolección de datos fueron, la entrevista a docentes investigadores de la estación, además de una guía de observación para obtener datos visibles del estado actual de la captación de agua. Se utilizó una plantilla en Excel que contiene todos los algoritmos de cálculo, en el diseño de la propuesta de captación y almacenamiento de agua se utilizó el software de diseño AutoCAD y Sketchup. Los resultados obtenidos demuestran que la estación cuenta con diversas fuentes de abastecimiento y es utilizada principalmente para el consumo humano, consumo de ganado menor, mayor y para riego de cultivo de granos básicos y forraje, usando riego por aspersión e inundación. Gran parte de las tuberías que forman parte del sistema de captación se encuentran en mal estado, el volumen de almacenamiento neto para un área de 548.57m² de captación debe ser de 320.19m³, lo que se consigue con una pila de almacenamiento de 11m x 10m x 3m, obteniendo un total de 330m³. El tamaño del sistema fotovoltaico resultante es de 700 W y una bomba de 0.75HP. Se concluyó que la necesidad principal del lugar es abastecer los cultivos ya que son parte fundamental para mantener el atractivo de la estación experimental, el sistema de recolección de las aguas de lluvias actual ubicado en el edificio principal de la estación experimental es deficiente, por ende, contempla el reemplazo total del sistema de captación.

Palabras clave: captación, distribución, almacenamiento y sistema fotovoltaico.

ABSTRACT

This study discloses the proposal for a system for the collection, distribution and storage of stormwater by solar photovoltaic pumping for irrigation in the experimental station "El Limón". An observational, simple descriptive, retro-prospective cross-sectional study was carried out. The techniques used in data collection were observation, the interview was the station's research teachers, as well as an observation guide to obtain visible data on the current state of water collection. In the elaboration of sizing a template was used in Excel

that contains all the calculation algorithms, in the design of the water collection and storage proposal the AutoCAD and Sketchup design software was used. The results obtained show that the station has various sources of supply and is mainly used for human consumption, consumption of smaller livestock, cattle and for irrigation of basic grain cultivation and fodder, using spray irrigation and flooding. Much of the pipes that are part of the collection system are in poor condition,. According to calculations made the net storage volume for an area of 548.57m² capture should be 320.19m³, which is achieved with a storage stack of 11m x 10m x 3m, obtaining a total of 330m³. The resulting photovoltaic system size is 700 W and a 0.75HP pump. It was concluded that the main need of the site is to supply the crops as they are a fundamental part of maintaining the attractiveness of the experimental station, the current rainwater collection system located in the main building of the experimental station is deficient, therefore it contemplates the total replacement of the collection system.

Keywords: acquisition, distribution, storage and photovoltaic system

INTRODUCCIÓN

En el presente estudio se desarrolló una propuesta sobre una tecnología alternativa, para el manejo racional y eficiente de aguas pluviales, traerá grandes beneficios para la producción de alimentos con una contribución a la seguridad alimentaria de igual manera permitiendo un proceso de mejora de la calidad de vida. Se tomó en cuenta la Estación Experimental “El Limón” siendo este un punto teórico práctico para nuestra propuesta la cual puede ser usada en comunidades que presenten condiciones similares

Se propone la captación de agua de lluvia porque es un medio fácil de obtención de agua para consumo humano y/o uso agrícola, es utilizado en lugares donde la precipitación pluvial y la calidad son adecuadas para estos fines. Al efecto, el agua de lluvia es interceptada, colectada y almacenada en depósitos para su posterior uso.

El cambio climático y la variabilidad climática han alterado los patrones de precipitación en la región, lo que afecta en general al sector agrícola, pero en mayor medida a la agricultura familiar que es altamente dependiente de la lluvia. Se estima que un millón de hogares vive de la agricultura de subsistencia en el Corredor Seco y están menos preparados para enfrentar periodos de sequía extrema (FAO, 2013).

La presente investigación, apunta a una propuesta de tecnología como alternativa, para el manejo racional y eficiente del agua, un recurso natural fundamental para el desarrollo de la vida en general, el cual se ha convertido en un recurso escaso debido al cambio climático y a la falta de comprensión de la gravedad del problema por parte de las personas.

Cuando se habla de crisis de agua se pueden mencionar tres aspectos principales que la envuelven; la distribución, el acceso y la calidad del vital líquido, por eso es muy importante que la población en general se involucre en el cuidado y preservación, para tener un desarrollo sostenible de las fuentes hídricas. Este trabajo investigativo pretende la

búsqueda de opciones tecnológicas y prácticas que permitan hacer frente a estos retos que impone el cambio climático para la población rural.

En las zonas secas o con mayor irregularidad hídrica, son los pozos de captación de aguas de lluvia o reservorios los que más se usan, junto a la búsqueda o perforación de fuentes subterráneas. Los reservorios son excavaciones que se realizan en puntos en donde hay escorrentías de agua superficial o se aprovechan para la época de invierno, con el objetivo de retener y almacenar el agua, para luego aprovecharla de múltiples maneras según (Laguna, 2013).

La captación de agua o cosecha de agua lluvia no es una práctica moderna, ha sido usada desde tiempos antiguos. Los sistemas elaborados de cosecha de aguas lluvias, transporte y almacenamiento, han sido documentados desde la Edad del Bronce en la civilización minoica en Grecia (3500 aC); la civilización del Valle del Indo (3000-1500 aC); los mayas en Centroamérica (de 2000 aC) o posteriormente los Incas en Perú (desde 1200). En cada civilización, había sistemas sofisticados de cosecha de aguas lluvias que proporcionaban agua para palacios, ciudades y aldeas (Global Water Partnership central america, 2016).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se entiende por captación y aprovechamiento del agua de lluvia todo tipo de esfuerzo técnico, simple o complejo, surgido de la iniciativa de los agricultores o desarrollado científicamente, para aumentar la cantidad de agua de lluvia que se almacena en el suelo o en estructuras construidas, de tal manera que pueda ser utilizada posteriormente, bajo condiciones de déficit de lluvias.

La captación, es la superficie destinada para la recolección del agua lluvia. La mayoría de los sistemas utilizan la captación en los techos, los cuales deben tener adecuada pendiente (no inferior al 5%) y superficie, que faciliten el escurrimiento del agua lluvia hacia el sistema de recolección.

Recolección y Conducción, es el conjunto de canaletas adosadas en los bordes más bajos del techo, con el objeto de recolectar el agua lluvia y de conducirla hasta el sitio deseado. Las canaletas se deben instalar con una pendiente no muy grande que permitan la conducción hasta los bajantes.

Almacenamiento, es el depósito destinado para la acumulación, conservación y abastecimiento del agua lluvia a los diferentes usos (Salud, 2004).

La energía es de vital importancia para el desarrollo rural en cualquier país. Con ella es posible llevar a cabo los trabajos que el hombre por sí solo es incapaz de hacer. Existen diversas fuentes de energía, entre ellas están los combustibles fósiles y las fuentes de energía renovable como el sol y el viento. La energía solar fotovoltaica (FV) se denomina renovable debido a que se trata de un recurso limpio, abundante e inagotable. Las aplicaciones más comunes que utilizan la tecnología de renovables en el sector rural son, iluminación, bombeo de agua para consumo humano y para riego por goteo, cercos eléctricos, aireación de estanques y sistemas de secado de productos agrícolas (Miranda, y otros, 2009).

MATERIALES Y MÉTODOS

En cuanto al enfoque filosófico, por el uso de instrumentos de recolección de la información, análisis y vinculación de datos, el presente estudio se realizará mediante un enfoque cuantitativo. De acuerdo al método de investigación el presente estudio es observacional, y según el nivel de profundidad del conocimiento es descriptivo. De acuerdo, al tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, el estudio es retro-prospectivo (Pineda, de Alvarado, & de Canales, 1994), por el período y secuencia del estudio es transversal.

El estudio de este proceso investigativo se realizó en la Estación Experimental “El limón” de la FAREM-Estelí.

Se utilizó una guía de observación como técnica de recogida de datos con la intención de obtener datos visibles del estado actual de la captación de agua y que complementa la información recogida mediante otros instrumentos. Para la elaboración de esta guía se organizó un eje para la recolecta de datos específicos que registre las condiciones físicas del sistema de captación, estado de los canales, tuberías y pila de captación. El proceso de recolección mediante la entrevista se realizó de acuerdo a (Reyes, 2017):

Se realizaron múltiples visitas a la estación experimental con el objetivo de indagar el estado actual de las estructuras de los sistemas de captación existentes y de los puntos potenciales de captación, de la mano del responsable de producción de la estación experimental el cual señaló puntos claves a tomar en cuenta para una futura propuesta de un sistema de captación y almacenamiento del agua de lluvia y permitió la familiarización con el entorno en el que se está trabajando.

Por medio del software AUTOCAD se realizó el diseño de todo el sistema tomando en cuenta cada componente y las medidas respectivas, a continuación, se pasa el diseño a el programa SKETCHUP para tener una idea más clara de cómo funcionaría la propuesta.

RESULTADOS

La Estación Experimental El Limón cuenta con diversas fuentes de abastecimiento, un pozo perforado, tienen acceso al río Estelí y están conectados a la red de agua potable de la comunidad.

Al respecto, se puede apreciar en palabras de los entrevistados:

“Un pozo perforado, al río Estelí y agua potable de la comunidad”.

“Se cuenta con un pozo artesiano, río y agua potable de la comunidad”.

“Pozo con bombeo eléctrico, pila y agua potable de la comunidad”.

En invierno principalmente aprovechan el agua de lluvia directamente a los cultivos, utilizan el agua de pozo para llenar los tanques para el mantenimiento del edificio principal y el agua potable de la comunidad para uso doméstico.

Al respecto, se puede apreciar en palabras de los entrevistados:

“Principalmente se utiliza la del pozo perforado y la del agua potable de la comunidad”.

“Se usa el pozo y la red comunitaria”.

“Río, agua potable y agua de lluvia”.

En verano utilizan el agua de pozo tanto para el mantenimiento del edificio como para el riego de los cultivos, lo cual exige una mayor demanda y el agua de potable de la comunidad para uso doméstico. En verano no se siembra ya que no se puede regar con en la misma cantidad, solo se mantienen los cultivos perennes que ya están sembrados.

Al respecto, se puede apreciar en palabras de los entrevistados:

“Se utilizan prácticamente las mismas fuentes que en invierno”.

“Siempre el pozo y la red de agua potable, pero con mayor frecuencia y mayor demanda de agua. En verano no se siembra ya que no se puede regar con en la misma cantidad, solo se mantienen los cultivos perennes que ya están sembrados”.

“Agua potable de la comunidad, pozo”.

La estación experimental cuenta con un sistema de captación instalado en el edificio principal pero que actualmente se encuentra inhabilitado. Se cuenta con canales instalados en el techo, una red de tuberías y una caja de registro.

Al respecto, se puede apreciar en palabras de los entrevistados:

“Actualmente no tienen un sistema de captación, se cuenta con canales instalados en el techo pero que no están en funcionamiento”.

“No existe un sistema de captación”.

“Hay una instalación para captación de agua de lluvia, pero no está en funcionamiento porque el plástico de las membranas salió fallado y no se pudo utilizar. La capacidad de las membranas era muy baja y no soportó la cantidad de agua”.

Cuentan con diferentes sistemas de almacenamiento a los que se bombea el agua del pozo como son un tanque zamorano, una pila en el lado sur de la estación y dos tanques rotoplas para abastecer los servicios básicos del edificio. Anteriormente gracias a una donación del MARENA se instaló un sistema de captación utilizando como almacenamiento dos membranas las cuales no funcionaron ya que no estaban en buen estado.

Al respecto, se puede apreciar en palabras de los entrevistados

“Cuentan con un Tanque Zamorano y una pila en el lado sur de la estación”.

“Un tanque zamorano, la pila y el pozo. Anteriormente gracias a la donación del MARENA se instaló un sistema de captación utilizando como almacenamiento dos membranas las cuales no funcionaron ya que no estaban en buen estado”.

“La pila que se llena con el pozo, hay dos tanques rotoplas para abastecer los servicios básicos del edificio (inodoro, lavamanos) los cuales son abastecidos con el pozo, el consumo humano es del agua potable de la comunidad”.

El agua se utiliza para el consumo humano, para el consumo de ganado menor (cerdos, oveja y aves de corral), ganado mayor bovino y para riego de cultivo de granos básicos y forraje, usando riego por aspersión e inundación.

Al respecto, se puede apreciar en palabras de los entrevistados:

“Se utiliza para el consumo de ganado menor y mayor y actividades agrícolas, en las cuales se realiza el riego por aspersión”.

“Para el consumo humano, para el consumo de ganado menor (cerdos, oveja y aves de corral) y ganado mayor bovino. Para riego de cultivo de granos básicos y forraje, usando riego por aspersión e inundación”.

“Aguadero de los animales con el agua de pozo, para los cultivos el riego por aspersión”.

Durante las visitas a la estación experimental “El limón”, se logró identificar diferentes lugares como puntos potenciales para establecer una red de captación y así aprovechar el agua de lluvia para satisfacer los requerimientos de la Estación experimental en sus actividades productivas, se sugiere que estos cinco puntos de captación sean explotados y así beneficiar a la estación y de la misma manera contribuir con el medio ambiente. El agua, es una de las necesidades básicas de los cultivos, como también es necesaria para sustentar el crecimiento.

El corral cuenta con un canal que direcciona el agua de lluvia, pero esta no es almacenada por lo tanto es agua que se pierde sin darle un valor ocupacional.

Se observó una gran fracción de las tuberías que forman parte del sistema de captación existente pero que no está en funcionamiento, el agua que cae a través de los canales hacia la caja de registro se pierde debido a que no están conectados hacia un sistema de captación.

Caja de registro destinada a la inspección y despejo de las tuberías de desagüe y facilitar la evacuación del agua captada. Ya que no se cuenta con una tapa de protección para la caja, queda expuesta y puede llegar a llenarse de basura u otro tipo de sedimentos.

El edificio principal es el área de recolección de agua de lluvia con las dimensiones más grandes que se puede utilizar para una futura instalación de una red de captación del elemento de precipitación.

Los datos de precipitación fueron proporcionados por la estación experimental de FAREM Estelí “El Limón”, de los años 2014 – 2017.

Tabla 1. Promedio anual

mes	Años				Promedio mensual
	2014	2015	2016	2017	
enero	0.20	2.8	0.4	0.3	0.92
febrero	0.40	0.0	0.0	0.0	0.10
marzo	1.30	0.8	9.5	0.9	3.13
abril	6.20	47.2	48.4	34.2	34.00
mayo	13.70	8.3	71.8	187.0	70.20
junio	98.90	242.8	113.8	38.2	123.43
julio	42.90	33.0	56.1	0.0	33.00
agosto	165.90	0.2	166.3	84.8	104.31
septiembre	161.00	152.4	71.2	179.2	140.95
octubre	184.80	4.8	134.7	199.7	130.99
noviembre	3.10	3.1	22.7	1.2	7.52
diciembre	0.20	1.0	0.6	0.3	0.51
Total anual	678.60	496.32	695.49	725.79	2596.21
promedio anual					649.052522

El área de captación del agua lluvia la podemos obtener con la siguiente ecuación.

Área de captación

$$A1 = (L1 * h1 / 2) + (L2 * h2 / 2) + \dots + (L6 * h6 / 2)$$

$$A1 = 367.67 \text{ m}^2$$

Ecuación 1. Área de captación hexágono

$$A2 = a * b$$

$$A2 = 8.4 * 6$$

$$A2 = 50.4 \text{ m}^2$$

Ecuación 2. Área cuadrada

$$\text{Volumen captado m}^3$$

Tabla 2. Precipitaciones

Mediciones (m)							
	Oeste	sur	sureste	este	noreste	norte	Área
Edificio principal	21.5	8.5	8.5	21.5	8.5	8.5	367.67
	largo	ancho	Área m2				
bodega / bar	8.4	6	50.4				
Caseta de seguridad	9	5	45				
Caseta bomba	3	3	9				
Gallinero	25.5	3	76.5				
	45.9	17					
Área total	548.57	m2					

Se realizaron mediciones de los edificios antes mencionados obteniendo un área del edificio principal de 367.67m², la bodega/bar con un área de 50.4 m², la caseta de seguridad de 45m², la caseta de la bomba 9 m² y los corrales de 76.5 m². Para obtener un área total de 548.57 m².

A partir de los datos promedio mensuales de precipitación de los últimos años se obtiene el valor promedio mensual del total de años evaluados. A partir de la dotación asumida por persona se calcula la cantidad de agua necesaria para atender las necesidades de la familia o familias a ser beneficiadas en cada uno de los meses.

Teniendo en cuenta los promedios mensuales de precipitaciones de todos los años evaluados, el material del techo y el coeficiente de escorrentía, se procede a determinar la cantidad de agua captada para diferentes áreas de techo y por mes.

Teniendo como base los valores obtenidos en la determinación de la demanda mensual de agua y oferta mensual de agua de lluvia, se procede a calcular el acumulado de cada uno de ellos mes a mes encabezado por el mes de mayor precipitación u oferta de agua.

Tabla 3. Resultados de bases del diseño

Demanda por día	357.142857	2500				
Coficiente de escorrentia	0.9					
Area total de captacion	548.57					
mes	Promedio de precipitación (mm)	Abastecimiento m3		Demanda m3		Diferencia (m3)
		Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	
enero	0.92	0.46	0.46	10.71	32.13	-31.67
febrero	0.10	0.05	0.51	10.00	42.13	-41.62
marzo	3.13	1.54	2.05	11.07	53.20	-51.15
abril	34.00	16.79	18.83	0.00	53.20	-34.37
mayo	70.20	34.66	53.49	0.00	0.00	53.49
junio	123.43	60.94	114.43	0.00	0.00	114.43
julio	33.00	16.29	130.72	0.00	0.00	130.72
agosto	104.31	51.50	182.22	0.00	0.00	182.22
septiembre	140.95	69.59	251.81	0.00	0.00	251.81
octubre	130.99	64.67	316.48	0.00	0.00	316.48
noviembre	7.52	3.71	320.19	0.00	0.00	320.19
diciembre	0.51	0.25	320.45	11.07	11.07	309.37
Total anual	649.05	320.45			Max	320.19
					Min	-51.15

A continuación, se procede a calcular la diferencia de los valores acumulados de oferta y demanda de cada uno de los meses. Las áreas de techo que conduzcan a diferencias acumulativas negativas en alguno de los meses del año se descartan porque no son capaces de captar la cantidad de agua demandada por los interesados.

El área mínima de techo corresponde al análisis que proporciona una diferencia acumulativa próxima a cero (0) y el volumen de almacenamiento corresponde a la mayor diferencia acumulativa. Áreas de techo mayor al mínimo darán mayor seguridad para el abastecimiento de los interesados.

Tabla 4. Diferencias acumulativas

Area de techo (m2)	Diferencias acumulativas (m3)	
	Máximo valor (Volumen de almacenamietno m3)	Minimo valor (volumen de reserva m3)
548.57	320.19	-51.15
	mayo-noviembre	abril

El volumen de almacenamiento neto para un área de 548.57m² de captación debe ser de 320.19m³, lo que se consigue con una pila de almacenamiento de 11m x 10m x 3m, obteniendo un total de 330m³.

Sistema de bombeo

Tomando en cuenta el tipo de cultivo que se siembran en el lugar, se propone el siguiente

Plastitank CÓNICO
RESISTENCIA POR GENERACIONES

Beneficios
Resina 100% virgen grado alimenticio
Protección antibacterial
Protección UV
Mantiene el agua a temperatura ambiente
Succión positiva y servicio por gravedad
Diseño estructural para resistir 45 años
Resistencia a más de 150 sustancias químicas
Espera para llenado con tubería de 1/2" y conector para salida 1 1/2"



Especificaciones

Capacidad lts.	Diametro m	Altura m	Personas
450	0.85	0.99	2
750	0.97	1.25	4
1,100	1.12	1.37	5
2,500	1.60	1.60	10

Accesorios



Disponibles en tecnología Tricapa y Bicapa.



Cinturones que garantizan la fortaleza del tanque.

Figura 1. Tanque Plastitank (Plastitank).

Determinación de la altura hidráulica de bombeo

- Cálculo de la carga dinámica total, aplicando la ecuación 3.
Carga dinámica $CD = 2\%$ por omisión * L

$$0.02 * (2 \text{ m} + 8 \text{ m} + 35) = 0.02 * 45 = \mathbf{0.9 \text{ m}}$$

$$CDT = CE + CD = 45 \text{ m} + 0.9 \text{ m} = \mathbf{45.9 \text{ m}}$$

- Potencia hidráulica diaria necesaria para la instalación, según ec.4.
 $Phd (W) = \rho * g * Hd * Q$

La capacidad de bombeo

$$Q = 2500 \text{ L} / 3 \text{ h} = 833.3 \text{ L/h} = 0.23 \text{ L/s} \text{ o } 13.8 \text{ l/min}$$

Con esto, la bomba a seleccionarse deberá tener una capacidad próxima a 833.3 L/h o 13.8 l/min.

$$Phd = 1,000 \text{ Kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2 \times 47.43 \times 0.93 = \mathbf{107 \text{ W}}$$

El margen indicado para la potencia hidráulica sería del 40%. $107 \times 40\% = 150W$

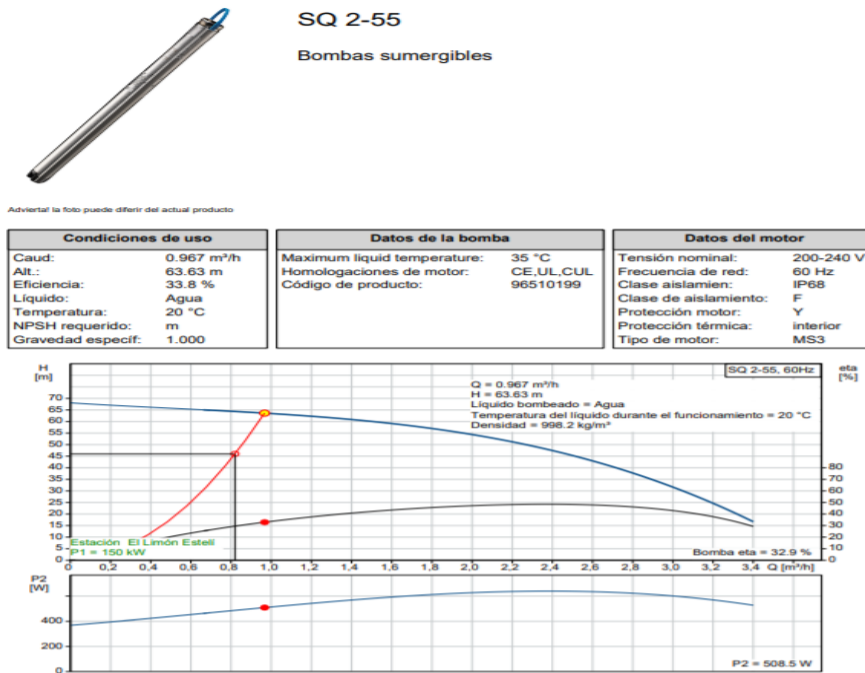


Figura 2 Bomba Grundfos (GRUNDFOS, s.f.).

La energía requerida por el sistema es de:

$$E_{sis} = 150 \text{ W} \times 3.3\text{h} = 495 \text{ Wh}$$

Tomando en cuenta la radiación solar para el mes de noviembre, considerado el más crítico, se necesitará instalar una potencia fotovoltaica de

$$P_{pv} = 495 \text{ Wh} / 4.58\text{h} = 108.07\text{W}.$$

Esto se lograría con un panel solar de **125 Wp**

Irradiación Solar: 4.58 KWm^2 para el mes más desfavorable (noviembre).

El tamaño del generador fotovoltaico será, ya corregido de

$$P'_{pv} = 108.07 \text{ W} / (0.85 \times 0.25) = 508.60 \text{ W}$$

Dejando un margen del 30%

$$508.60 \times 30\% = 660\text{W}$$

Se proponen 4 paneles de 175 Wp, a una tensión de 24v, conectados en serie.

A continuación, se muestra información del panel propuesto.

Se proponen 4 paneles de 175 Wp, a una tensión de 24v, conectados en serie. Se recomienda la instalación de placas solares mono cristalinas en climas fríos con tendencias

a tormentas o niebla, ya que este tipo de placas solares tienden a absorber mejor la radiación y soportan menos el sobrecalentamiento.

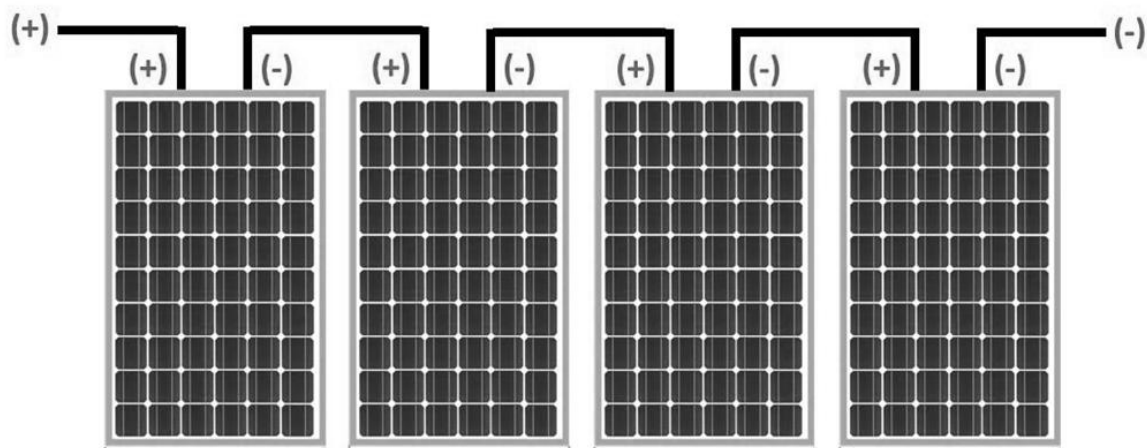


Figura 3. Conexión en serie de los módulos solares fotovoltaicos (Prostar, 2020).

CONCLUSIONES

Se lograron identificar las diferentes formas de uso del agua de lluvia captada para satisfacer las necesidades agrícolas de la Estación experimental El limón, donde se llegó a la conclusión que la necesidad principal del lugar es abastecer los cultivos ya que son parte fundamental para mantener el atractivo de la estación experimental.

El sistema de recolección de las aguas de lluvias actual, ubicado en el edificio principal de la estación experimental, es deficiente dado que en la mayoría de las partes que conforman el circuito de tuberías están incompletas por ende contempla el reemplazo total del sistema de captación como de la caja de registro, deben ser reubicada y sustituida por un diseño más eficiente y moderno, de igual manera, el sistema de almacenamiento de membranas que se utilizaba se encuentra en mal estado y desde un inicio dio problemas en su funcionamiento.

La propuesta fue dimensionada y diseñada para la estación experimental el Limón de la FAREM Estelí donde se planteó la instalación de un sistema de red de captación, distribución y almacenamiento mediante un sistema de bombeo solar fotovoltaico de 4 módulos solares fotovoltaicos de 175W y una bomba de agua de 0.75HP con una pila de almacenamiento con un volumen de 330m³ y un tanque con capacidad de 2.5 m³.

BIBLIOGRAFÍA

Global Water Partership central america. (2016). Cosecha de agua lluvia:sustento para la vida. *Entre aguas*, 4.

GRUNDFOS. (s.f.). *Grundfos*. Obtenido de <https://product-selection.grundfos.com/products/sq/sqc-2/sq-2-55-96510199?pumpsystemid=1210847570&tab=variant-specifications>

Laguna, M. a. (2013). *TECNOLOGIAS PARA EL USO SOSTENIBLE DEL AGUA: UNA CONTRIBUCION A LA SEGURIDAD ALIMENTA RIA Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO*. Tegusigalpa, Honduras .

Miranda, Villegas, Buitrago, Barrau, Gonzales , Vargas, & Alcazar. (2009). *Energía Solar Fotovoltaica*.

Pineda, E. B., de Alvarado, E. L., & de Canales, F. H. (1994). *Metodología de la investigación*. washington: Organizacion panamericana de la salud.

Plastitank. (s.f.). Ficha de especificaciones. *Plastitank*. Obtenido de <http://plastitank.com.ni/ficha-tecnica-conico-2/>

Prostar. (8 de agosto de 2020). *Prostar*. Obtenido de <https://www.prostarsolar.net/es/articulo/conexion-serie-de-placas-solares.html>

Sampier Hernandez, R., Fernandez Collado, C., & Lucio Baptista, P. (2007). En R. Sampier Hernandez, C. Fernandez Collado, & P. Lucio Baptista, *Metodologia de la investigacion*. McGraw-Hill Interamericana.