

MANUAL DE USO TÉCNICO DE SISTEMAS ENÉRGÉTICOS



Proyecto PRONAI: 319191

PROGRAMA B

EDITORES &

COLABORADORES

EDITOR

Ing. Ricardo A. Hernández Esperón

Dr. Bassam Ali

Dr. Mauricio A. Escalante Soberanis

AFILACIÓN

Asistente de investigación, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

Profesor investigador, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

Profesor investigador, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

COLABORADORES

Ing. Alejandro T. Casillas Reyes

M.C. Lifter O. Ricalde Cab

AFILACIÓN

Estudiante de Maestría, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

Profesor, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

CONTENIDO

GENERAL DEL MANUAL

Prólogo	01
Alcance del manual	02
Objetivo del manual	03
Estructura del manual	04
Agradecimientos	05
Referencias	06

PRÓLOGO

Este manual es producto de un estudio de conocimientos, actitudes y prácticas (CAP) realizado en comunidades indígenas mayas en el estado de Yucatán, México. Es un material para un programa de alfabetización que se encuentra en el marco de un proyecto de educación no formal, donde la educación es la herramienta para acceder al conocimiento en temas emergentes y necesarios.

En las últimas décadas se han venido desarrollando una serie de propuestas con la finalidad de buscar la solución a la crisis ambiental y energética que enfrentamos en la actualidad, así mismo, se busca lograr un equilibrio en las relaciones con la naturaleza, el medio cultural y social.

Con base a un estudio social sólido sobre las necesidades prioritarias de los beneficiarios locales, se implementaron sistemas energéticos como solución a dichas necesidades y así impulsar su economía, sin embargo, estos sistemas quedan bajo su supervisión y operación, por lo que, es necesario que la comunidad tenga el total conocimiento necesario del funcionamiento de estos sistemas y así garantizar la integridad de los equipos.

Un manual técnico de operación tiene como objetivo ser una guía de referencia para que el operador adquiera el conocimiento y el criterio necesario para manipular de forma correcta los equipos o sistemas sin comprometer su integridad.

ALCANCE DEL MANUAL

En este manual se presentan las características y el funcionamiento de los sistemas, sus condiciones de operación y sus componentes que intervienen para su correcto funcionamiento, al igual, se anexan diagramas, formatos de bitácoras y recomendaciones de limpieza necesarias para mantener los equipos en las condiciones óptimas de operación.

OBJETIVO DEL MANUAL

Tener el conocimiento necesario para poder operar correctamente los sistemas energéticos implementados en este proyecto, así como obtener la capacidad de diagnosticar malos funcionamientos y poder solucionar de la manera más óptima estas fallas.



ESTRUCTURA DEL MANUAL

UNIDAD 1 SISTEMAS INSTALADOS - FASE I

SISTEMA 1

BOMBEO SOLAR DE ½ HP PARA POZO ARTESANAL

- Objetivo
- Descripción
- Componentes
- Operación

SISTEMA 2

BOMBEO SOLAR DE 3 HP PARA POZO PROFUNDO

- Objetivo
- Descripción
- Componentes
- Operación

SISTEMA 3

BOMBEO SOLAR DE 5 HP PARA POZO PROFUNDO

- Objetivo
- Descripción
- Componentes
- Operación

SISTEMA 4

BOMBEO SOLAR DE 2 HP Y VIVERO CON RIEGO POR MICROASPERSIÓN AÉREA

- Objetivo
- Descripción
- Componentes
- Operación del sistema

SISTEMA 5

INVERNADERO DE TRASPATIO

- Objetivo
- Descripción
- Componentes
- Operación

ESTRUCTURA DEL MANUAL

UNIDAD 2 SISTEMAS INSTALADOS – FASE II

SISTEMA 1

BOMBEO SOLAR DE 3 HP PARA POZO PROFUNDO Y ZONA DE RIEGO PARA CULTIVO DE HORTALIZA Y CITRICOS

- Objetivo
- Descripción
- Componentes
- Operación

SISTEMA 2

BOMBEO SOLAR DE 2 HP PARA POZO PROFUNDO ZONA DE RIEGO PARA CULTIVO DE HORTALIZA Y CITRICOS

- Objetivo
- Descripción
- Componentes
- Operación

SISTEMA 3

VIVERO PARA CULTIVO DE PLANTAS MEDICINALES Y AROMÁTICAS

- Objetivo
- Descripción
- Componentes
- Operación

SISTEMA 4

SECADORES SOLARES

- Objetivo
- Descripción
- Componentes
- Operación

ESTRUCTURA DEL MANUAL

| **UNIDAD 3** IMPLEMENTACIÓN DE LOS
SISTEMAS

| **UNIDAD 4** RECOMENDACIONES DE USO

BOMBEO SOLAR DE ½ HP PARA POZO ARTESANAL

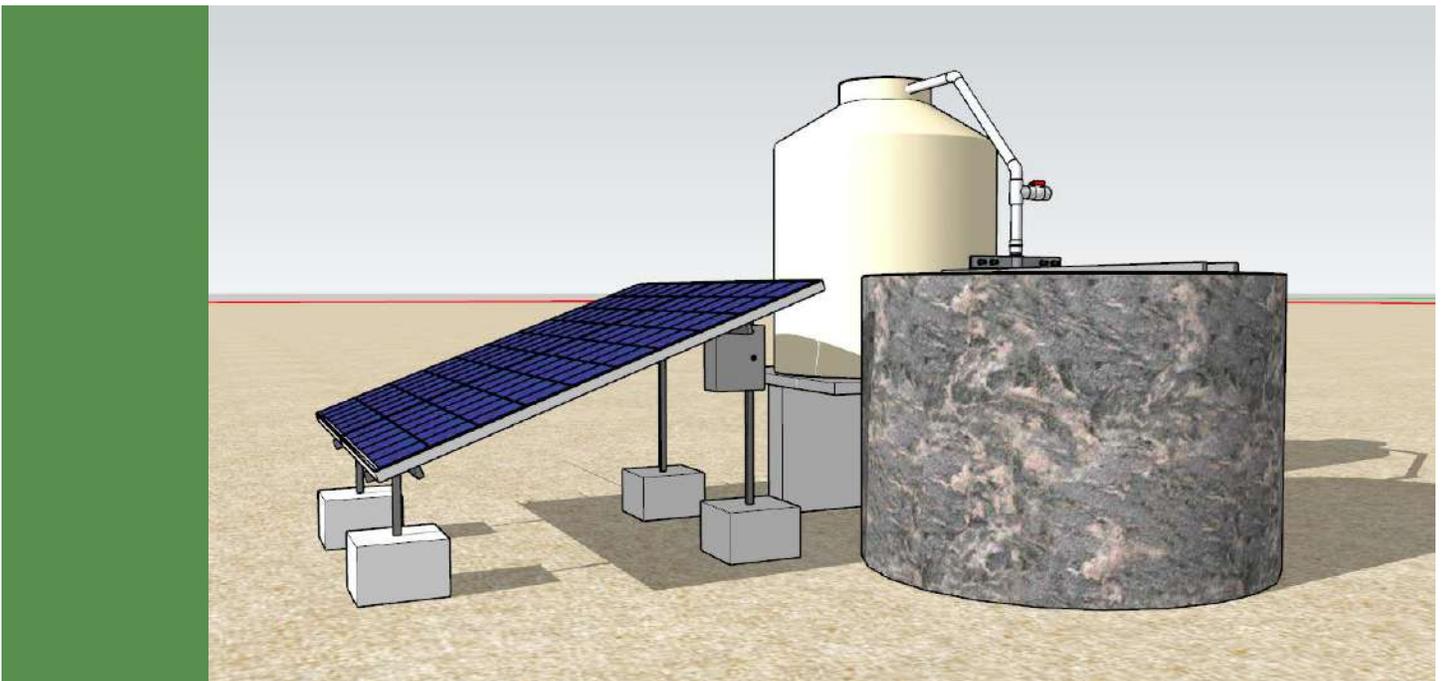
OBJETIVO

Rehabilitar los pozos artesanales ya existentes en la comunidad de Yaxunah para la extracción del agua mediante un equipo de bombeo solar que cumpla con las características hidráulicas para la profundidad de la zona, el cual beneficiará al propietario como las familias aledañas al pozo.

DESCRIPCIÓN

En la comunidad de Yaxunah se disponen de varios pozos artesanales con profundidades entre 25 a 30 metros y un nivel de agua entre 1.0 a 1.8 metros con respecto al fondo del pozo.

Debido a las características del pozo se decidió implementar un equipo de bombeo de ½ hp que sea capaz de bombear una columna de agua de 30 metros con un caudal relativamente lento de 25 litros por minuto para asegurar que el pozo pueda recuperar el volumen de agua extraída y así evitar que el equipo de bombeo trabaje en seco.



Sistema de bombeo solar de ½ hp para pozo artesanal

BOMBEO SOLAR DE ½ HP PARA POZO ARTESANAL

El equipo de bombeo es alimentado por dos paneles solares con una potencia de 330 watts, conectados en serie, instalados sobre un sistema de montaje de aluminio prefabricado, también cuenta un tablero de control con arranque y paro, un tinaco para almacenar agua y una rejilla para tapar la boca del pozo y así evitar que se ensucie con hojarasca de los árboles.

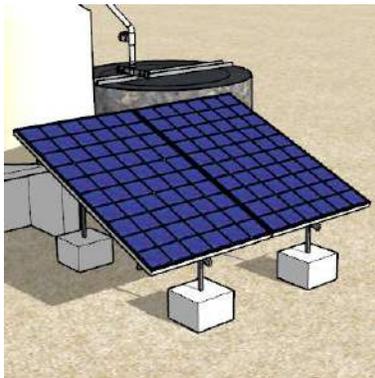
El sistema tiene un selector de arranque y paro, si el selector está en la posición de **ARRANQUE**, comenzara a bombear el agua del pozo, sin embargo, este sistema puede variar el flujo del agua dependiendo de la cantidad de energía solar que reciba.

COMPONENTES

A continuación, se describen los componentes principales del sistema de bombeo solar de ½ hp.

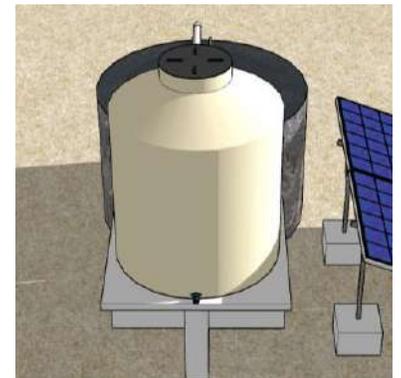
SISTEMA FOTOVOLTAICO

Consta de dos paneles solares de 330 watts con sistema de montaje de aluminio prefabricado con bases de concreto de 30 cm x 30 cm y 20 cm



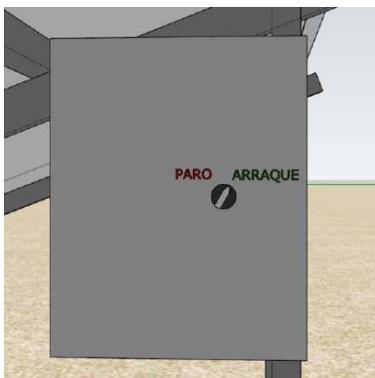
SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

Consta de un tinaco de 1,100 litros con sus accesorios y una base de bloques con una altura de 60 cm.



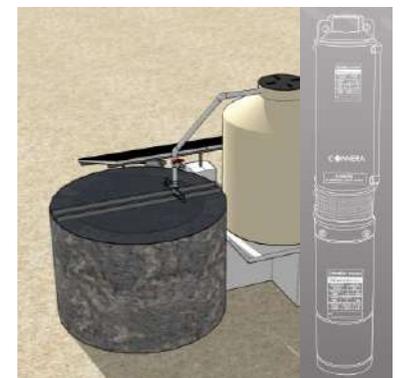
TABLERO DE CONTROL

Es un gabinete con un selector de arranque y paro. Dentro contiene la caja de control del equipo de bombeo y las protecciones eléctricas, tales como interruptor termomagnético y supresor.



SISTEMA DE BOMBEO SOLAR

Consta de un equipo de bombeo solar de ½ hp, tubería de columna de agua, cable sumergible, abrazadera soporte y una rejilla para evitar suciedad en el pozo.

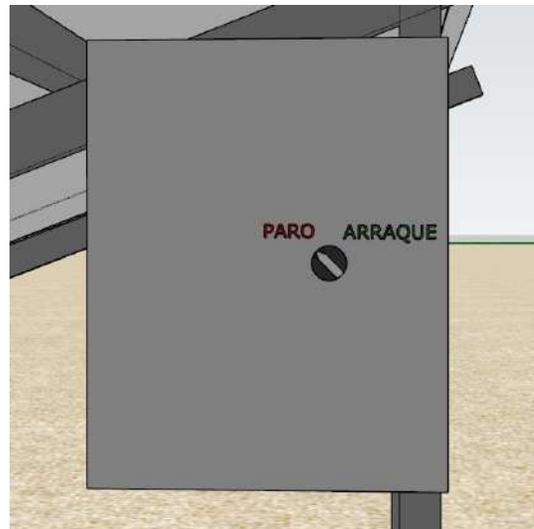
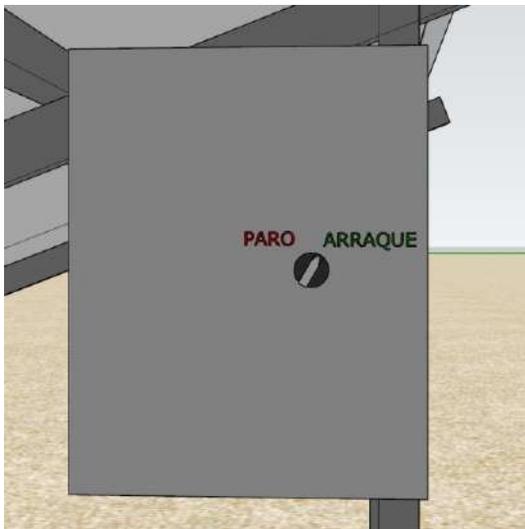


BOMBEO SOLAR DE 1/2 HP PARA POZO ARTESANAL

OPERACIÓN

Al momento de diseñar el sistema se consideró hacer la operación de los equipos lo más sencillo posible, por lo que, se usó un selector de arranque y paro para que el operador solo tenga que utilizar el selector y no tenga que manipular la caja de control de la bomba. A continuación, se describirán los pasos que el operador debe realizar para encender y apagar el sistema de bombeo solar para un correcto funcionamiento:

1. Abrir la válvula principal, esta acción nos previene de elevar por error la presión de operación del sistema provocando que se dañen las conexiones hidráulicas y el equipo de bombeo.
2. Cambiar la posición del selector de **PARO** a la posición de **ARRANQUE**. El equipo empezara sacar agua por la válvula principal.
3. Si se desea almacenar el agua en el tinaco, se debe cerrar la válvula principal, sin embargo, se tiene que supervisar cuando el tinaco se haya llenado para evitar que rebose el agua o eleve la presión de la tubería.
4. Una vez finalizada el tiempo de uso del sistema, se cambia la posición del selector de **ARRANQUE** a **PARO**.



BOMBEO SOLAR DE 1/2 HP PARA POZO ARTESANAL

CONSIDERACIONES DEL SISTEMA

Es importante tener en cuenta que la energía solar solo se puede aprovechar cuando el sol incide sobre los paneles solares, por lo que, dicha energía puede variar el rendimiento del bombeo solar teniendo como consecuencia un menor flujo de agua en la salida de la bomba. Este rendimiento se ve afectado por determinadas condiciones ambientales y operacionales, siendo estas las causas más frecuentes:

- **El horario durante el día**, el bombeo solar tendrá mayor rendimiento en los horarios donde el sol se encuentre cerca del zenit o punto más alto, horarios cercanos al medio día, en comparación de los horarios que están más cerca del amanecer o atardecer, donde el rendimiento disminuye debido a la incidencia del sol.
- **La estación del año**, la altura del sol también depende de la estación del año en la que se este, para el hemisferio norte durante el verano se obtiene mejores valores de rendimiento en comparación durante el periodo de invierno.
- **Por presencia de nubosidad**, es normal que el rendimiento del bombeo solar se vea afectado durante la presencia de nubosidad, ya que, las nubes impiden el paso directo de la luz solar hacia los paneles, por lo que el rendimiento del sistema disminuye y como resultado el flujo de agua disminuye o sea nulo.
- **Por suciedad en los paneles**, los paneles solares están propensos a ensuciar debido a que estos siempre son instalados a la intemperie, por lo que, si no realiza una limpieza con frecuente esta capa de suciedad puede afectar el rendimiento del sistema.

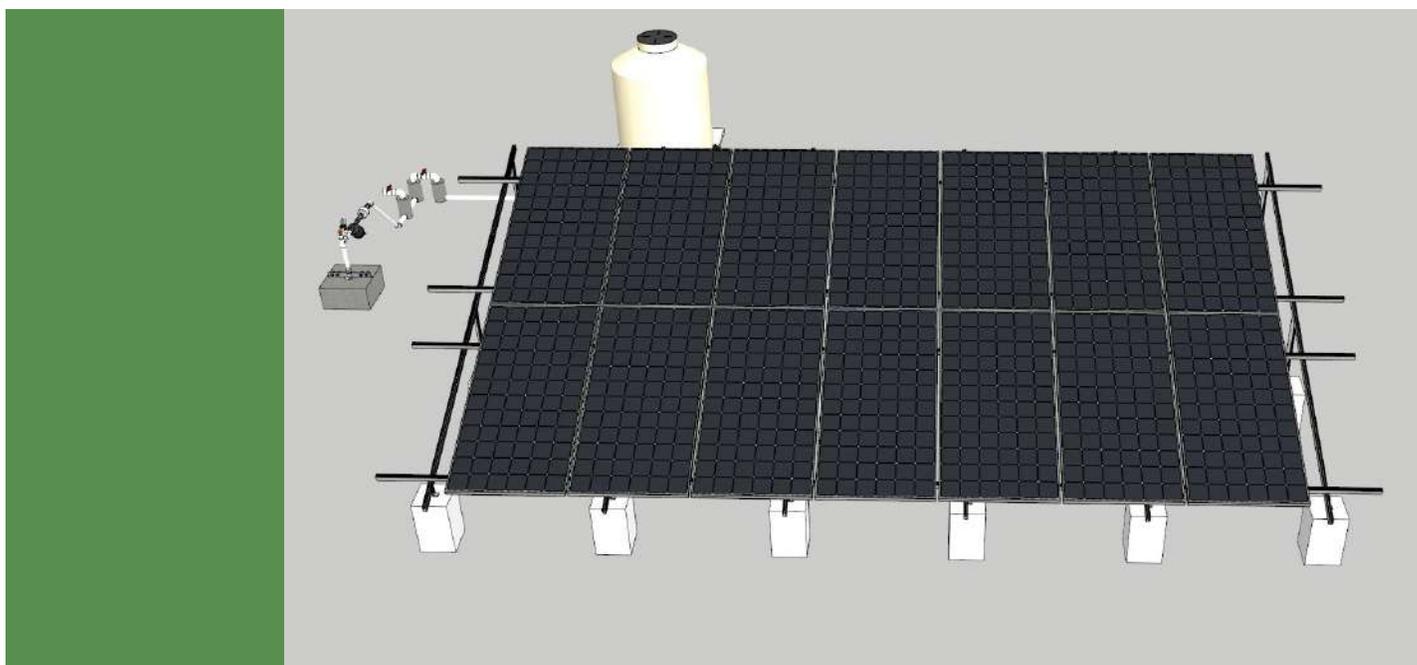
BOMBEO SOLAR DE 3 HP PARA POZO PROFUNDO

OBJETIVO

Beneficiar con el aprovechamiento del recurso del agua a una zona de productores de cebollita regional de Ixil entre otros cultivos, donde la disponibilidad del agua se encuentra entre los 8 a 10 metros de profundidad y no existe conexión a la red eléctrica, utilizando bombeo por gasolina, por lo que es necesario un sistema de bombeo solar para impulsar la agricultura, la economía y la participación de la comunidad.

DESCRIPCIÓN

El sistema de bombeo solar para este grupo productor consta de un equipo de bombeo de 3 hp, un tablero de control con protecciones eléctricas, 14 paneles solares de 400 w con sistema de montaje de aluminio y bases de concreto, un tinaco de 1,100 litros y un tren de descarga con válvulas. Este sistema opera de acuerdo con la intensidad de la radiación solar, no cuenta con un sistema de almacenamiento de energía (banco de baterías), variando el flujo del sistema con respecto a la intensidad solar.



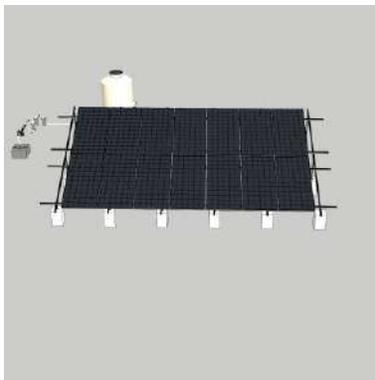
BOMBEO SOLAR DE 3 HP PARA POZO PROFUNDO

COMPONENTES

A continuación, se describen los componentes principales del sistema de bombeo solar de 3 hp.

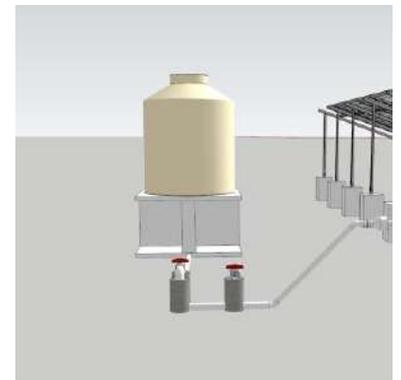
SISTEMA FOTOVOLTAICO

Consta de 14 paneles solares de 400 watts con sistema de montaje de aluminio prefabricado con bases de concreto de 30 cm x 30 cm y 50 cm como altura mínima.



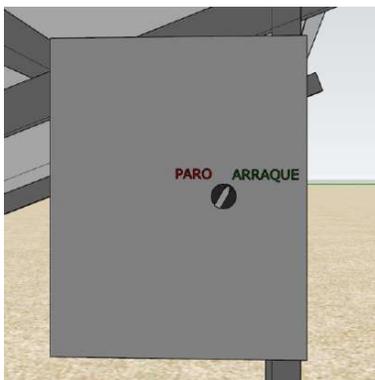
SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

Consta de un tinaco de 1,100 litros con sus accesorios y una base de bloques con una altura de 60 cm.



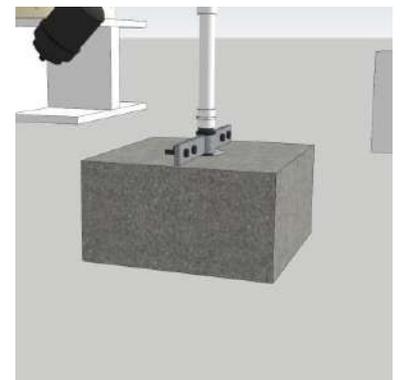
TABLERO DE CONTROL

Es un gabinete con un selector de arranque y paro. Dentro contiene un inversor solar para el equipo de bombeo de 3 hp y las protecciones eléctricas, tales como interruptor termomagnético y supresor.



POZO Y BROCAL

Se realizó la perforación de un pozo de 4 pulgadas con una profundidad de 18 metros. Con presencia de agua a 8 metros de profundidad respecto al suelo.



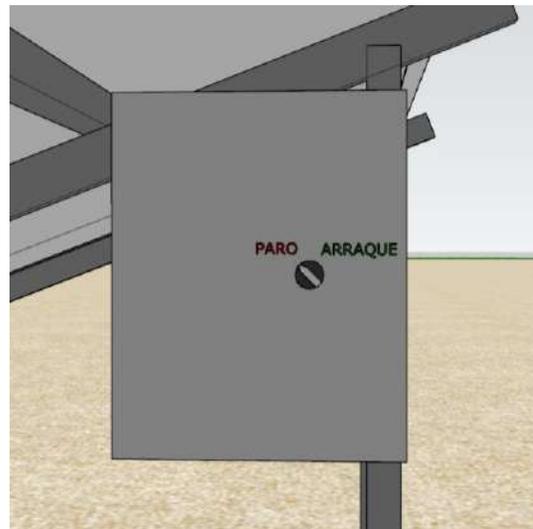
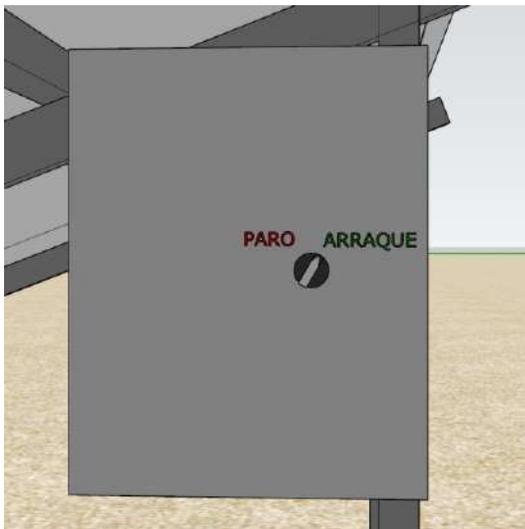
OPERACIÓN

Al momento de diseñar el sistema se consideró hacer la operación de los equipos lo más sencillo posible, por lo que se usó un selector de arranque y paro para que el operador solo tenga que utilizar el selector y no tenga manipular la caja de control de la bomba. A

BOMBEO SOLAR DE 3 HP PARA POZO PROFUNDO

continuación, se describirán los pasos que el operador debe realizar para encender y apagar el sistema de bombeo solar para un correcto funcionamiento:

1. Abrir la válvula principal, esta acción nos previene de elevar por error la presión de operación del sistema y que se dañe las conexiones hidráulicas, así como el equipo de bombeo.
2. Cambiar la posición del selector de **PARO** a la posición de **ARRANQUE**. El equipo empezara sacar agua por la válvula principal.
3. Si se desea almacenar el agua en el tinaco, se debe cerrar la válvula principal, sin embargo, se tiene que supervisar cuando el tinaco se haya llenado para evitar elevar la presión de la tubería.
4. Una vez finalizada el tiempo de uso del sistema, se cambia la posición del selector de **ARRANQUE** a **PARO**.



CONSIDERACIONES

Es importante tener en cuenta que la energía solar solo se puede aprovechar cuando el sol incide sobre los paneles solares, por lo que, dicha energía puede variar el rendimiento del bombeo solar teniendo como consecuencia un menor flujo de agua en la salida de la bomba. Este rendimiento se ve afectado por determinadas condiciones ambientales y operacionales, siendo estas las causas más frecuentes:

BOMBEO SOLAR DE 3 HP PARA POZO PROFUNDO

- **El horario durante el día**, el bombeo solar tendrá mayor rendimiento en los horarios donde el sol se encuentre cerca del zenit o punto más alto, horarios cercanos al medio día, en comparación de los horarios que están más cerca del amanecer o atardecer, donde el rendimiento disminuye debido a la incidencia del sol.
- **La estación del año**, la altura del sol también depende de la estación del año en la que se este, para el hemisferio norte durante el verano se obtiene mejores valores de rendimiento en comparación durante el periodo de invierno.
- **Por presencia de nubosidad**, es normal que el rendimiento del bombeo solar se vea afectado durante la presencia de nubosidad, ya que, las nubes impiden el paso directo de la luz solar hacia los paneles, por lo que el rendimiento del sistema disminuye y como resultado el flujo de agua disminuye o sea nulo.
- **Por suciedad en los paneles**, los paneles solares están propensos a ensuciar debido a que estos siempre son instalados a la intemperie, por lo que, si no realiza una limpieza con frecuente esta capa de suciedad puede afectar el rendimiento del sistema.

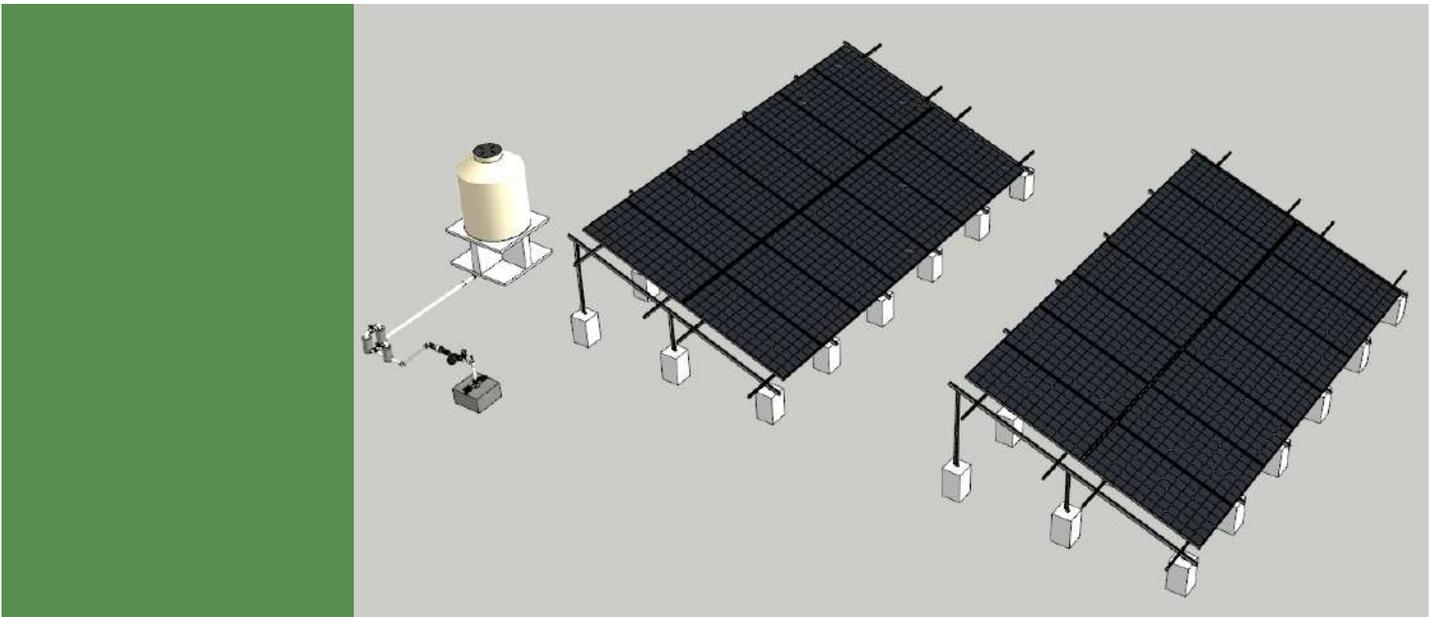
BOMBEO SOLAR DE 5 HP PARA POZO PROFUNDO

OBJETIVO

Beneficiar con el aprovechamiento del recurso del agua a una zona milpera de 25 Ha, donde hay 10 productores propietarios de parcelas de 2.5 Ha cada parcela, la disponibilidad del agua se encuentra entre los 55 a 60 metros de profundidad, impulsando la agricultura, la economía y la participación de la comunidad.

DESCRIPCIÓN

El sistema de bombeo solar para este grupo productor consta de un equipo de bombeo de 3 hp, un tablero de control con protecciones eléctricas, 28 paneles solares de 400 w con dos sistemas de montaje de aluminio para 14 paneles y bases de concreto, un tinaco de 1,100 litros y un tren de descarga con válvulas. Este sistema opera de acuerdo con la intensidad de la radiación solar, por lo que, va variando el flujo del sistema con respecto a la intensidad solar. *No cuenta con un sistema de almacenamiento de energía (banco de baterías).*



BOMBEO SOLAR DE 5 HP PARA POZO PROFUNDO

COMPONENTES

A continuación, se describen los componentes principales del sistema de bombeo solar de 5 hp.

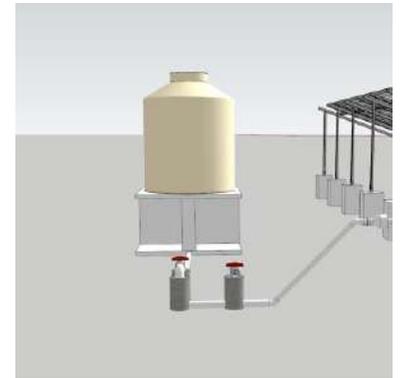
SISTEMA FOTOVOLTAICO

Consta de 28 paneles solares de 400 watts con 2 sistemas de montaje de aluminio prefabricado para 14 paneles, con bases de concreto de 30 cm x 30 cm y 50 cm como altura mínima.



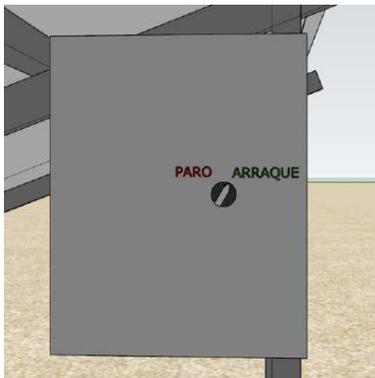
SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

Consta de un tinaco de 1,100 litros con sus accesorios y una base de bloques con una altura de 60 cm.



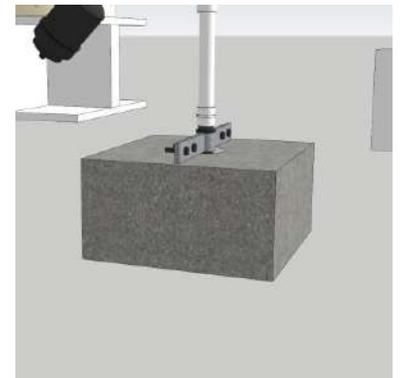
TABLERO DE CONTROL

Es un gabinete con un selector de arranque y paro. Dentro contiene un inversor solar para el equipo de bombeo de 5 hp y las protecciones eléctricas, tales como interruptor termomagnético y supresor.



POZO Y BROCAL

Se realizó la perforación de un pozo de 4 pulgadas con una profundidad de 18 metros. Con presencia de agua a 8 metros de profundidad respecto al suelo.

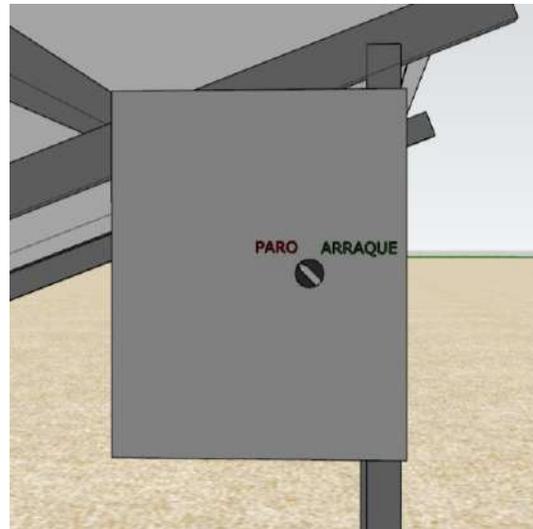
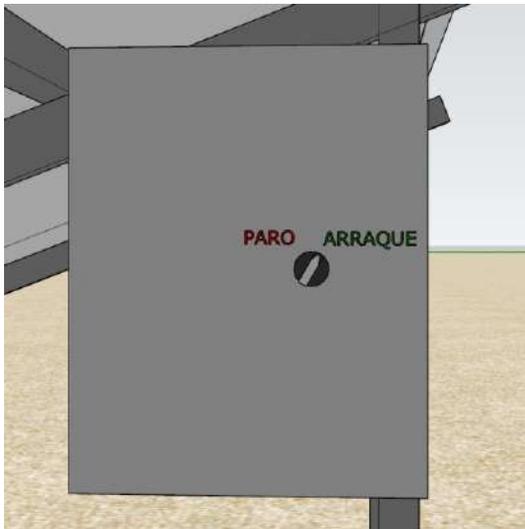


OPERACIÓN

Al momento de diseñar el sistema se consideró hacer la operación de los equipos lo más sencillo posible, por lo que se usó un selector de arranque y paro para que el operador solo tenga que utilizar el selector y no tenga que manipular la caja de control de la bomba. A continuación, se describirán los pasos que el operador debe realizar para encender y apagar el sistema de bombeo solar para un correcto funcionamiento:

BOMBEO SOLAR DE 5 HP PARA POZO PROFUNDO

1. Abrir la válvula principal, esta acción nos previene de elevar por error la presión de operación del sistema y que se dañe las conexiones hidráulicas, así como el equipo de bombeo.
2. Cambiar la posición del selector de **PARO** a la posición de **ARRANQUE**. El equipo empezara sacar agua por la válvula principal.
3. Si se desea almacenar el agua en el tinaco, se debe cerrar la válvula principal, sin embargo, se tiene que supervisar cuando el tinaco se haya llenado para evitar elevar la presión de la tubería.
4. Una vez finalizada el tiempo de uso del sistema, se cambia la posición del selector de **ARRANQUE** a **PARO**.



CONSIDERACIONES

Es importante tener en cuenta que la energía solar solo se puede aprovechar cuando el sol incide sobre los paneles solares, por lo que, dicha energía puede variar el rendimiento del bombeo solar teniendo como consecuencia un menor flujo de agua en la salida de la bomba. Este rendimiento se ve afectado por determinadas condiciones ambientales y operacionales, siendo estas las causas más frecuentes:

- **El horario durante el día**, el bombeo solar tendrá mayor rendimiento en los horarios donde el sol se encuentre cerca del zenit o punto más alto, horarios cercanos al medio

BOMBEO SOLAR DE 5 HP PARA POZO PROFUNDO

día, en comparación de los horarios que están más cerca del amanecer o atardecer, donde el rendimiento disminuye debido a la incidencia del sol.

- **La estación del año**, la altura del sol también depende de la estación del año en la que se este, para el hemisferio norte durante el verano se obtiene mejores valores de rendimiento en comparación durante el periodo de invierno.
- **Por presencia de nubosidad**, es normal que el rendimiento del bombeo solar se vea afectado durante la presencia de nubosidad, ya que, las nubes impiden el paso directo de la luz solar hacia los paneles, por lo que el rendimiento del sistema disminuye y como resultado el flujo de agua disminuye o sea nulo.
- **Por suciedad en los paneles**, los paneles solares están propensos a ensuciar debido a que estos siempre son instalados a la intemperie, por lo que, si no realiza una limpieza con frecuente esta capa de suciedad puede afectar el rendimiento del sistema.

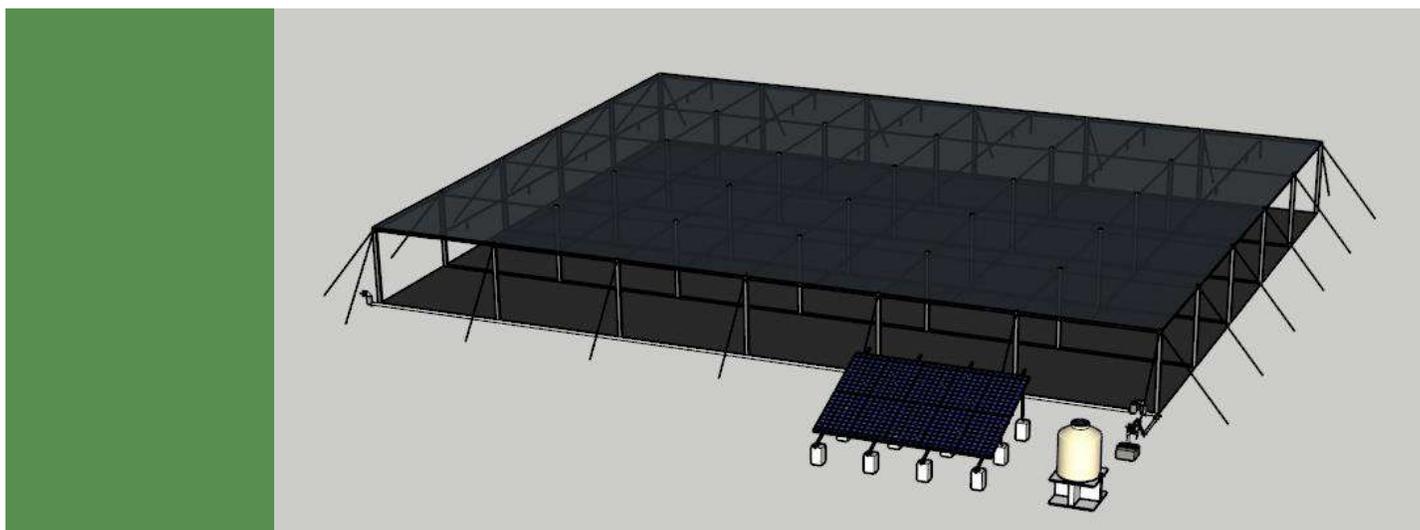
BOMBEO SOLAR DE 2 HP Y VIVERO CON RIEGO POR MICROASPERSIÓN AÉREA

OBJETIVO DEL SISTEMA

Producir especies maderables para la reforestación e impulsar la economía derivada de las actividades relacionadas a la artesanía, carpintería, entre otros y la participación de un grupo de mujeres agricultoras.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Un vivero es un conjunto de instalaciones agronómicas en el cual se cultivan todo tipo de plantas hasta que alcanzan el estado adecuado para su distribución, venta o consumo propio. En este caso se dimensionó un vivero con un área de 20 por 25 metros y altura de 2 metros, cuenta con malla sombra, estructura de PTR, retenidas, sistema de riego por microaspersión aérea, tren de descarga y sistema de almacenamiento. Este sistema cuenta con un pozo de 18 metros de profundidad y un equipo de bombeo de **2 hp**. Este sistema opera de acuerdo con la intensidad de la radiación solar, por lo que, va variando el flujo del sistema con respecto a la intensidad solar. *No cuenta con un sistema de almacenamiento de energía (banco de baterías).*



Vivero con riego por microaspersión aérea de 20 x 25 metros

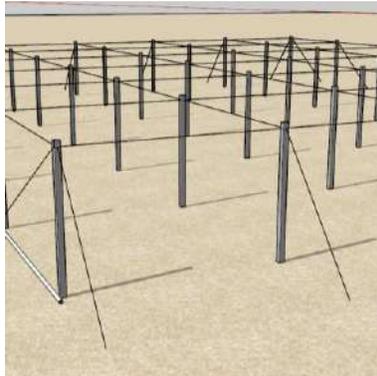
BOMBEO SOLAR DE 2 HP Y VIVERO CON RIEGO POR MICROASPERSIÓN AÉREA

COMPONENTES

A continuación, se describen los componentes principales del vivero con riego por microaspersión aérea.

ESTRUCTURA DEL VIVERO

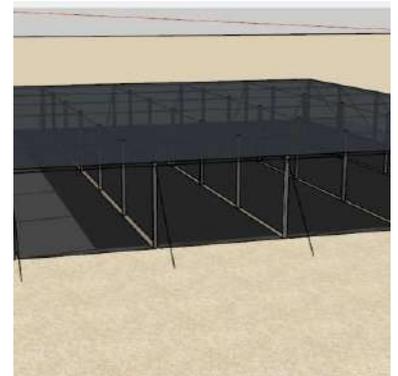
Se compone de 32 tubos de PTR de 2" que están ahogados al suelo y con alambre galvanizado se cruza a través de la parte superior del PTR lo que da mejor estabilidad y este mismo alambre se sujeta al suelo, llamadas retenidas



MALLA SOMBRA Y GROUND COVER

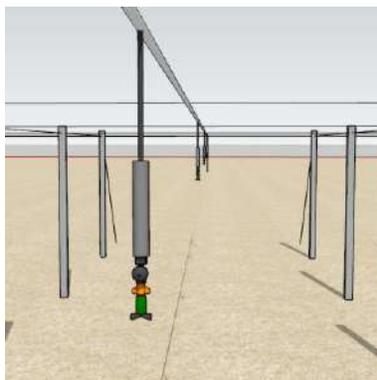
La **malla sombra** cumple la función de bloquear un porcentaje de la luz solar, con el fin de cuidar el crecimiento de las plantas en el vivero.

El **ground cover** es una lona que evita el crecimiento no deseado de maleza debido al riego por microaspersión.



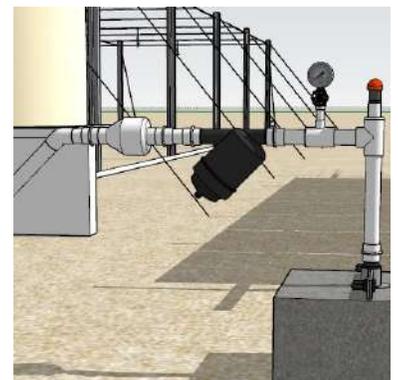
RIEGO POR MICROASPERSIÓN AÉREA

El sistema de riego se conforma por 30 microaspersores aéreos con un flujo de 120 litros por hora conectados a una manguera de 18 mm colgada a través del alambre galvanizado tendido sobre el PTR



TREN DE DESCARGA

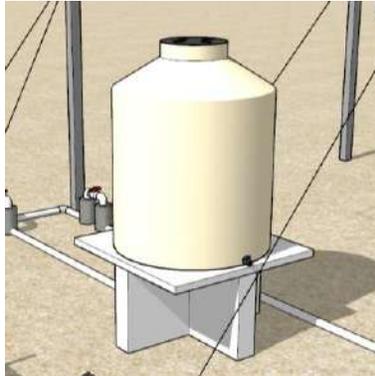
Ordenado de derecha a izquierda, se compone por una válvula de aire, un manómetro de 100 psi máximo, un filtro de mallas para sedimentos del pozo, una válvula antirretorno.



BOMBEO SOLAR DE 2 HP Y VIVERO CON RIEGO POR MICROASPERSIÓN AÉREA

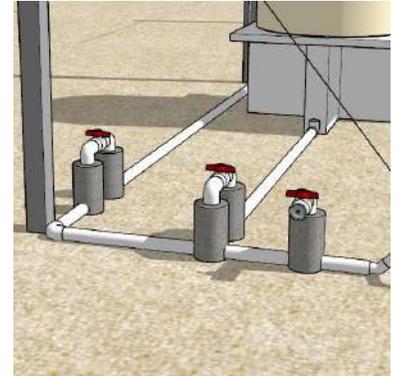
SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

Consta de un tinaco de 1,100 litros con sus accesorios y una base de bloques con una altura de 60 cm.



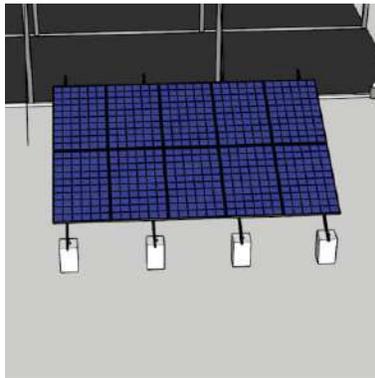
CRUCEROS Y VÁLVULA PRINCIPAL

Los **cruceros** son válvulas que sirven para controlar el flujo deseado del agua donde habrá casos que se requiera regar en el vivero, llenar el tanque o distribuir el agua a otro lugar por la **válvula principal**.



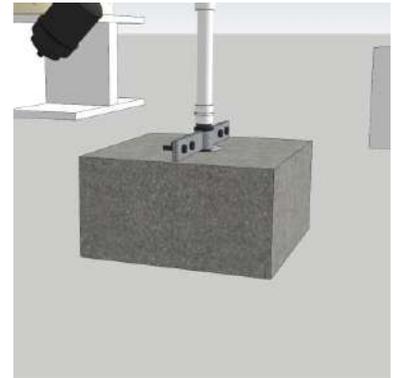
SISTEMA FOTOVOLTAICO

Consta de 10 paneles solares de 260 watts con 1 sistema de montaje de aluminio prefabricado para 10 paneles, con bases de concreto de 30 cm x 30 cm y 50 cm como altura mínima.



POZO Y BROCAL

Se realizó la perforación de un pozo de 4 pulgadas con una profundidad de 18 metros. Con presencia de agua a 8 metros de profundidad respecto al suelo.



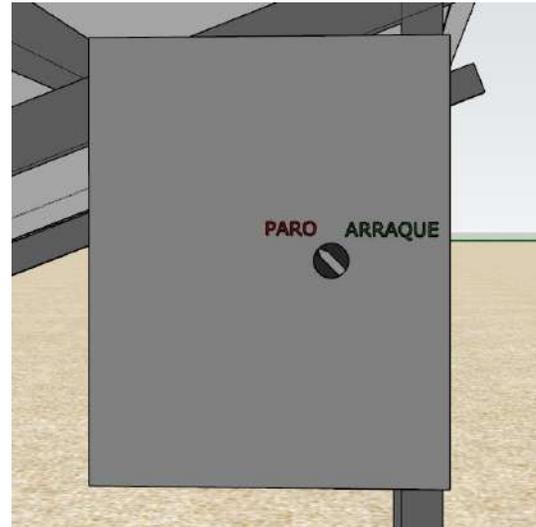
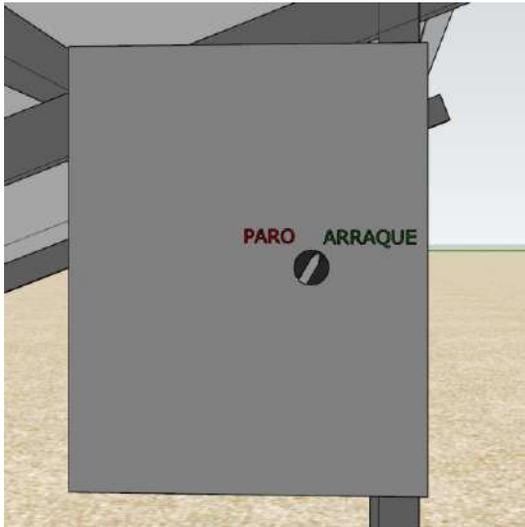
OPERACIÓN

Al momento de diseñar el sistema se consideró hacer la operación de los equipos lo más sencillo posible, por lo que, se usó un selector de arranque y paro para que el operador solo tenga que utilizar el selector y no tenga manipular la caja de control de la bomba. A continuación, se describirán los pasos que el operador debe realizar para encender y apagar el sistema de bombeo solar para un correcto funcionamiento:

1. Abrir la válvula principal, esta acción nos previene de elevar por error la presión de operación del sistema provocando que se dañen las conexiones hidráulicas y el equipo de bombeo.

BOMBEO SOLAR DE 2 HP Y VIVERO CON RIEGO POR MICROASPERSIÓN AÉREA

2. Cambiar la posición del selector de **PARO** a la posición de **ARRAQUE**. El equipo empezara sacar agua por la válvula principal.
3. Si se desea almacenar el agua en el tinaco, se debe cerrar la válvula principal, sin embargo, se tiene que supervisar cuando el tinaco se haya llenado para evitar que rebose el agua o eleve la presión de la tubería.
4. Una vez finalizada el tiempo de uso del sistema, se cambia la posición del selector de **ARRAQUE** a **PARO**.



El sistema de riego del vivero depende del funcionamiento del sistema de bombeo solar de 2 hp, ya que, este sistema es el que alimenta con el flujo de agua necesaria para operar, sin embargo, es importante monitorear a través del manómetro, instalado en el tren de descarga, que la presión de operación del sistema no rebase los **3.5 kg/cm³**, ya que, esto podría dañar el sistema de riego.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA

FILTRO DE MALLAS

Debido a la dureza del agua que hay en la península de Yucatán, el filtro de malla debe ser limpiado de preferencia una vez a la semana, cómo máximo dos semanas, para esto se deben seguir los siguientes pasos:

BOMBEO SOLAR DE 2 HP Y VIVERO CON RIEGO POR MICROASPERSIÓN AÉREA

1. Hay que asegurar que el equipo de bombeo este apagado.
2. En la parte de abajo del filtro se encontrará un tapón roscable como se muestra en la figura de abajo, se procede a retirar el tapón para permitir el paso del agua.
3. Una vez retirado el tapón, se deberá poner en marcha el sistema de bombeo para que comience a salir agua por esa sección, se deberá dejar operando por al menos 3 minutos para

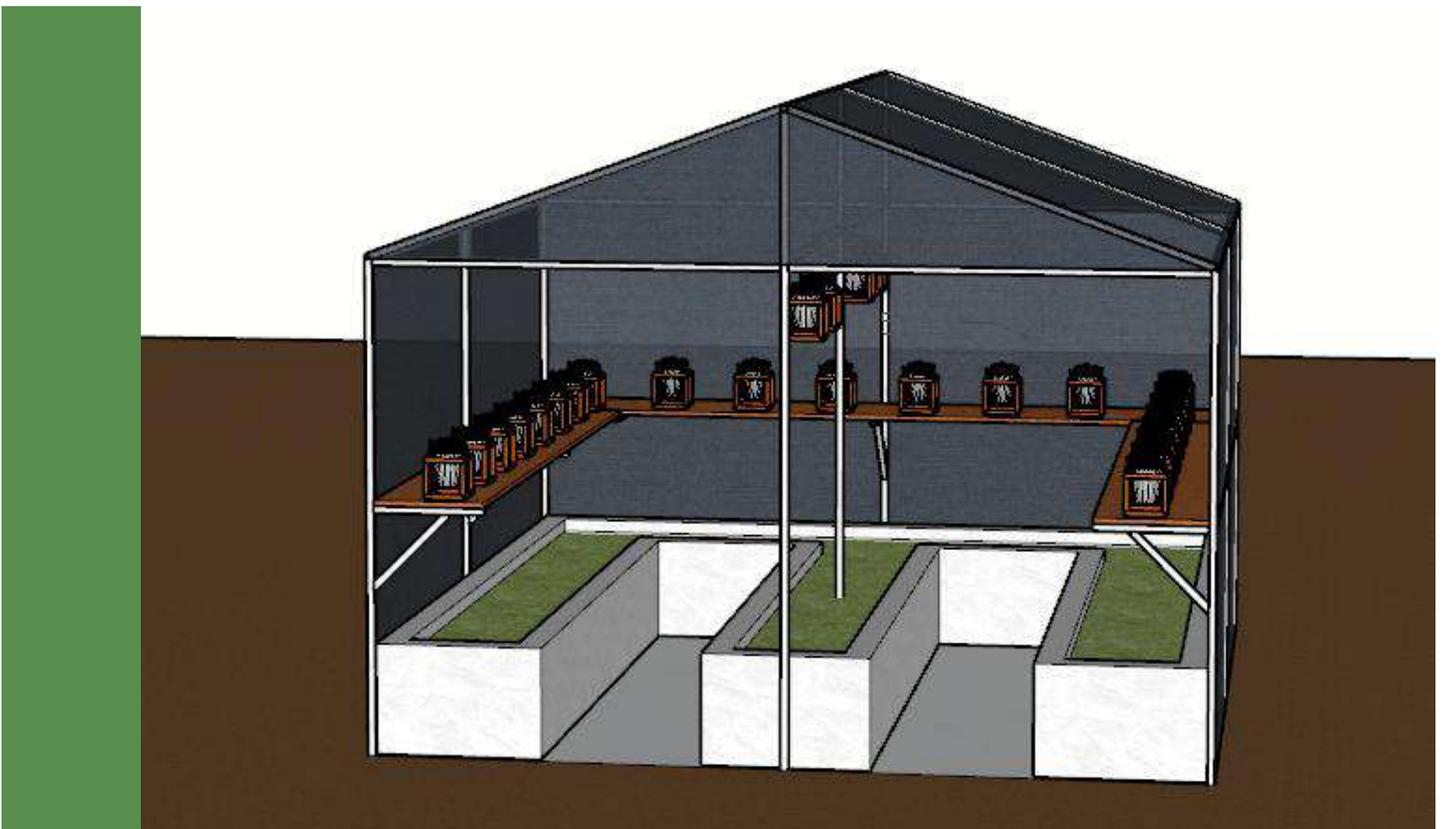
INVERNADERO DE TRASPATIO

OBJETIVO

Realizar la producción de hierbas aromáticas y plantas medicinales para impulsar la economía y participación de las mujeres de las comunidades beneficiarias de Yaxunah y San José Tipceh

DESCRIPCIÓN

El invernadero de traspatio es una estructura de PTR de 1 pulgada con un área de 9 metros cuadrados, con repisas de madera, una malla sombra de 50% y un arriate de bloques en forma de E para cultivar las hierbas aromáticas o plantas medicinales. También cuenta con una fumigadora de 7 litros para poder realizar un riego manual a las plantas medicinales.



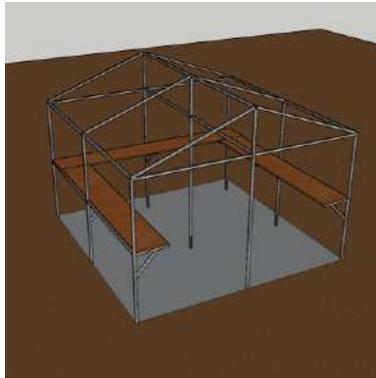
INVERNADERO DE TRASPATIO

COMPONENTES

A continuación, se describen los componentes principales del sistema de invernadero de traspatio con un área de 9 x 9 metros cuadrados.

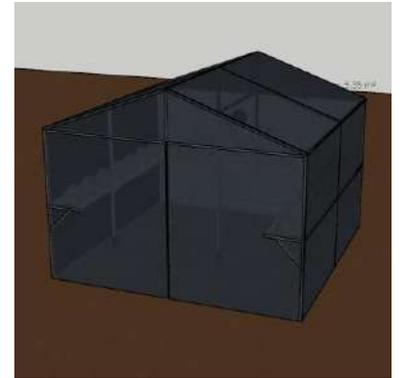
ESTRUCTURA

Es construida con PTR galvanizado de 1 pulgada, lo que le da la forma al invernadero. También se tienen las repisas de maderas



MALLA SOMBRA

La malla sombra cumple con la función de evitar que los rayos del sol atraviesen con gran intensidad y por consiguiente afecten el crecimiento de las plantas y flores.



ARRIATE O MACETERO CENTRAL

Es un macetero con gran capacidad para la siembra de algunos ejemplares de flores aromáticas y plantas medicinales.



FUMIGADORA DE 7LITROS

Se considero poder realizar el riego de manera manual.



OPERACIÓN

Los invernaderos de traspatio son sistemas muy simples para operar, debido a que son espacios cerrados que ayudan a disminuir el impacto que el sol tiene sobre las plantas y flores, por lo que, solo se debe tener cuidado de trabajar dentro del sistema con las puertas cerradas para evitar que se altere las condiciones de control del medio. El productor tiene la libertad de disponer el espacio del invernadero para que pueda organizarlo de la manera más adecuada a su necesidad.

BOMBEO SOLAR DE 3 HP PARA POZO PROFUNDO Y ZONA DE RIEGO PARA CULTIVO DE HORTALIZAS Y CITRÍCOS

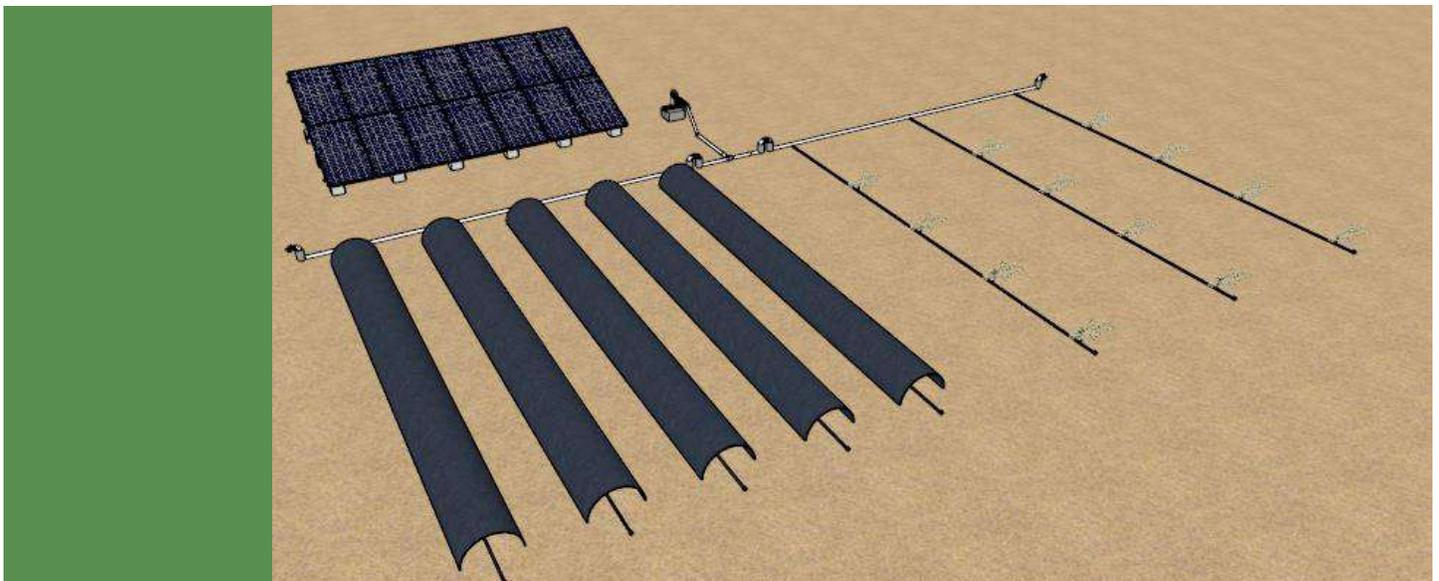
OBJETIVO

Beneficiar con el aprovechamiento del recurso del agua a un grupo de mujeres de la comunidad de Sotuta para el cultivo de hortalizas y cítricos entre otros cultivos, donde la disponibilidad del agua se encuentra entre los 12 a 15 metros de profundidad y no existe conexión a la red eléctrica, con el fin de sustituir el método tradicional de bombeo por gasolina, por lo que es necesario un sistema de bombeo solar para impulsar la agricultura y la economía.

DESCRIPCIÓN

El sistema de bombeo solar consta de un equipo de bombeo de 2 hp, un tablero de control con protecciones eléctricas, 14 paneles solares de 550 w con sistema de montaje de aluminio y bases de concreto y un tren de descarga con válvulas. Este sistema opera de acuerdo con la intensidad de la radiación solar, no cuenta con un sistema de almacenamiento de energía (banco de baterías), variando el flujo del sistema con respecto a la intensidad solar.

A su vez cuenta con una zona de riego de 1200 metros cuadrados que se divide en riego por goteo con domos de protección y riego por microaspersión.



La imagen es de carácter ilustrativo, puede variar la posición y cantidad de algunos componentes debido a las características del terreno destinado al sistema.

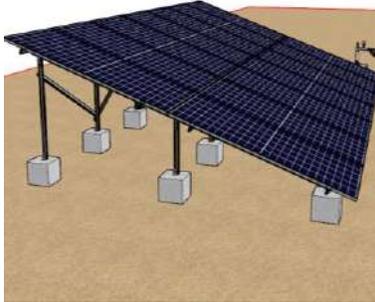
BOMBEO SOLAR DE 3 HP PARA POZO PROFUNDO Y ZONA DE RIEGO PARA CULTIVO DE HORTALIZAS Y CITRÍCOS

COMPONENTES

A continuación, se describen los componentes principales del sistema de bombeo y riego:

SISTEMA FOTOVOLTAICO

Consta de 14 paneles solares de 550 watts con sistema de montaje de aluminio prefabricado con 18 bases de concreto de 30 cm x 30 cm y 30 cm como altura mínima.



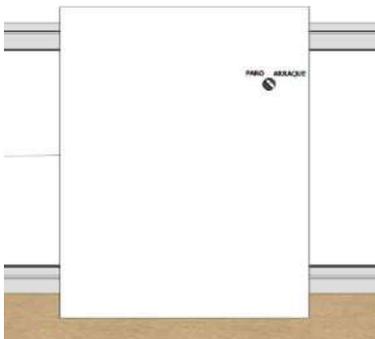
BOMBA SUMERGIBLE

Equipo de bombeo de 3 hp, consta de bomba sumergible y motor trifásico a 220 V ac.



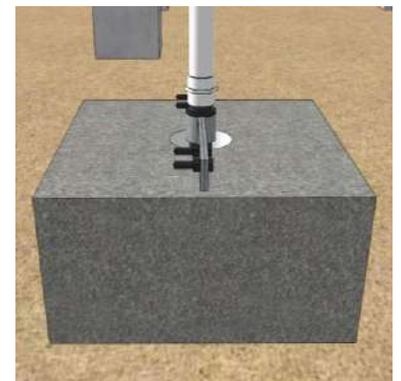
TABLERO DE CONTROL

Es un gabinete con un selector de **arranque** y **paro**. Dentro contiene un inversor solar para el equipo de bombeo de 3 hp y las protecciones eléctricas, tales como interruptor termomagnético y supresor.



POZO Y BROCAL

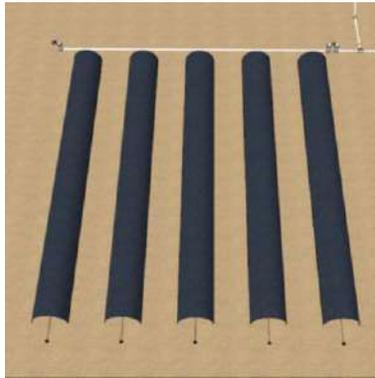
Se reacondicionó un pozo de 4 pulgadas con una profundidad de 20 metros. Con presencia de agua a 12 metros de profundidad respecto al suelo.



BOMBEO SOLAR DE 3 HP PARA POZO PROFUNDO Y ZONA DE RIEGO PARA CULTIVO DE HORTALIZAS Y CITRÍCOS

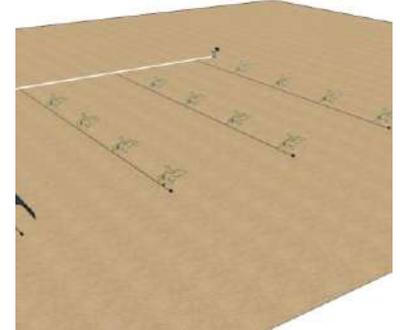
RIEGO POR GOTEO

El sistema cuenta con una manguera tipo cinta, utilizada para el riego por goteo y domos de protección de cultivo, los cuales están hechos con malla sombra.



RIEGO POR MICROASPERSIÓN

El sistema cuenta con una manguera utilizada para el riego por goteo y domos de protección de cultivo, los cuales están hechos con malla sombra.



RIEGO POR MICROASPERSIÓN

El sistema de riego se conforma por microaspersores con un flujo de 100 litros por hora conectados a una manguera de 18 mm negra.



TREN DE DESCARGA

Ordenado de derecha a izquierda, se compone por una válvula de aire, un manómetro de 100 psi máximo, un filtro de mallas para sedimentos del pozo, una válvula antirretorno.



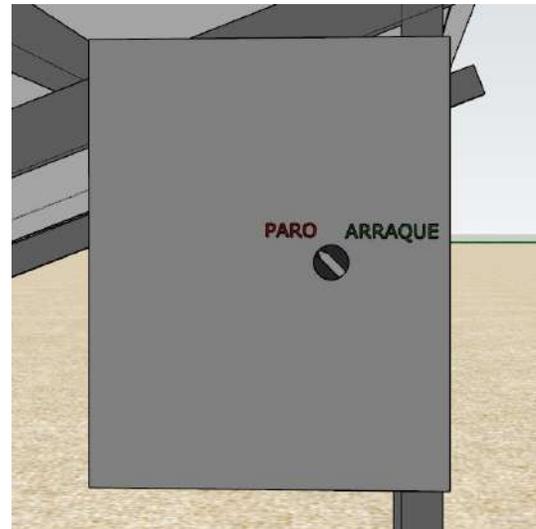
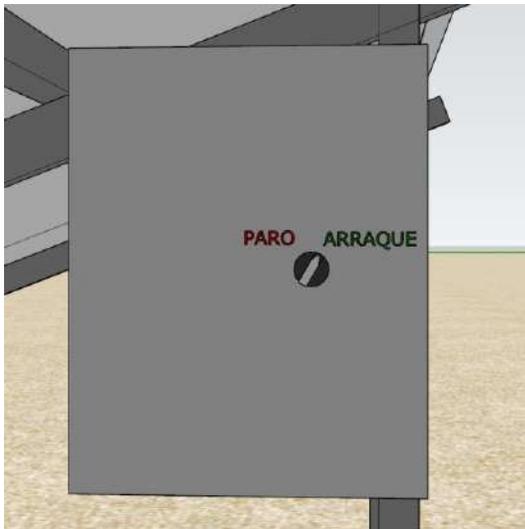
OPERACIÓN

Al momento de diseñar el sistema se consideró hacer la operación de los equipos lo más sencillo posible, por lo que, se usó un selector de arranque y paro para que el operador solo tenga que utilizar el selector y no tenga manipular la caja de control de la bomba. A continuación, se describirán los pasos que el operador debe realizar para encender y apagar el sistema de bombeo solar para un correcto funcionamiento:

1. Abrir la válvula principal, esta acción nos previene de elevar por error la presión de operación del sistema provocando que se dañen las conexiones hidráulicas y el equipo de bombeo.
2. Cambiar la posición del selector de **PARO** a la posición de **ARRANQUE**. El equipo empezara sacar agua por la válvula principal.

BOMBEO SOLAR DE 3 HP PARA POZO PROFUNDO Y ZONA DE RIEGO PARA CULTIVO DE HORTALIZAS Y CITRÍCOS

- Si se desea almacenar el agua en el tinaco, se debe cerrar la válvula principal, sin embargo, se tiene que supervisar cuando el tinaco se haya llenado para evitar que rebose el agua o eleve la presión de la tubería.
- Una vez finalizada el tiempo de uso del sistema, se cambia la posición del selector de **ARRANQUE** a **PARO**.



El sistema de riego del vivero depende del funcionamiento del sistema de bombeo solar de 2 hp, ya que, este sistema es el que alimenta con el flujo de agua necesaria para operar, sin embargo, es importante monitorear a través del manómetro, instalado en el tren de descarga, que la presión de operación del sistema no rebase los **3.5 kg/cm³**, ya que, esto podría dañar el sistema de riego.

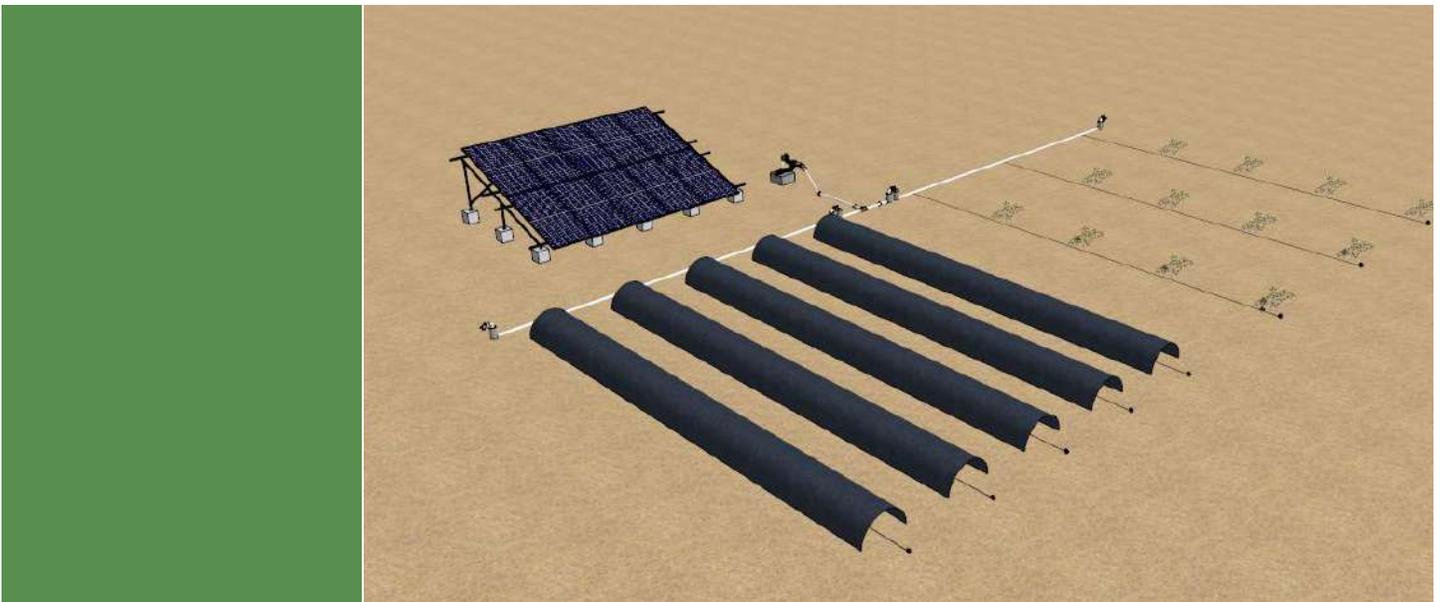
BOMBEO SOLAR DE 2 HP PARA POZO PROFUNDO Y ZONA DE RIEGO PARA CULTIVO DE HORTALIZAS Y CITRÍCOS

OBJETIVO

Beneficiar con el aprovechamiento del recurso del agua a un grupo de mujeres para el cultivo de hortalizas y cítricos entre otros cultivos, donde la disponibilidad del agua se encuentra entre los 12 a 15 metros de profundidad y no existe conexión a la red eléctrica, con el fin de sustituir el método tradicional de bombeo por gasolina, por lo que es necesario un sistema de bombeo solar para impulsar la agricultura, la economía y la participación de la comunidad.

DESCRIPCIÓN

El sistema de bombeo solar consta de un equipo de bombeo de 2 hp, un tablero de control con protecciones eléctricas, 10 paneles solares de 550 w con sistema de montaje de aluminio y 15 bases de concreto y un tren de descarga con válvulas. Este sistema opera de acuerdo con la intensidad de la radiación solar, no cuenta con un sistema de almacenamiento de energía (banco de baterías), variando el flujo del sistema con respecto a la intensidad solar. A su vez cuenta con una zona de riego de 800 metros cuadrados que se divide en riego por goteo con domos de protección y riego por microaspersión.



La imagen es de carácter ilustrativo, puede variar la posición y cantidad de algunos componentes debido a las características del terreno destinado al sistema.

BOMBEO SOLAR DE 2 HP PARA POZO PROFUNDO Y ZONA DE RIEGO PARA CULTIVO DE HORTALIZAS Y CITRÍCOS

COMPONENTES

A continuación, se describen los componentes principales del sistema de bombeo y riego:

SISTEMA FOTOVOLTAICO

Consta de 10 paneles solares de 550 watts con sistema de montaje de aluminio prefabricado con 15 bases de concreto de 30 cm x 30 cm y 30 cm como altura mínima.



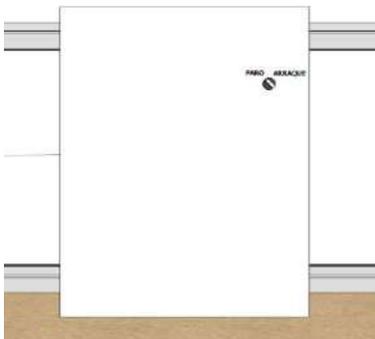
BOMBA SUMERGIBLE

Equipo de bombeo de 2 hp, consta de bomba sumergible y motor trifásico a 220 V ac.



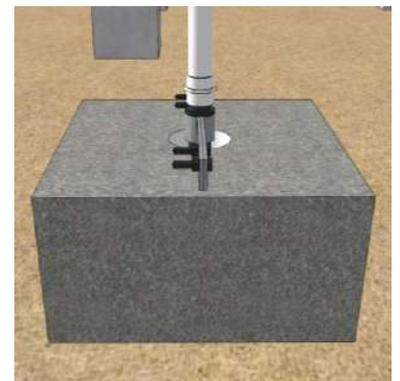
TABLERO DE CONTROL

Es un gabinete con un selector de **arranque** y **paro**. Dentro contiene un inversor solar para el equipo de bombeo de 3 hp y las protecciones eléctricas, tales como interruptor termomagnético y supresor.



POZO Y BROCAL

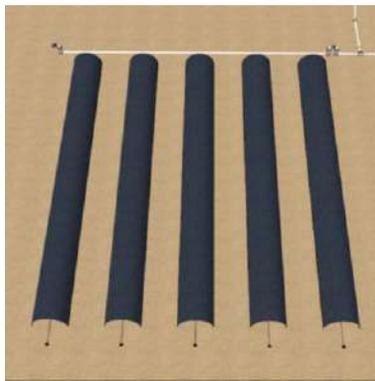
Se reacondicionó un pozo de 4 pulgadas con una profundidad de 20 metros. Con presencia de agua a 12 metros de profundidad respecto al suelo.



BOMBEO SOLAR DE 2 HP PARA POZO PROFUNDO Y ZONA DE RIEGO PARA CULTIVO DE HORTALIZAS Y CITRÍCOS

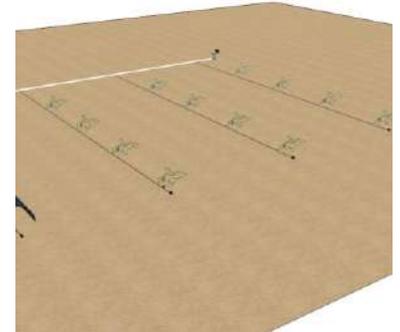
RIEGO POR GOTEO

El sistema cuenta con una manguera tipo cinta, utilizada para el riego por goteo y domos de protección de cultivo, los cuales están hechos con malla sombra.



RIEGO POR MICROASPERSIÓN

El sistema cuenta con una manguera utilizada para el riego por goteo y domos de protección de cultivo, los cuales están hechos con malla sombra.



RIEGO POR MICROASPERSIÓN

El sistema de riego se conforma por microaspersores con un flujo de 100 litros por hora conectados a una manguera de 18 mm negra.



TREN DE DESCARGA

Ordenado de derecha a izquierda, se compone por una válvula de aire, un manómetro de 100 psi máximo, un filtro de mallas para sedimentos del pozo, una válvula antirretorno.



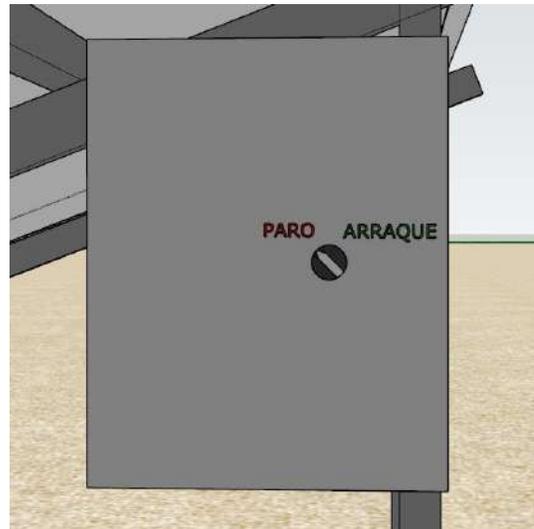
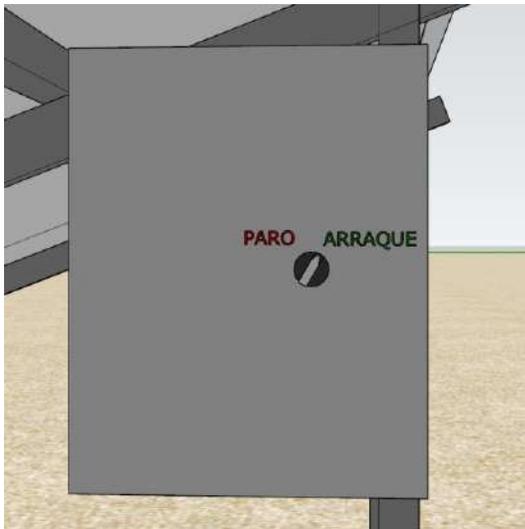
OPERACIÓN

Al momento de diseñar el sistema se consideró hacer la operación de los equipos lo más sencillo posible, por lo que, se usó un selector de arranque y paro para que el operador solo tenga que utilizar el selector y no tenga manipular la caja de control de la bomba. A continuación, se describirán los pasos que el operador debe realizar para encender y apagar el sistema de bombeo solar para un correcto funcionamiento:

1. Abrir la válvula principal, esta acción nos previene de elevar por error la presión de operación del sistema provocando que se dañen las conexiones hidráulicas y el equipo de bombeo.
2. Cambiar la posición del selector de **PARO** a la posición de **ARRANQUE**. El equipo empezara sacar agua por la válvula principal.

BOMBEO SOLAR DE 2 HP PARA POZO PROFUNDO Y ZONA DE RIEGO PARA CULTIVO DE HORTALIZAS Y CITRÍCOS

- Si se desea almacenar el agua en el tinaco, se debe cerrar la válvula principal, sin embargo, se tiene que supervisar cuando el tinaco se haya llenado para evitar que rebose el agua o eleve la presión de la tubería.
- Una vez finalizada el tiempo de uso del sistema, se cambia la posición del selector de **ARRANQUE** a **PARO**.



El sistema de riego del vivero depende del funcionamiento del sistema de bombeo solar de 2 hp, ya que, este sistema es el que alimenta con el flujo de agua necesaria para operar, sin embargo, es importante monitorear a través del manómetro, instalado en el tren de descarga, que la presión de operación del sistema no rebase los **3.5 kg/cm³**, ya que, esto podría dañar el sistema de riego.

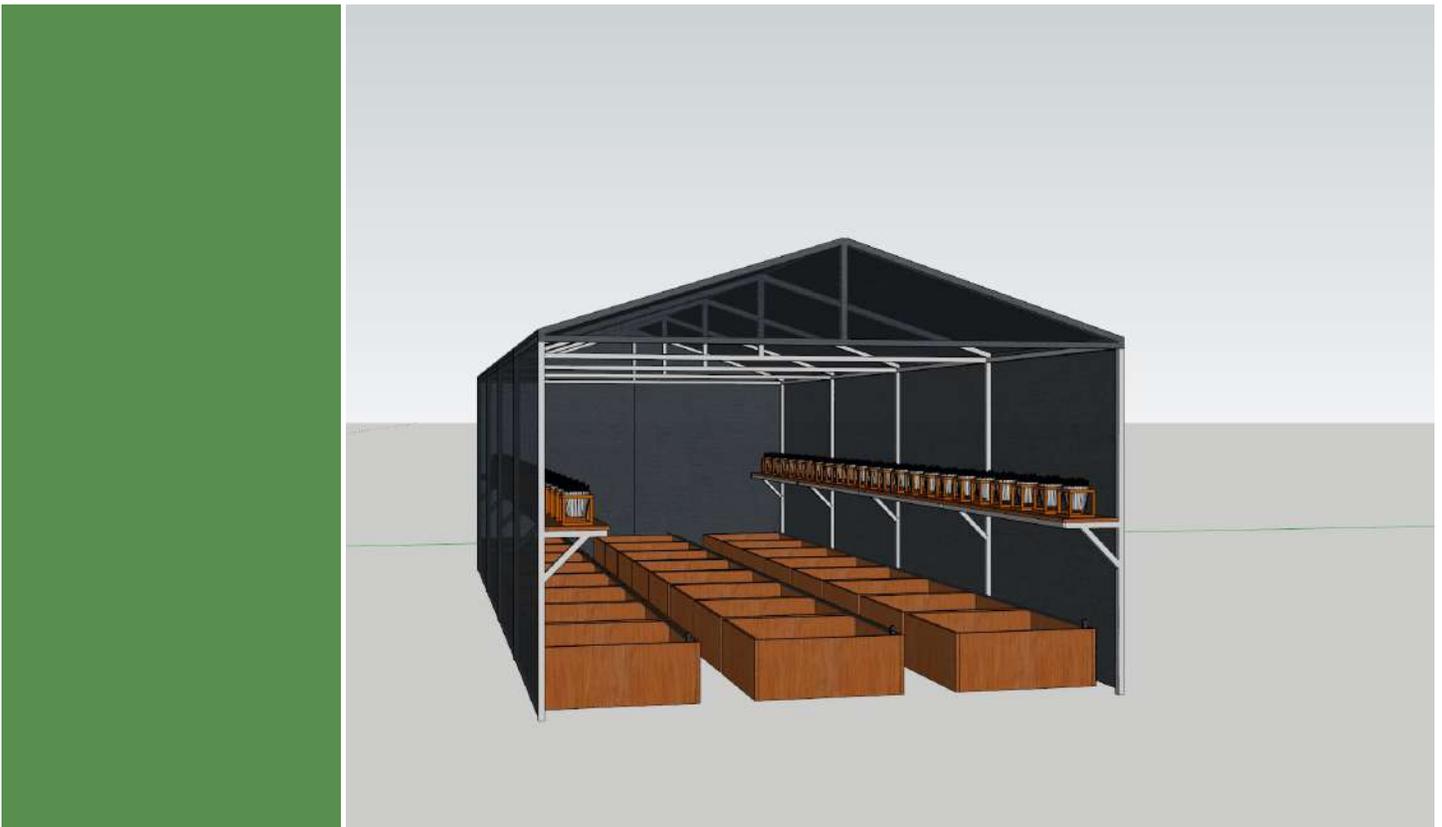
VIVERO PARA CULTIVO DE PLANTAS MEDICINALES Y AROMÁTICAS

OBJETIVO

Realizar la producción de hierbas aromáticas y plantas medicinales para impulsar la economía y participación de las mujeres de las comunidades beneficiarias de Sotuta.

DESCRIPCIÓN

El vivero es una estructura de PTR de 1.25 pulgada con un área de 21 metros cuadrados, con repisas de madera, una malla sombra de 50%, sistema de riego por goteo y maceteros rectangulares para cultivar las hierbas aromáticas o plantas medicinales.



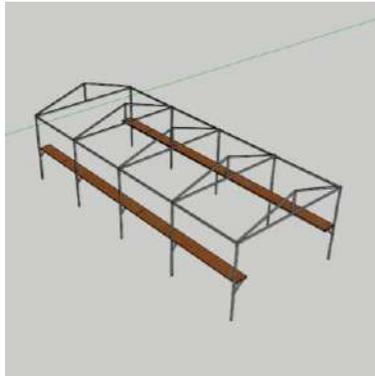
VIVERO PARA CULTIVO DE PLANTAS MEDICINALES Y AROMÁTICAS

COMPONENTES

A continuación, se describen los componentes principales del sistema de invernadero de traspatio con un área de 21 metros cuadrados.

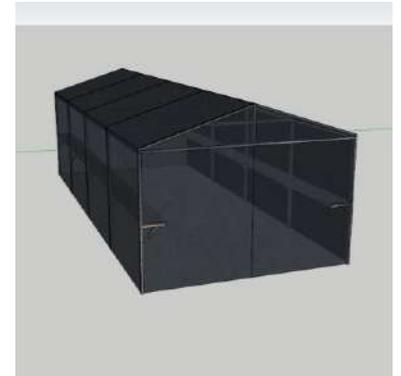
ESTRUCTURA

Es construida con PTR galvanizado de 1.25 pulgada, lo que le da la forma al vivero. También se tienen las repisas de maderas



MALLA SOMBRA

La malla sombra cumple con la función de evitar que los rayos del sol atraviesen con gran intensidad y por consiguiente afecten el crecimiento de las plantas y flores.



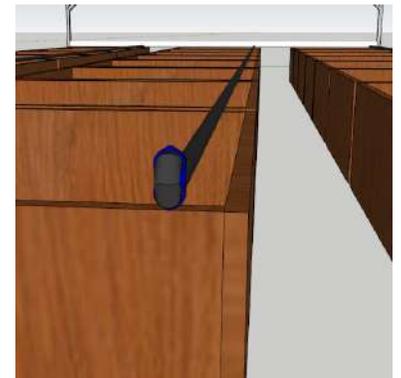
MACETEROS

Es un macetero con gran capacidad para la siembra de algunos ejemplares de flores aromáticas y plantas medicinales.



SISTEMA DE RIEGO

Se considero un sistema de riego por goteo, con cinta para goteo.



OPERACIÓN

El vivero es un sistema de simple operación, debido a que son espacios cerrados que ayudan a disminuir el impacto que el sol tiene sobre las plantas y flores, por lo que, solo se debe tener cuidado de trabajar dentro del sistema con las puertas cerradas para evitar que se altere las condiciones de control del medio. El productor tiene la libertad de disponer el espacio del invernadero para que pueda organizarlo de la manera más adecuada a su necesidad.

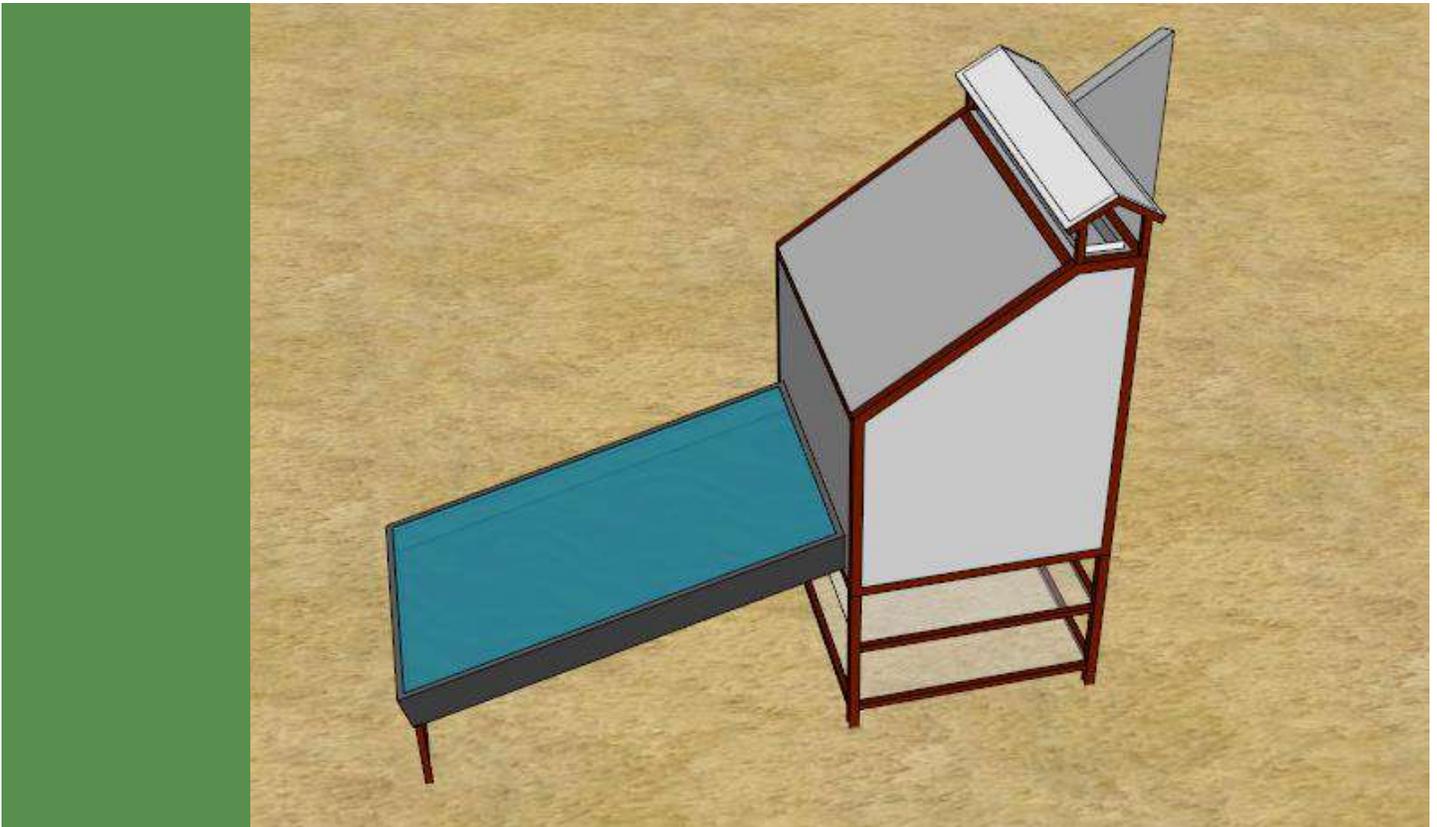
SECADORES SOLARES

OBJETIVO

Con la producción obtenida de los cultivos se realiza el secado de algunas especies para aumentar el tiempo de conservación y producir téis u otros productos, los secadores solares son destinados para las cuatro comunidades beneficiadas, Yaxunah, San José, Ixil y Sotuta.

DESCRIPCIÓN

El secador solar está conformado por piezas metálicas para soportar las condiciones climáticas de la región. Se conforma principalmente de dos partes, el colector solar, la cual consta de una placa de vidrio que capta los rayos del sol y calienta un volumen de aire, el cual pasa a la segunda parte que es la cámara de secado, en esta cámara se deposita el producto que se requiere secar sobre unas parrillas, depende del producto es el tiempo en el que se requiere esperar para secar.



SECADORES SOLARES

COMPONENTES

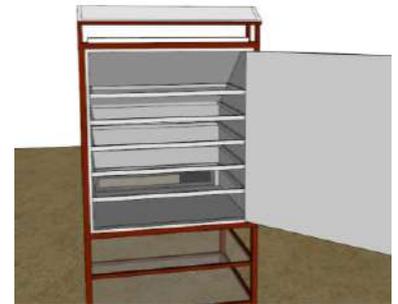
A continuación, se describen los componentes principales del secador.

COLECTOR SOLAR

Componente encargada de recibir la radiación solar y realizar un calentamiento del flujo de aire que pase a través de él.

**CAMARA DE SECADO**

Después de que el aire pase a través de colector solar, se calienta y pasa dentro de la cámara de secado donde está el producto a secar, retirando toda la humedad de este hasta secar.

**REPISAS DE SECADO**

Estas repisas están destinadas para hacer un secado a condiciones de intemperie previo a meter dentro de la cámara de secado.



OPERACIÓN

El secador solar es un componente de secado pasivo que trabaja bajo las condiciones naturales del sol, por lo que, su funcionamiento está forzado a las horas de luz solar. Tiene un funcionamiento simple, consta de meter una cantidad de producto dentro de las parrillas de la cámara de secado sin saturar estas parrillas, después cerrar la puerta de la cámara para conservar la máxima temperatura posible dentro de la cámara, y esperar un determinado tiempo de secado, este tiempo de secado varía del producto que se desea secar. Es importante la supervisión del operador para que determine los tiempos de secado y así evitar un exceso de secado.

IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS



RECOMENDACIONES DE USO

Se recomienda compartir los temas en un tiempo estimado de 14 horas (ver **Tabla 1**), en sesiones no mayores a 5 horas y con descansos alternados. El idioma base es el español, pero se recomienda ampliamente incluir la traducción a idiomas indígenas, según aplique, tanto en las sesiones presenciales como en los documentos que se compartan durante el taller.

Tabla 1. Distribución de horas por tema para impartición del taller.

TEMA	HORAS	MATERIALES Y RECURSOS
SISTEMA 1	3	VIDEOS, PRESENTACIONES, DINÁMICAS GRUPALES, ACTIVIDADES INDIVIDUALES, PRÁCTICAS EN CAMPO CON LOS SISTEMAS
SISTEMA 2	3	
SISTEMA 3	3	COMPUTADORA, PROYECTOR, AULA, ESPACIOS ABIERTOS, SILLA Y MESAS.
SISTEMA 4	3	
SISTEMA 5	2	

AGRADECIMIENTOS

Resulta importante reconocer que sin el apoyo del CONAHCYT este proyecto no se habría podido realizar, a nuestra institución UADY, como a los docentes, personal administrativo y cada uno de los integrantes del equipo técnico encargado de desarrollar este proyecto, así como el eterno agradecimiento por la participación y dedicación de cada una de las comunidades involucradas en este proyecto.

REFERENCIAS

- BBVA. (15 de Enero de 2024). *¿Qué son los equipos de bombeo solar? La solución para la agricultura del futuro.* Obtenido de BBVA: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/equipos-de-bombeo-solar-la-solucion-para-la-agricultura-del-futuro/>
- CONNERA. (5 de Enero de 2022). *Manul de instalación - SERIE KOLOSAL.* Obtenido de VDE: https://docs.connera.com/MI/MICO-KOLOS_2.pdf
- DELTA ELECTRONICS. (30 de Mayo de 2024). *MS300 series user manual.* Obtenido de Download Center Delta: <https://downloadcenter.deltaww.com/downloadCenterCounter.aspx?DID=8016&DocPath=1&hl=en-US>