



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM–Estelí

Diseño de Sistema de bombeo Solar fotovoltaico para abastecimiento de agua en el área de lavado de café. Finca Linda Vista, El Bramadero– Condega, 2019.

Trabajo monográfico para optar

Al grado de

Ingeniero en Energías Renovables

Autor

Ana Celia Tercero López.

Tutor

Dr. Juan Alberto Betanco Maradiaga.

Estelí, Enero de 2020.



CARTA AVAL

A través de la presente hago constar que: **Ana Celia Tercero López**, estudiante de la ingeniería en Energías Renovables, ha finalizado su trabajo investigativo en el tema *“Diseño de Sistema de bombeo Solar fotovoltaico para abastecimiento de agua en el área de lavado de café. Finca Linda Vista, El Bramadero-Condega, 2019”*.

Este trabajo fue apoyado metodológicamente y técnicamente en la fase de planificación, ejecución, procedimiento, análisis e interpretación de datos, así como sus respectivas conclusiones. Después de revisar la coherencia, contenido y la incorporación de las observaciones brindadas por el docente metodológico y consultas realizadas a especialistas en el tema, considero que el mismo hace una aportación significativa al conocimiento y al desarrollo de las energías renovables.

Por consiguiente, valoro que el mismo cumple con los requisitos establecidos en la normativa y, por lo tanto, está listo para ser entregado ante la institución rectora.

Dado en la ciudad de Estelí a los 20 días del mes de abril del 2020

Atentamente;

Dr. Juan Alberto Betanco Maradiaga

Tutor tesis

Resumen

En este documento se presenta la recopilación de información teórica de bombeo con energía solar. El fin del estudio de este sistema es entender su funcionamiento, ventajas y desventajas para luego ser aplicables como sistemas de bombeo en algunas zonas rurales de Nicaragua. El interés principal de este trabajo es encontrar alternativas para aprovechar los recursos energéticos no explotados para facilitar y mejorar la calidad de vida de las personas cubriendo una necesidad básica como es el suministro de agua.

El sistema solar, a partir de los datos medidos y recopilados de PVGIS, radiación solar, viento, precipitación, presión, se evalúa esta tecnología en una zona alta ubicada en el Bramadero-Condega. Lo desarrollado en este trabajo servirá como base teórica para una investigación posterior.

El presente documento se ha estructurado en tres partes. En la primera parte se expone el marco teórico de los sistemas de bombeo solar y fuentes naturales. En la segunda parte, se explica la metodología a utilizar referente al estudio técnico teórico de los sistemas de bombeo y en la tercera parte se exponen resultados y sus respectivos análisis.

Se encontró como conclusión que el clima de la zona alta los Alpes Condega, permite el funcionamiento de un sistema para bombeo solar, ya que los elementos y factores climatológicos no afectan la eficiencia de un sistema; el diseño obtenido por medio de cálculos y el análisis financiero para determinar la factibilidad de la propuesta ya que es menor la inversión inicial y superior la capacidad a la necesidad requerida.

PALABRAS CLAVE: BOMBEO; RADIACIÓN; FOTOVOLTAICO; PANEL SOLAR.

Agradecimiento y Dedicatoria

A Dios

Por haberme permitido llegar hasta donde me encuentro, por brindarme la salud, sabiduría y fuerza de voluntad para continuar en el camino.

A mi Familia

Por ser los cimientos que me sostienen y alientan a ser mejor cada día, por su paciencia y amor brindado en cada momento.

A la memoria de Orlando Francisco Pérez Corrales

Por ser el amigo que me insto en cada momento compartido a ser mejor como persona y profesional, quien me enseñó a tomar mi carrera con pasión y entusiasmo, mostrándome que cada nuevo día es una nueva oportunidad para aprender.

A mis compañeros

IGCP, IIB, HPRC, WRT, ARTU, HKCF, quienes me brindaron su apoyo incondicional para llegar hasta el final y por su motivación para no desistir.

Índice general

I.	Introducción	1
II.	Antecedentes	2
III.	Justificación	4
IV	Planteamiento del problema	5
4.1	Caracterización del Problema	5
4.2	Delimitación del problema	6
4.3	Formulación del Problema	6
4.4	Sistematización del Problema	6
V	Objetivos de Investigación	7
5.1	Objetivo General	7
5.2	Objetivos Específicos	7
VI	Marco teórico	8
6.1	Clima	8
6.2	Cambio Climático	8
6.3	Efecto Invernadero	9
6.4	Elementos del clima	9
6.4.1	Humedad	9
6.4.2	Radiación solar	9
6.4.3	Temperatura	11
6.4.4	Precipitación	11
6.4.5	Viento	11
6.4.6	Presión	12
6.4.7	Nubosidad	12
6.5	Aspectos básicos de la generación Solar	12
6.5.1	Energía Solar Fotovoltaica	12
6.5.2	Angulo Azimut solar	12
6.5.3	Cenit Solar	13
6.6	Partes de un Sistema de Generación Fotovoltaica	14
6.6.1	Caracterización del panel Solar	14
6.6.3	Controlador	20
6.6.4	Acumuladores	20

6.6.5 Inversor	20
6.7 Dimensionamiento de componentes de SSFV	20
6.7.1 Censo de carga de consumo:	21
6-7-2 Condiciones climáticas:	21
6.7.3 Modulo Solar FV:	21
8.7.4 Batería del sistema solar FV:	22
6.7.5 Controlador de carga:	23
6.7.6 Inversor de carga:	23
6.7.7 Cableado:	24
6.8 Sistema de Bombeo Solar Fotovoltaico	25
6.8.1 Bombeo solar directo	26
6.9 Ventajas del bombeo solar	33
6.9.1 Ventajas	33
6.9.2 Desventajas	33
6.10 Impacto Ambiental	34
6.11 Impacto Social	36
6.12 Impacto Económico	37
VII Hipótesis de Investigación	39
VIII Diseño Metodológico	40
8.1 Tipo de Estudio	40
8.2 Área de conocimiento	40
8.4 Universo y muestra	41
IX Operacionalización de Variables	42
9.1 Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos e información	44
X Procedimientos para la recolección de datos e información	45
Plan de tabulación y análisis estadístico	45
XI Resultados	46
11.1 Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico	50
XII Conclusión	62
XIII Bibliografía	63
XIV ANEXOS	66

Índice de tablas

Tabla 1 correlación de variables determinantes del clima	49
tabla 2 datos de pozo de extracción y pila de almacenamiento.	50
tabla 5. Kg de co2 / lt de diésel.	55
tabla 6. Presupuesto.	57
tabla 7. Datos para calcular tir y van.	58
tabla 8. Pay back.	60

Índice de Figura

Figura 1. Angulo azimut.....	13
figura 2. Angulo cenit.....	14
figura 3. Conexión de módulos en serie.....	16
figura 4.conexin de módulos en paralelo.....	16
figura 5. Conexión módulos serie-paralelo.....	17
figura 6. Paneles monocristalinos y policristalinos.....	18
figura 7. Componentes de un sistema solar con acumulador.....	25
figura 8. Sistema de bombeo solar directo.....	26
figura 9. Bomba de diafragma para bombeo solar.....	29
figura 10. Tipo de bomba según caudal y cdt.....	31
figura 11. La asociación del impacto con la alteración del medio ambiente.....	36
figura 12. Mapa de condega y sus comunidades.....	41
figura 13. Temperaturas anuales.....	46
figura 14. Radiación solar w/m2.....	47
figura 15. . Gráfico de velocidad del viento.....	47
figura 16. Presión de la zona los alpes.....	48
figura 17. Grafica de humedad.....	48
figura 18. Esquema del bombeo solar.....	53

I. Introducción

La falta de cobertura eléctrica o la dificultad de accesibilidad a zonas remotas de Nicaragua, trae consigo diferentes complicaciones entre las cuales se encuentra la dificultad del acceso a la energía eléctrica y agua potable, requeridas para el desarrollo de distintas actividades como la agricultura y ganadería.

Siendo Nicaragua un país que busca desarrollo económico, se debe procurar encontrar soluciones para que estas zonas puedan llevar a cabo sus actividades mejorando su producción y logrando así un desarrollo sostenible tanto social como económico, tomando en cuenta que las actividades en las zonas rurales son las que mayor consumo de agua requieren. De aquí la necesidad de cuantificar el recurso hídrico y buscar el mejor camino para su aprovechamiento.

El objetivo principal del estudio es diseñar un sistema capaz de producir la energía eléctrica que cubra la demanda a través de paneles solares fotovoltaicos para bombear agua desde un pozo para beneficio de la Finca Linda Vista, aprovechando así de esta manera la fuente de energía solar que, como todos sabemos, es prácticamente inagotable.

Realizando diferentes cálculos y análisis con variables cuantitativas y cualitativas volviendo el estudio mixto, donde se recolectan datos de los elementos del clima para determinar el clima de la zona para luego dimensionar un sistema capaz de adaptarse a los cambios climáticos para cubrir la demanda que actualmente se satisface con sistemas que funcionan con combustible fósil, lo que nos lleva a los impactos que un sistema de bombeo puede causar en comparación a los sistemas existentes en la Finca.

La tecnología de sistemas solares presenta numerosas ventajas: instalación simple, emplea una fuente de energía limpia y gratuita, su operación es automática y silenciosa, requiere poco mantenimiento y es amigable con el ambiente.

II. Antecedentes

En Latinoamérica se han realizado diversos estudios de Sistemas Fotovoltaicos para bombeo de Agua cuyo objetivo es el aprovechamiento de la energía del sol como potencial energético.

Aqueveque (2009), en Santiago de Chile realizó un diseño de Bombeo Fotovoltaico a través de una simulación, determinando que el caudal puede ser elevado con estos equipos es mayor aproximadamente un 20% al caudal de diseño. Concluyó que, un proyecto de bombeo de agua de esta naturaleza, es al cabo de cinco años de funcionamiento más conveniente que un proyecto similar que ocupe bombas convencionales (pág. 107).

Mercado y Quintero (2014), en Colombia realizaron estudio dirigido a diferentes sistemas de bombeo a partir de fuentes renovables, comparando aspectos técnico y económico de cuatro sistemas de bombeo independientes, concluyendo que los proyectos fotovoltaicos son de gran utilidad, sobre todo en grandes extensiones de tierra donde se puedan disponer los colectores, y así obtener un parque doble propósito, ya que además de ser captadores de energía podría participar como una sombra para otros procesos que así lo requieran (pág. 68).

Salmerón y Blandón (2014), en la comunidad de San Antonio municipio de Jinotepe realizaron estudio de fuente energética de bajo impacto ambiental para bombeo de agua en la zona de cultivos, a través de cálculos y dimensionado se obtuvo que la instalación de paneles tiene una amplia perspectiva de aplicación en el ámbito rural ya que su vida útil y sus costes son accesibles (pág. 38).

Campuzano (2016), se realizaron estudio enfocado en los sistemas de bombeo solar de pequeña potencia en la comunidad de San Antonio Diriamba, donde a través de cálculos y un profundo análisis se llegó a la conclusión de que estos sistemas son altamente rentables al compararlos con los sistemas que funcionan con derivados del petróleo.

González y Lanuza (2017), estudio realizado en la comarca Ato Viejo San Nicolás – Estelí, aplicando métodos matemáticos determinando los aspectos técnicos, económicos y

ambientales para el condicionamiento del sistema, donde se determinó que la utilización de las energías renovables reduce la huella de carbono (pág. 37).

Asmat (2018), en Perú realizó una evaluación de un sistema de bombeo con una eficiencia de 24.95%, para suministro de agua para riego, se realizaron mediciones para calcular la radiación solar y se concluyó que existen 5 horas sol (pág. 75).

III. Justificación

La energía eléctrica y el agua potable son servicios fundamentales que permite el desarrollo de un lugar determinado, ya que de ello depende la mayoría de las actividades que realiza la sociedad como en la industria, agricultura e incluso en el hogar, por tanto, la humanidad en la actual se ha vuelto dependiente del petróleo de forma directa e indirecta lo que causa que el incremento de CO₂ sea acelerado, provocando así daños irreversibles al planeta.

Nicaragua cuenta con un gran potencial en recursos para generación de energía renovable, la cual permite mitigar los daños que el uso de los combustibles fósiles ha causado; para aprovechar los recursos renovables como fuentes de generación de energía eléctrica se debe implementar las diferentes tecnologías de generación, como obtención de energía eléctrica mediante el aprovechamiento del recurso solar a través de células fotovoltaicas.

La zona norte de Nicaragua cuenta con un clima con poca disparidad, lo que permite la utilización de sistemas de bombeo solar fotovoltaico, dando oportunidad al desarrollo rural tanto en el ámbito económico como Social, esto relacionados a dar solución a problemas de pobreza en esta zona.

Este estudio se fundamenta en el beneficio de las fincas agro productoras de la zona norte de Nicaragua, al implementar el uso de sistemas de bombeo solar, facilitando el acceso al agua en condiciones de calidad para un mejor desempeño laboral en las diferentes actividades.

En la comunidad El Bramadero ubicado en la ciudad de Condega no se han realizado proyectos con base en energía renovable, por lo que la implementación del uso de este tipo de sistemas marcaría la diferencia en comparación con los sistemas convencionales de bombeo de agua utilizados actualmente, abriendo puertas a oportunidades de llevar el agua a los lugares que más lo necesitan, pero no cuentan con el servicio.

El desarrollo del presente trabajo de investigación es de gran importancia para futuros estudiantes ya que generará conocimiento en el área de energía solar fotovoltaica especialmente en los sistemas de bombeo solar y la generalización de resultados en otros sitios, fomentando el uso de recursos renovables para la obtención de electricidad.

IV Planteamiento del problema

4.1 Caracterización del Problema

América Latina es el causante de producir el 5% de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial, con el paso del tiempo este número va en aumento, especialmente por la necesidad de los países de adaptarse a la demanda energética proveniente del desarrollo de la industria, del transporte y el consumo eléctrico. En 2010, América Latina y el Caribe emitió 371 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono (Mt CO₂), por el uso de madera y carbón, 297 millones de toneladas provinieron de la madera y 74 millones de toneladas de CO₂ por el uso y producción de carbón (FAO, 2017).

Como consecuencia de la enorme producción y acumulación de gases en el ambiente, se ha aumentado la temperatura media en el planeta, derritiendo las capas de nieve y hielo, aumentando el nivel del mar y trayendo cambios en las tendencias de precipitaciones. Esto ha venido afectando a la biodiversidad mundial, al traer cambios en el hábitat natural de distintas especies de flora y fauna y la producción de lluvias ácidas en la atmósfera (Useros Fernández, 2012).

Para combatir contra las emisiones de gases de efecto invernadero se ha empezado ya hace unos años, el desarrollo de la matriz energética de fuentes alternas en los distintos países del mundo, las cuales dependen altamente de factores climáticos para asegurar su funcionamiento. En Nicaragua se registra un mayor incremento en la producción de energía renovables, como lo es con la instalación de cuatro parques ubicados en el istmo de Rivas aportan el 26% de la producción eléctrica con fuente limpias. “El día de hoy incluso llegamos a tener un 75% de generación renovable, al contrario del 2006, cuando ese porcentaje era térmico; con los estudios que hemos realizado sabemos que tenemos capacidad de generar más de 1000 MW sólo de eólico”. A esta generación se suma la biomasa, que ha alcanzado el segundo lugar y le siguen las fotovoltaicas, que operan fuera de la red como el sistema aislado de San Juan de Nicaragua y a futuro la planta de 3 MW de Corn Island, los cuales tienen un aporte significativo al cambio de la matriz de generación. (ENATREL, 2019)

4.2 Delimitación del problema

Según datos de Censo realizado por la alcaldía de Condega (2019), este municipio está dividido en 10 microrregiones consistentes de una población total de 35,040 personas hasta el 2016. El Ministerio de Energías y Minas (MEM), reporta que Condega posee una cobertura eléctrica del 97.2%, siendo las comunidades más alejadas y con dificultad de acceso las no cuentan con este servicio básico.

La falta de acceso a energía eléctrica en las actividades económicas de los productores agrícolas lleva a la necesidad de uso de motores dependientes de combustibles fósiles para riego y limpiado de granos, como lo es en el caso del café, aumentando así la producción de gases contaminantes y de lluvia ácida que puede afectar la salud y bienestar de las personas que mantengan un contacto prolongado.

4.3 Formulación del Problema

A partir de la caracterización y delimitación del problema antes expuesto, se plantea la siguiente pregunta principal del presente estudio: ¿Cómo desarrollar un sistema solar para proveer energía eléctrica para bombeo de agua en función del desarrollo humano sostenible en la comunidad rural El Bramadero-Condega?

4.4 Sistematización del Problema

¿Qué características climáticas tiene la zona de El Bramadero Condega?

¿Qué factores intervienen para la instalación de un sistema Solar Fotovoltaico en la finca Linda Vista?

¿Cómo dimensionar un sistema de bombeo solar fotovoltaico para lavado de café?

¿Qué beneficios ambientales, económicos y sociales generaría el uso de sistemas de bombeo de agua para lavado de café en función del desarrollo humano sostenible?

V Objetivos de Investigación

5.1 Objetivo General

Diseñar un sistema Solar fotovoltaico de bombeo de agua, para el lavado de café, en la finca Linda Vista, Los Alpes, El Bramadero, Condega, 2019.

5.2 Objetivos Específicos

1 Describir elementos y factores que influyen en el clima en Los Alpes, El Bramadero, Condega.

2 Dimensionar un sistema de bombeo solar fotovoltaico para abastecimiento de agua para lavado de café.

3 Determinar los beneficios ambientales, económicos y sociales que podría generar la instalación del sistema de bombeo de agua para lavado de café en función del desarrollo humano sostenible.

VI Marco teórico

6.1 Clima

El clima de un lugar es esencialmente variable en las diversas escalas de tiempo: en un día, en una estación y a través de los años, y desde luego en periodos de tiempo aún mayores. Estas variaciones están impuestas por la situación geográfica (si se trata de valle, un punto en la costa, etc.), o por los sistemas regionales de tiempo atmosférico que llegan de puntos lejanos (como los ciclones, las masas de aire polar o "nortes", las tormentas tropicales) y finalmente por la acción del hombre, como es el caso de la alteración del clima de las ciudades por la urbanización o el calentamiento de la atmosfera debido al llamado efecto invernadero (Jáuregui Ostos, 2000).

Cuando se aborda el estudio del clima, nos encontramos con que hay que distinguir sus factores, que son características geofísicas que condicionan de un modo preponderante el clima de cada lugar; latitud, altitud, continentalidad, orientación, naturaleza del suelo y vegetación. Hay que distinguir también lo que son elementos del clima, que vienen a ser aquellos componentes en que, para su estudio, suele dividirse el clima, tales como humedad, visibilidad, radiación solar, temperatura, precipitación, viento, presión, nubosidad y otros. Sin embargo, el estudio del clima no puede ser la enumeración de unos cuantos valores que puedan tomar sus elementos.

Cualquier definición de clima, debería contemplar básicamente el hecho de que la fisonomía de la atmósfera, sus características físicas, su variación estacional, y los 3 valores de parámetros tales como la temperatura, la precipitación, la nubosidad y el viento, por citar algunos, deben ser resultantes de las interacciones del sistema atmósfera, suelo y mares, sistema alimentado por la radiación solar. En la medida en que evaluemos esas interacciones, estudiemos la descripción de los procesos físicos involucrados, y mejor si podemos modelizarlos, estaremos desarrollando la Climatología (Linés Escardó, 2010).

6.2 Cambio Climático

No resulta demasiado confortadora para las próximas generaciones la idea de que un deterioro climático galopante, por ejemplo, en un siglo, y que arruinara 4 a extensas áreas terrestres, pudiera quedar perfectamente corregido y subsanado, marchando las cosas bien,

en los siguientes 200.000 años. Tema de especial preocupación es por tanto la posible rapidez de los cambios actuales. Los procesos de interacción suelo océano atmósfera pueden quedar modificados, con cierta rapidez, por los acelerados cambios inducidos por el hombre. El suelo ha sido extensamente alterado por las roturaciones de tierras para el cultivo, por deforestación y por creación de áreas urbanas; estos dos últimos procesos han sido muy intensos en el último siglo y es de suponer que el albedo de la superficie terrestre ha quedado profundamente modificado. En cuanto a los océanos, la presencia superficial de capas de grasa y otros contaminantes ha alterado los mecanismos de evaporación y de reflexión de la radiación solar. Por supuesto, también la atmósfera experimenta continuas alteraciones de índole antropogénica. Actualmente hay numerosas sustancias que antes no estuvieron presentes en la atmósfera y la proporción de otros componentes, como el CO₂ (Linés Escardó, 2010).

6.3 Efecto Invernadero

De los temas actualmente planteados con relación al cambio climático el efecto invernadero ocupa atención preferente. Como es sabido, el dióxido de carbono es capaz de retener determinadas radiaciones de onda larga emitidas por la Tierra y que potencialmente podrían ser eliminadas por difusión en el espacio exterior. Esta absorción provoca un caldeoamiento de la atmósfera terrestre, que, por analogía, es denominado efecto invernadero. El dióxido de carbono no es el único gas de efecto invernadero; también el vapor de agua y varios gases traza, tales como el metano, el ozono troposférico, los clorofluorometanos y otros (Linés Escardó, 2010).

6.4 Elementos del clima

6.4.1 Humedad

Es la cantidad de vapor de agua que retiene el aire, cuando el calor actúa sobre las aguas, parte de ellas se evapora y se integra al aire en estado gaseoso como vapor de agua, se mide con el Higrómetro y se expresa en % (Chile, s.f.).

6.4.2 Radiación solar

La luz, sea ésta de origen solar, o generada por un foco incandescente o fluorescente, está formada por un conjunto de radiaciones electromagnéticas de muy alta frecuencia, que

están agrupadas dentro de un cierto rango, llamado espectro luminoso. Las ondas de baja frecuencia del espectro solar (infrarrojo) proporcionan calor, las de alta frecuencia (ultravioleta) hacen posible el proceso de fotosíntesis o el bronceado de la piel. Entre esos dos extremos están las frecuencias que forman la parte visible de la luz solar. La intensidad de la radiación luminosa varía con la frecuencia.

El Sol genera energía mediante reacciones nucleares de fusión que se producen en su núcleo. Esta energía recibe el nombre de radiación solar, estas radiaciones son:

- Radiación solar: Es la energía emitida por el Sol.
- Radiación solar extraterrestre: Esta radiación incide en el límite de la atmósfera terrestre.
- Radiación de onda corta: La radiación solar extraterrestre se halla dentro del intervalo espectral comprendido entre 0,25 y 4,0 m y se denomina radiación de onda corta. Una parte de la radiación solar extraterrestre penetra a través de la atmósfera y llega a la superficie terrestre, mientras que otra parte se dispersa y/o es absorbida en la atmósfera por las moléculas gaseosas, las partículas de aerosoles y las gotas de agua y cristales de hielo presentes en las nubes.
- Radiación directa (pirheliómetro): Es la radiación solar que llega a la superficie de la tierra en forma de rayos provenientes del Sol sin haber sufrido difusión, ni reflexión alguna.

La Radiación procedente del Sol puede medirse en términos de potencia o de energía según se quiera obtener la cantidad de energía incidente en un periodo de tiempo o de forma instantánea:

Irradiancia solar (I): Potencia incidente por unidad de superficie (kW/m²).

Radiación solar (H): Energía incidente por unidad de superficie (KWh/m²)

Integración de la irradiancia durante un cierto periodo de tiempo.

La Radiación Solar que llega a la superficie Terrestre es menor que la que llega a la superficie de la atmósfera, debido a procesos de atenuación:

- Dispersión (gases y partículas)
- Reflexiones

-Absorción (moléculas y gases) Superficie de incidencia Irradiancia

Exterior atmósfera: 1367 W/m²

Superficie terrestre: 1000 W/m²

- La radiación que finalmente llega a la superficie de la tierra se clasifica en Radiación Directa (HD), difusa (Hd) y reflejada (Hr)

Radiación solar directa (HD): proviene directamente del sol sin haber sufrido ninguna modificación. Una única dirección de incidencia → Concentración.

Radiación solar difusa (Hd): La que llega a la superficie después de haber sufrido diferentes cambios de dirección reflexiones y refracciones. Procede de la bóveda terrestre. Múltiples direcciones de incidencia → No concentración.

Radiación reflejada: Proviene de la reflexión producida por el suelo o por otros elementos que rodean a la superficie considerada. Albedo (a)= coeficiente de reflexividad (INATEC, 2016).

6.4.3 Temperatura

Es el calor retenido en el aire, la tropósfera tiene “gases invernadero” capaces de retener el calor, la temperatura se mide en grados centígrados (°C) o grados Fahrenheit (°F) para su medición se utiliza el termómetro (Chile, s.f.).

6.4.4 Precipitación

Es la caída de agua contenida en las nubes (en forma líquida o sólida) hacia la superficie, cuando las gotas de agua de las nubes se unen entre sí o con cristales de hielo, aumentan su tamaño y su peso y son atraídas hacia la superficie por la fuerza de gravedad, se mide con el pluviómetro en milímetros (mm) (Chile, s.f.).

6.4.5 Viento

Es el movimiento del aire, los vientos al desplazarse pueden trasladar aire más frío a las zonas cálidas o aire más cálido a las zonas frías, permitiendo un menor desequilibrio de las temperaturas del planeta, también trasladan vapor de agua y con ello la posibilidad de

precipitaciones a otros lugares y se mide con el anemómetro (velocidad) y la veleta (dirección), la velocidad se expresa en kilómetros por hora (km/h) (Chile, s.f.).

6.4.6 Presión

Es el peso que ejerce el aire sobre la superficie terrestre. La presión de una masa de aire tiene estrecha relación con su temperatura, se mide con el Barómetro y se expresa en milibares (mb) o hectopascales (hPa).

6.4.7 Nubosidad

Las nubes se forman por gotas de agua que se unen a partículas que se encuentran suspendidas en el aire. Estas gotas provienen de la condensación de vapor de agua. Si hay nubes en el cielo, significa que una masa de aire húmeda se enfrió lo suficiente para saturarse y comenzar la condensación (Chile, s.f.).

6.5 Aspectos básicos de la generación Solar

6.5.1 Energía Solar Fotovoltaica

El efecto fotovoltaico consiste en que la luz puede generar una corriente eléctrica al iluminar ciertos materiales. Fue descubierto en 1839 por el físico francés Alexandre-Edmond Becquerel. A pesar de este temprano descubrimiento, fue hasta la década de los años cincuenta del siglo XX que se encontró un material que presentaba el efecto fotovoltaico de manera eficiente: el silicio (Arancibia Bulnes & Best y Brown, 2010).

6.5.2 Angulo Azimut solar

El azimut solar ψ , es el ángulo formado por el meridiano del sol, y el meridiano del lugar; en el hemisferio Norte se toma la dirección sur como referencia de 0° y en el hemisferio sur se toma la dirección norte como referencia. Como se aprecia en la (figura 1). El azimut solar posee valores positivos de 0° a 180° hacia al Oeste y negativos 0 a -180° hacia el Este. La elevación solar γ , es el ángulo que forman los rayos del sol, con respecto al horizontal. Su valor máximo viene definido por la ecuación:

Siendo φ la latitud del lugar y δ la declinación solar. Con ello se observa que cuánto mayor sea la latitud del lugar, menor será la elevación solar y, por tanto más oblicuos indicarán los

rayos solares; por otra parte en el solsticio en el verano la elevación será mucho mayor que el solsticio del invierno, puesto que, como ya se ha dicho, la declinación oscila entre 23,45 y $-23,45^\circ$.

Como veremos, la consideración de estos ángulos es imprescindible para aprovechar lo más posible la energía radiante del Sol. La elevación determinará la elevación óptima de los paneles solares y el Azimut será clave en su adecuada orientación (Moro Vallina, 2010).

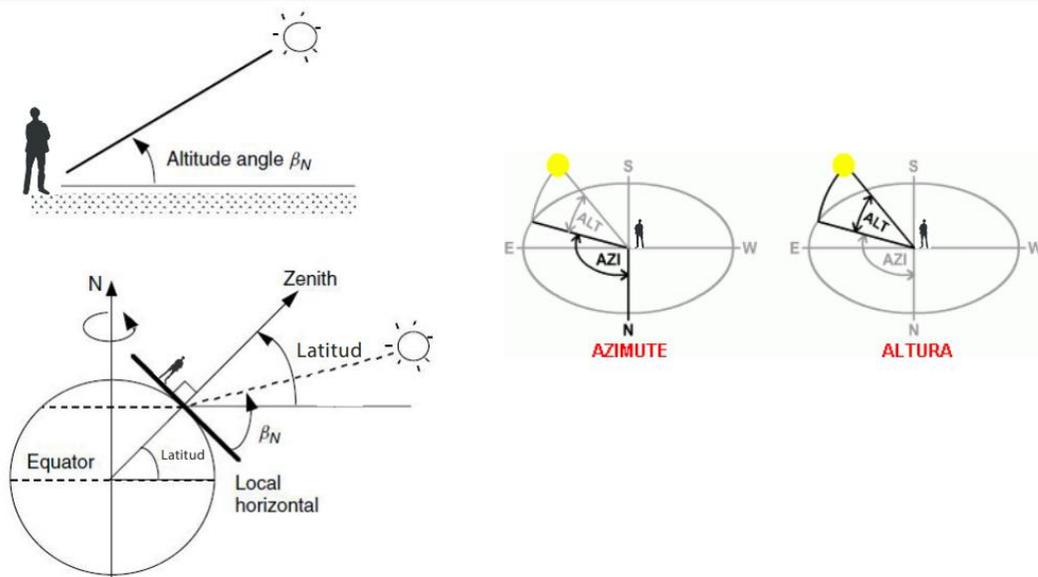


Figura 1. Angulo Azimut.

6.5.3 Cenit Solar

Cenit solar en función del tiempo, es útil para comprender la posición diurna del Sol en el caso del solsticio de verano, el equinoccio y el solsticio de invierno. Posteriormente nos referimos a este diagrama (figura 2). Cuando la placa está inclinada a un ángulo θ (medido respecto a la normal a la placa, desde el cenit), y en donde θ está en el meridiano, la ecuación para el ángulo entre el Sol y la normal (Meinel & Meinel, 1982).

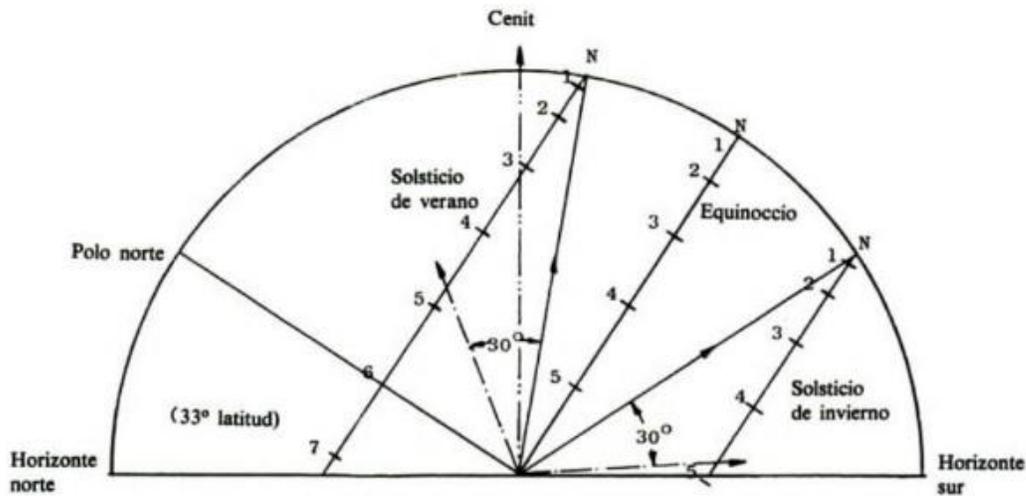


Figura 2. Angulo Cenit.

6.6 Partes de un Sistema de Generación Fotovoltaica

6.6.1 Caracterización del panel Solar

La palabra fotovoltaico procede de photo = luz y voltaico =electricidad y significa electricidad producida a través de la luz. El efecto fotovoltaico se basa sobre la capacidad de algunos semiconductores, como el silicio, de generar directamente energía eléctrica cuando se exponen a la radiación solar. La conversión de la radiación solar en energía eléctrica tiene lugar en la célula fotovoltaica, que es el elemento base del proceso de transformación de la radiación solar en energía eléctrica (INATEC, 2016).

Las células se agrupan en lo que se denomina módulo o panel fotovoltaico, que no es otra cosa que un conjunto de células conectadas convenientemente, de tal forma que reúnan unas condiciones óptimas para su integración en sistemas de generación de energía, siendo compatibles (tanto en tensión como en potencia) con las necesidades y equipos estándares existentes en el mercado. Normalmente, se habla de paneles de 6 V, 12 V y 24 V, si bien es cierto que su tensión está por encima de las mencionadas, oscilando las potencias producidas entre los 2.5 W y los 180 W.

Las células que integran un panel fotovoltaico deben estar comprendidas en un rango muy estrecho en cuanto a sus parámetros eléctricos, para evitar las descompensaciones que se producirían en el interior del módulo si unas generaran más corriente que las vecinas.

Precisamente por este motivo son de suma importancia las pruebas finales de las células, dentro de su proceso de fabricación. El módulo fotovoltaico consta de diversas capas que recubren a las células por arriba y por abajo, con el fin de darles una protección mecánica, a la vez que además las protegen contra los agentes atmosféricos, especialmente el agua, que puede llegar a ser causante de la oxidación de los contactos, con lo cual las células quedarían inservibles para la producción de energía. Los módulos fotovoltaicos tienen estructuras y formas muy variadas. Podríamos hacer una división general diciendo que un módulo puede estar formado por:

- Cubierta exterior
- Capa encapsulante anterior
- Células fotovoltaicas
- Capa encapsulante posterior
- Protección posterior
- Marco soporte
- Contactos eléctricos de salida (INATEC, 2016).

6.6.1.1 Conexión de módulos en serie.

La intensidad del generador es igual a la de un módulo y la tensión del generador es la tensión de un módulo por el número de módulos en serie. El conexionado se realiza conectando el terminal positivo de un módulo con el negativo del siguiente módulo. El terminal negativo del primer módulo es el terminal negativo del generador y el terminal positivo del último módulo es el terminal positivo del generador (figura 3).

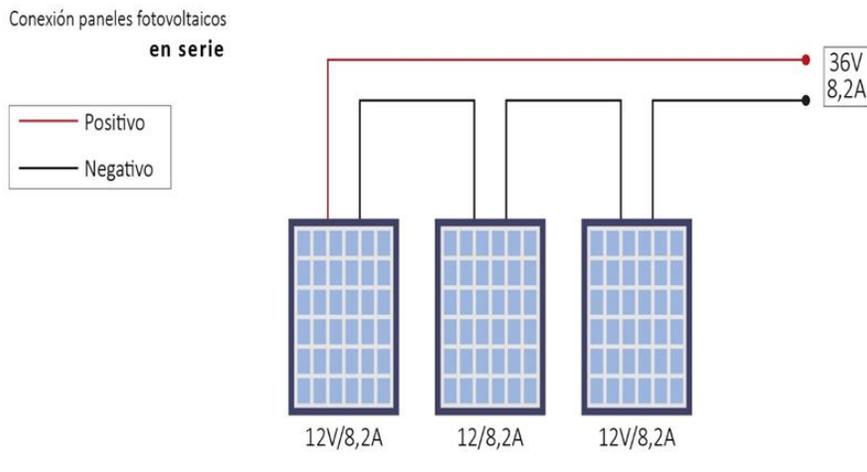


Figura 3. Conexión de módulos en serie.

6.6.1.2 Conexión de módulos en paralelo.

La tensión del generador es igual a la de un módulo y la intensidad del generador es la intensidad de un módulo por el número de módulos en paralelo. El conexionado se realiza conectando el terminal positivo de todos los módulos entre sí para formar el terminal positivo del generador y conectando el terminal negativo de todos los módulos entre sí para formar el terminal negativo del generador (figura 4).

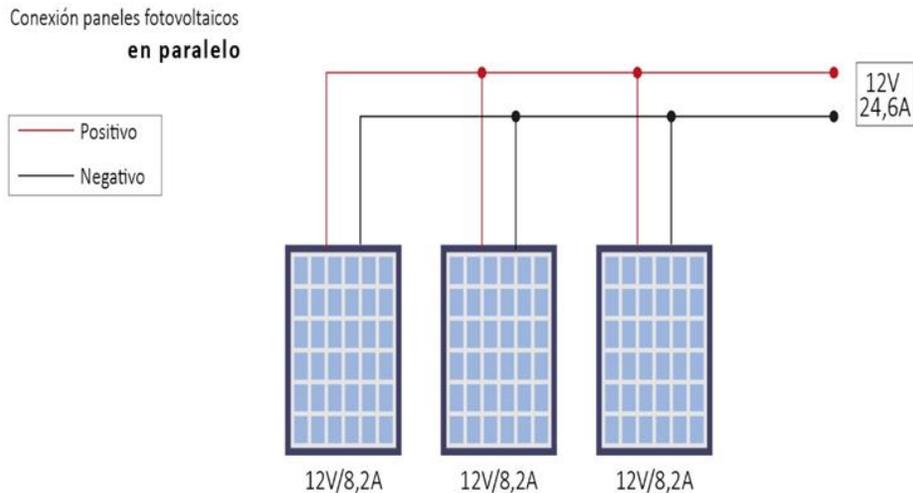


Figura 4. Conexión de módulos en paralelo.

La tensión del generador es la tensión de un módulo por el número de módulos en serie y la intensidad del generador es la intensidad de un módulo por el número de ramas en paralelo (Figura 5). Cada grupo de módulos conectados en serie se denomina rama o cadena. Para conectar los módulos de una rama se aplica el procedimiento de conexionado en serie de módulos.

El terminal negativo del primer módulo es el terminal negativo de la rama y el terminal positivo del último módulo es el terminal positivo de la rama. El conexionado termina aplicando el procedimiento de conexión paralelo a las ramas realizadas previamente (INATEC, 2016).

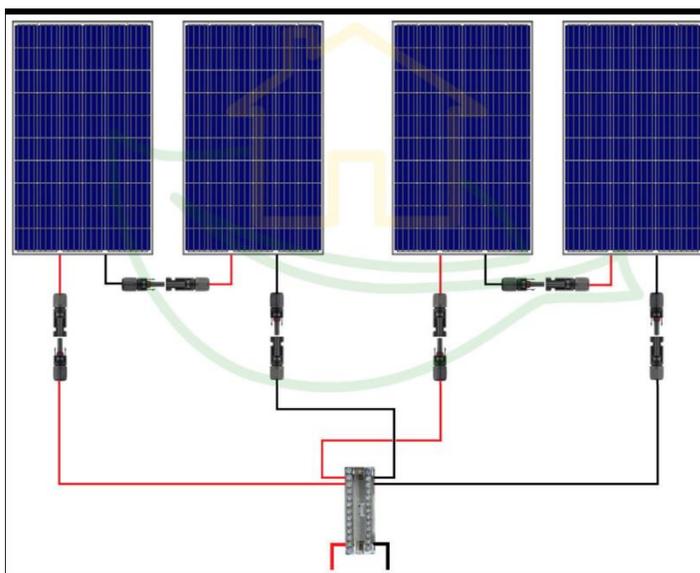


Figura 5. Conexión módulos serie-paralelo.

6.6.2 Tipos de paneles fotovoltaicos

Existen diferentes tipos de paneles solares en función de los materiales empleados, los métodos de fabricación que se empleen y la forma final. A continuación, se describen los materiales que pueden formar las células solares:

- Silicio Puro monocristalino- Basados en secciones de una barra de silicio perfectamente cristalizado en una sola pieza. En laboratorio se han alcanzado rendimientos máximos del 24,7% para éste tipo de paneles siendo en los comercializados del 16%.

Silicio puro policristalino- Los materiales son semejantes a los del tipo anterior, aunque en este caso el proceso de cristalización del silicio es diferente. Los paneles policristalinos se basan en secciones de una barra de silicio que se ha estructurado desordenadamente en forma de pequeños cristales. Son visualmente muy reconocibles por presentar su superficie un aspecto granulado. Se obtiene con ellos un rendimiento inferior que con los monocristalinos (en laboratorio del 19.8% y en los módulos comerciales del 14%) siendo su precio también más bajo (figura 6).



Figura 6. Paneles Monocristalinos y Policristalinos.

Por las características físicas del silicio cristalizado, los paneles fabricados siguiendo esta tecnología presentan un grosor considerable. Mediante el empleo del silicio con otra estructura o de otros materiales semiconductores es posible conseguir paneles más finos y versátiles que permiten incluso en algún caso su adaptación a superficies irregulares. Son los denominados paneles de lámina delgada.

Así pues, los tipos de paneles de lámina delgada son:

- Silicio amorfo. (TFS) Basados también en el silicio, pero a diferencia de los dos anteriores, este material no sigue aquí estructura cristalina alguna. Paneles de este tipo son habitualmente empleados para pequeños dispositivos electrónicos (Calculadoras, relojes) y

en pequeños paneles portátiles. Su rendimiento máximo alcanzado en laboratorio ha sido del 13% siendo el de los módulos comerciales del 8%.

- Teluro de cadmio, Rendimiento en laboratorio 16% y en módulos comerciales 8%
- Arseniuro de Galio- Uno de los materiales más eficientes. presenta unos rendimientos en laboratorio del 25.7% siendo los comerciales del 20%
- Diseleniuro de cobre en indio- con rendimientos en laboratorio próximos al 17% y en módulos comerciales del 9%
- Triple unión. GaAs, Ge y GaInP₂ esta unión de tres semiconductores obtiene un rendimiento del 39%.

Tipos de paneles según su forma.

Empleando cualquiera de los materiales antes comentados se fabrican módulos fotovoltaicos para adaptarse a una aplicación en concreto o para lograr un mayor rendimiento. Algunos ejemplos de formas de paneles distintos del clásico plano son:

- Planos con sistema de concentración:

Esta tecnología emplea una serie de superficies reflectantes, como son los espejos, metales, plásticos, que mediante una geometría de tipo paraboloide son capaces de dirigir la radiación solar recogida en una superficie a otra muy inferior concentrando la luz solar sobre las células solares. Estos sistemas de concentración hacen que una célula de menor tamaño que la de un panel plano clásico tenga el mismo rendimiento, ya que recibe una cantidad concentrada de radiación solar. Esto supone una disminución del precio del panel ya que los materiales reflectantes son mucho más baratos que las células solares, y ésta tecnología reduce el contenido de silicio en el panel.

La tecnología de concentración únicamente utiliza la energía directa (aquella que se sabe de dónde viene) por lo que el sistema debe contar además con un sistema de seguimiento solar en dos ejes, que consta de un soporte para los módulos y mediante unas sondas y una configuración adecuada se desplaza en dos ejes para que los módulos fotovoltaicos instalados en él encuentren siempre los rayos del sol perpendicularmente (Fernández Ferichola , 2009).

6.6.3 Controlador

Es el cerebro del sistema FV, su función es de monitorear y regular la energía que entra y sale de la batería permitiendo una carga eficiente de misma, evita la sobrecarga y descarga alargando la vida útil de las baterías. Además se encarga de indicar el estado de funcionamiento del sistema FV (Martínez Tercero, 2020).

6.6.4 Acumuladores

Es un dispositivo electroquímico capaz de transformar una energía potencial química en energía eléctrica.

Su función es almacenar la energía entregada por el modulo solar fotovoltaico y suministrar esa energía cuando se solicite, la energía se almacena en forma química.

El tipo y capacidad de la batería apropiada para sistemas solares fotovoltaicos debe satisfacer la demanda de energía solicitada, debe ser capaz de trabajar bajo condiciones de recurso solar variables previsibles (ciclo dia-noche) e imprevisible (nubes, tormentas) (Martínez Tercero, 2020).

6.6.5 Inversor

La principal función de un inversor de conexión a red es, además de hacer trabajar los paneles en punto de máxima potencia, pasar de la corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos a corriente alterna. Para realizar esta operación, utiliza la conmutación a alta frecuencia mediante transistores de tipo IGBT. Estos transistores se comportan como interruptores controlados por el circuito de control del inversor, con frecuencias de conmutación de hasta 20 MHz. En un principio, los inversores de conexión a red empezaron utilizando la tecnología del puente de 4 transistores (Barrau, y otros, 2011).

6.7 Dimensionamiento de componentes de SSFV

Consiste en determinar su capacidad para satisfacer la demanda de energía de los usuarios (figura 7). El orden de cálculo de los componentes es importante, debido a que en cada uno se van determinando factores y tomando decisiones útiles para el siguiente proceso.

6.7.1 Censo de carga de consumo:

Determinar la demanda de energía, es un levantamiento en campo de cada una de las cargas de consumo que estarán alimentadas por el SSFV.

$$Demanda \left(\frac{Whr}{dia} \right) = n^{\circ} \text{ de aparatos idénticos} * Potencia * Horas de uso diario$$

6-7-2 Condiciones climáticas:

Determinar la energía solar disponible en la zona, determina la eficiencia total del sistema solar FV.

La eficiencia del módulo está dada por:

$$E_{modulo\ FV} = 1 - (T_{ambiente} + Incremento\ máx.\ de\ T\ sobre\ T_{ambiente} - 25^{\circ}C) * 0.005$$

(por cada 25°C el sistema disminuye 5% de su eficiencia)

Eficiencia de la Batería:

será del 85% ya que cuando la energía pasa por la batería el 15% se disipa en calor.

Eficiencia del cableado

Las pérdidas de tensión de los cables permitidas están entre 2%, 3% y 5% como máximo, correspondiente al 98%, 97% y 95% de eficiencia.

Eficiencia total del SSFV

$$ESSFV = E_{modulo\ FV} * E_{bateria} * E_{cab3e}$$

6.7.3 Modulo Solar FV:

Determinar la capacidad del módulo FV se entiende como capacidad del módulo SSFV a la potencia total requerida en watts, y su conexión puede estar en serie o paralelo.

La capacidad depende de los siguientes factores:

Demanda de energía (Wh/día)

Eficiencia del sistema

Horas sol pico por día (HSP) valor promedio anual

$$\text{Capacidad Modulo SSFV} = \frac{\text{Demanda de energia} \left(\frac{Wh}{\text{día}} \right)}{\text{Eficiencia del SSFV} * \text{horas sol pico} \left(\frac{h}{\text{día}} \right)}$$

$$\text{Cantidad total de módulos FV} = \frac{\text{Capacidad modulo SSFV}}{\text{Capacidad modulo FV seleccionado}}$$

$$\text{Numero de modulos en serie} = \frac{\text{Voltaje Nominal del SSFV (V)}}{\text{Voltaje Nominal del modulo FV seleccionado (V)}}$$

$$\text{Numero de modulos en paralelo} = \frac{\text{Numero total de modulos FV}}{\text{Numero de modulos en serie}}$$

$$\text{Arreglo SSFV} = \text{N}^\circ \text{ de modulos en serie} * \text{N}^\circ \text{ de modulos en paralelo}$$

8.7.4 Batería del sistema solar FV:

Determinar la capacidad de banco de baterías, puede estar compuesto por una o más baterías interconectadas, su capacidad viene dada en Amperios-Hora Su capacidad depende de los siguientes factores:

Demanda de la energía (Wh/día)

Eficiencia de la batería (normalmente es de 85%)

Profundidad de descarga (del 100% de la energía contenida cuanto porcentaje podemos extraer), mientras más bajo sea el nivel de descarga más vida útil tiene la batería.

Días de autonomía, son los días consecutivos que generalmente pasa nublado (para Nicaragua es de 3 a 5 días).

$$E_{\text{baterias}} (Wh) = \frac{E_{\text{tot}} \left(\frac{Wh}{\text{día}} \right) * \text{dias de autonomia}}{\text{profundidad de descarga}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de baterías} = \frac{E_{\text{bat}}}{P_{\text{bat}}}$$

$$\text{Dias de carga} = \frac{E_{\text{bat}}}{E_{\text{exc}}}$$

$$E_{exc} = E_{gen} - E_{tot}$$

$$E_{gen} = P_{gen} * \text{variacion tiempo sol}$$

6.7.5 Controlador de carga:

Determinar la capacidad de este ya que debe ser capaz de soportar un 156% de la corriente de corto circuito (Ics) del arreglo solar FV, el factor de seguridad será de 1.56.

Capacidad del controlador al lado del arreglo FV

$$= N^{\circ} \text{ de modulos en paralelo} * I_{max} * 1.56$$

$$I_{max} = \frac{P}{V}$$

El controlador debe ser capaz de soportar el 125% de la corriente de las cargas de consumo, el factor de seguridad sera de 1.25.

$$\text{Capacidad del controlador al lado de las cargas} = \frac{\sum \text{Cargas CC (W)} * 1.25}{\text{Voltaje nominal del SSFV (V)}}$$

$$N^{\circ} \text{ de controladores en paralelo} = \frac{\text{Maximo amperaje necesario (A)}}{\text{Capacidad del controlador seleccionado (A)}}$$

Seleccione un controlador con una capacidad igual a la calculada, si no existe considere que el voltaje de su sistema debe cambiarse a 24 V, en este caso el número de paneles y baterías debe ser par.

6.7.6 Inversor de carga:

Determinar la capacidad del inversor, se debe considerar todos los requisitos que la carga AC imponga sobre el inversor, potencia, variaciones de la tensión, frecuencia y forma de onda que se pueda tolerar; para inversores de conexión a baterías por lo general tiene un solo voltaje de entrada en corriente continua (12, 24, 48 V CC), un voltaje de salida de 110 o 220 v AC a 50 o 60 Hz.

$Capacidad\ del\ Inversor = \sum Cargas\ AC * 2.0$; cargas resistivas

$Capacidad\ del\ Inversor = \sum Cargas\ AC * 3.0$; Cargas inductivas

El inversor seleccionado debe tener una capacidad en Watts igual o inmediatamente superior al calculado, se debe asegurar que funcione bajo un voltaje igual al del banco de baterías

6.7.7 Cableado:

Determinar el calibre de los conductores eléctricos, desde los módulos FV pasando por el controlador de carga y hasta las baterías, debe ser un cable resistente al agua, rayos UV, temperaturas de 60°C hasta 90°C ; la línea que va desde el controlador de carga hasta las cargas CC puede ser TSJ; la línea que va desde las baterías al inversor, debe utilizarse el cable indicado en el manual de instalación del inversor.

El calibre del cable se debe elegir usando tablas exclusivas para CC y bajo las siguientes condiciones

Cable del módulo FV hasta batería:

Voltaje igual al voltaje nominal del SSFV

Caída de tensión: 3% Máximo

Distancia, la ruta más corta entre módulos y batería (m)

La corriente de corto circuito (Ics) del arreglo solar FV por el factor 1.56.

$$Corriente = Ics * 1.56$$

Cable de las cargas

Voltaje igual al voltaje nominal del SSFV

Caída de tensión: 3% Máximo

Distancia, desde el controlador de carga hasta la carga más distante (m)

Corriente de las cargas de consumo suponiendo que estas se encienden al mismo tiempo multiplicado por el factor 1.25.

$$Corriente = \frac{\sum Cargas CC}{VSSFV} * 1.25$$

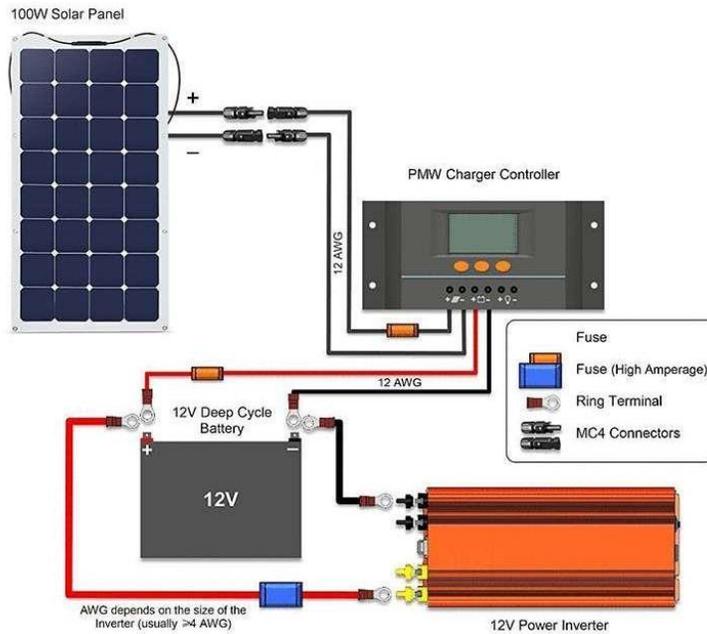


Figura 7. Componentes de un sistema solar con acumulador.

6.8 Sistema de Bombeo Solar Fotovoltaico

El suministro de energía de fuente solar FV para el bombeo de agua, es una solución viable frente a los altos costos del uso de combustible en motobomba para fines de irrigación de cultivos o consumo humano y animal.

El bombeo solar se usa para suministrar agua utilizando la energía renovable obtenida de los paneles solares sin necesidad de batería, algunos agricultores se encuentran con que no disponen de electricidad en los lugares donde tienen sus cultivos o sus tomas de agua para riego, por lo que necesitan de un grupo generador para producir electricidad para el bombeo de forma directa (sin batería). Gracias a los bajos costes operativos y a la fiabilidad sin igual, las bombas solares se han convertido en una solución atractiva para el suministro de agua a pequeña y mediana escala en las áreas rurales no interconectadas.

Existe una relación natural entre la disponibilidad de energía solar y la necesidad del agua. La necesidad de agua es mayor durante los períodos calurosos en los que el sol brilla con

más fuerza y el rendimiento de la matriz solar está al máximo, mientras que la necesidad de agua se reducirá en la época que el tiempo es fresco y la luz del sol menos intensa. El agua se puede bombear durante el día y almacenarse en un depósito. De este modo, habrá agua disponible por la noche y durante los períodos nublados. La posibilidad de almacenar el agua bombeada elimina la necesidad de utilizar baterías en el sistema (Martínez Tercero, 2020).

6.8.1 Bombeo solar directo

El sistema de bombeo solar directo responde a un esquema de funcionamiento muy sencillo (Figura 8). Se trata de un sistema compuesto básicamente por un grupo de paneles fotovoltaicos, un regulador de bombeo y una bomba de agua. El agua se extrae de un pozo únicamente durante el tiempo de radiación solar, almacenándose en un depósito, para su posterior uso cuando sea necesario. Se eliminan las baterías, sustituyéndose el inversor por otras más barato. Esto reduce el precio de la instalación y su mantenimiento. Como solo se puede bombear durante el día, el depósito en el que se acumula el agua hará la función de la batería.

El bombeo solar directo es un sistema eficiente y barato. Las ventajas de la energía solar para el bombeo de agua hacen de este sistema el más idóneo (Martínez Tercero, 2020).

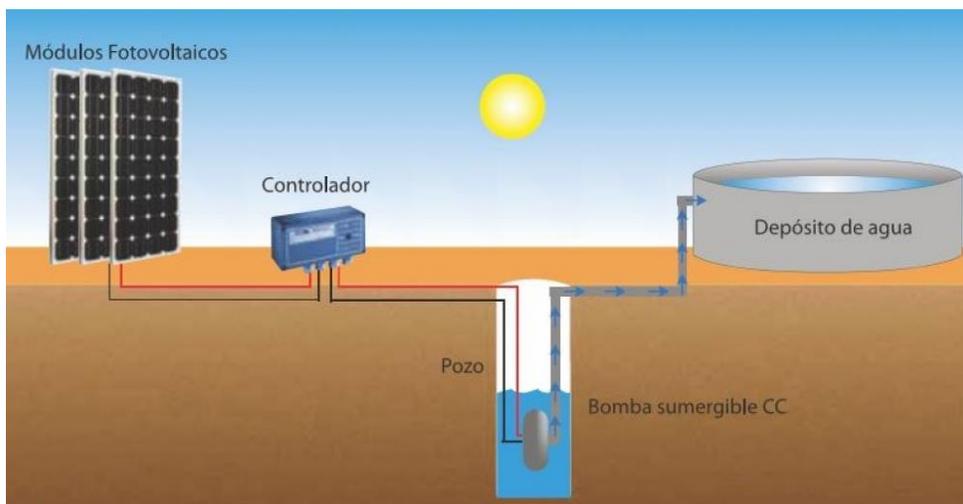


Figura 8. Sistema de bombeo solar directo.

6.8.1.1 Componentes de los sistemas de bombeo solar directo

6.8.1.1.1 Arreglo solar FV:

Está compuesto por uno o más módulos solares, encargado de captar la radiación solar y transformarla en electricidad, generando una corriente continua (CC), también llamada corriente directa (DC) que alimenta a la bomba, de acuerdo al caudal de agua a bombear y altura de bombeo; entre más agua y más altura, más potencia se requiere del generador solar FV.

La configuración de arreglo solar fotovoltaico (serie o paralelo), dependerá de la tensión nominal y la intensidad de corriente necesaria para el accionamiento del motor eléctrico de la bomba.

6.8.1.1.2 Unidad de control y conversión de potencia:

Dispositivo electrónico encargado de controlar el funcionamiento óptico de la bomba de agua, la unidad de control ayuda a maximizar el rendimiento energético de los paneles solares, permitiendo que la bomba de agua funcione también durante periodos de menor irradiación solar.

La unidad de control deberá estar dimensionada para soportar la intensidad máxima de corriente generada en el sistema, tanto en la línea de entrada al regulador procedente de los generadores FV, como en la línea de salida hacia las cargas que alimentan.

Funciones de la unidad de control

- Regular el funcionamiento de la bomba
- Desconectar cuando el depósito de agua haya llegado a su capacidad máxima o bien, porque el nivel del agua del pozo haya bajado por debajo de un límite de seguridad establecido, con el fin de evitar que la bomba trabaje en seco.
- Limita la tensión de alimentación a la bomba a valores adecuados para su funcionamiento.
- Evitar que se produzca cargas excesivas por picos de corriente cuando hay exceso de radiación solar.
- Interrumpir el suministro de electricidad desde los paneles fotovoltaicos hasta la bomba cuando, debido a una falta de irradiación solar el voltaje en los terminales de

alimentación del motor sea inferior a su valor de tensión mínima, con objeto de evitar dañar el motor de la bomba (Martínez Tercero, 2020).

6.8.1.1.3 Tipos de bomba solares

La bomba término comúnmente utilizado se refiere al conjunto bomba-motor. La bomba es la parte mecánica que permite la impulsión del agua, mientras que el motor es la parte eléctrica encargada de transformar la energía eléctrica en movimiento para accionar la bomba.

Por su ubicación fuera o dentro del agua:

Bombas superficiales: su motor y bomba solo pueden ser instalados en la superficie del pozo. En aplicaciones solares FV solamente se encuentran en pequeñas potencias y hasta ½ de salida de agua y en voltajes de corriente continua 12V, 24V para uso con baterías y 15V, 30V para conexión directa al arreglo solar FV.

Bombas sumergibles: Se instalan inmersas en el pozo de agua, por seguridad, es necesario la instalación de sondas de nivel de agua en el interior del pozo para evitar que el nivel del agua pueda descender durante el bombeo por debajo de la boca de aspiración de la bomba, evitándose así que la bomba trabaje en seco.

El punto de funcionamiento de la bomba será aquel cuyo caudal que suministre esté lo más próximo posible a su punto de rendimiento óptimo, o bien ligeramente a la derecha de éste.

Las bombas sumergibles son de larga vida en su mayoría de acero inoxidable para soportar la agresividad de las aguas subterráneas, fabricadas en una gran variedad de modelos con un amplio rango de trabajo. (Martínez Tercero, 2020)

Clasificación de las bombas solares sumergibles

Bomba centrífuga sumergible: Tienen un impulsor que por medio de la fuerza centrífuga de su alta velocidad succiona agua y la expulsan radialmente, generalmente las bombas centrífugas sumergibles son multietapas (múltiples impulsores).

Bomba de diafragma sumergible: Desplazan el agua por medio de diafragmas de un material flexible y resistente. Comúnmente los diafragmas se fabrican de caucho reforzado

con materiales sintéticos, estos materiales son muy resistentes y pueden durar de dos a tres años de funcionamiento continuo antes de requerir reemplazo (figura 9).



Figura 9. Bomba de diafragma para bombeo solar.

Bombas helicoidales sumergibles: el desplazamiento de agua se efectúa por medio de un eje helicoidal fabricado en acero que roza en una recámara de caucho o teflón, estas bombas son usadas para grandes profundidades.

Cada tipo de bomba tiene un rango de aplicación correspondiente a caudales y alturas (Martínez Tercero, 2020).

6.8.1.1.4 Selección de la bomba

Estimaciones de la demanda de agua: Es el volumen de agua requerido por día ($m^3/\text{día}$)

Demanda de agua

$$= \text{Cantidad de café} * \text{cantidad de agua requerida por quintal}$$

En este caso como es bombeo de agua para lavado de café se utiliza la cantidad de café (qq) por cantidad de agua requerida (m^3).

$$\text{Caudal} = \frac{\text{Demanda de agua}}{\text{Horas sol pico} * 60 \text{ min/h}}$$

Carga estática

Es la sumatoria de las alturas desde el nivel de bombeo hasta el punto de descarga en el tanque de almacenamiento de agua, también se llama altura estática y se expresa en metros.

$$CE = \text{Nivel de bombeo} + \text{Nivel o espejo de agua} + \text{Altura de descarga de agua}$$

Perdidas por fricción

Es la carga que se genera por la fricción que sufre el agua al recorrer la tubería de conducción del agua. Se calcula con la sumatoria de carga estática más el recorrido de la tubería en metros, el resultado se multiplica por un factor de fricción estimado en 0.035.

$$\begin{aligned} \text{Perdidas por fricción} \\ = (CE + \text{Recorrido o distancia de tubería}) * \text{Factor de fricción} \end{aligned}$$

Carga dinámica total

Es la carga hidráulica total del proceso de bombeo, es el resultado de la sumatoria de la carga estática con las pérdidas por fricción.

$$CDT = CE + \text{Perdidas por fricción}$$

6.8.1.1.4 Ciclo Hidráulico

Es un indicativo útil para determinar que tecnología de bombeo que puede ser aplicable, su expresión es m^4 , es el resultado del producto del volumen diario (m^3), por la carga dinámica total (m) (Martínez Tercero, 2020).

$$\text{Ciclo hidráulico (m4)} = \text{demanda de agua (m3)} * \text{carga dinámica total (m)}$$

Si el ciclo hidráulico calculado es menor de $1500 m^4$ el proyecto solar es factible, si es mayor descarte la opción solar FV.

En base a la demanda o el caudal y la CDT (m) (Figura 10), seleccione en el catálogo de bombas un modelo que se adapte a los requerimientos de caudal y altura.

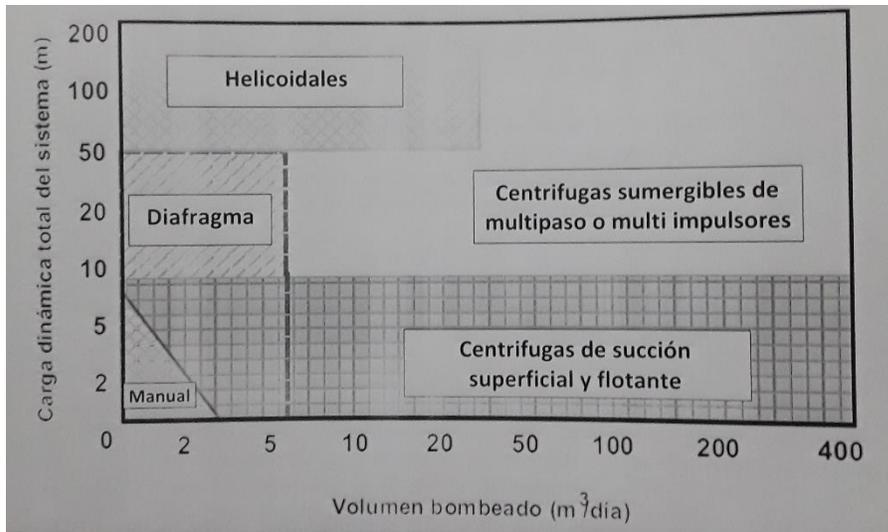


Figura 10. Tipo de Bomba según Caudal y CDT.

6.8.1.1.5 Tensión de operación CC

Debe aproximarse a aquella donde la corriente generada no supere la máxima permitida por el motor.

Energía del Sistemas (Wh/día)

$$Energía\ del\ Sistemas\ (Wh/día) = \frac{Demanda\ de\ agua * CDT}{367 * E_{sistema\ de\ bombeo}}$$

Donde;

367 es una cte de conversión de energía hidráulica a energía eléctrica.

E corresponde a la eficiencia del sistema.

Corriente del Generador Solar FV

La corriente SSFV debe ser igual o inferior al máximo permitido por el motor.

$$Corriente\ del\ SSFV = \frac{Energía\ del\ sistema\ (\frac{Wh}{día})}{Voltaje\ SSFV * E\ conductores * E_{modulos} * HSP}$$

Donde;

Voltaje SSFV, voltaje nominal de operación del sistema de bombeo.

E conductores, Eficiencia de los conductores (95%).

E módulos, Eficiencia de los módulos FV (90%).

HSP: Hora de sol pico incidentes en la zona.

Número de módulos FV en paralelo

$$N^{\circ} \text{ módulos paralelo} = \frac{\text{Corriente SSFV}}{\text{Corriente del modulo seleccionado}}$$

Número de módulos FV en serie =

$$N^{\circ} \text{ módulos serie} = \frac{\text{Voltaje SSFV}}{\text{Voltaje del modulo seleccionado}}$$

Potencia del SSFV

$$P \text{ sistema FV} = N^{\circ} \text{ módulos paralelo} * N^{\circ} \text{ módulos serie} * P_n \text{ modulo}$$

Pn = es la potencia nominal del módulo seleccionado.

Agua bombeada

Agua bombeada

$$= (N^{\circ} \text{ módulos paralelos} * \text{Corriente modulo} * \text{Tension SSFV} * E \text{ sistema de bombeo} * 367 * HSP * E \text{ modulos}) / CDT$$

Régimen de bombeo

$$\text{Regimen de bombeo} = \frac{\text{Agua bombeada}}{HSP * \frac{60min}{h} * 3.785}$$

6.9 Ventajas y desventajas del bombeo solar

6.9.1 Ventajas

No dependen de la existencia de una red distribuidora de energía eléctrica para ser puestos en funcionamiento.

No dependen de generadores eléctricos portátiles que consumen combustibles que polucionan el ambiente, o son caros o difíciles de obtener.

Su diseño es simple, ya que no requieren un banco de baterías (uso diurno) Sistemas de bombeo para profundidades moderadas pueden ser acarreados entre locaciones.

Las bombas modernas pueden operar a grandes profundidades y son más durables y eficientes.

En muchos lugares los vientos que hacen funcionar la típica aerobomba, cesan durante el verano, cuando la radiación solar alcanza su máximo (Cruz Baldán, 2011).

6.9.2 Desventajas

El volumen extraído por hora es menor que el de una bomba de varios CV. El criterio de diseño para un equipo de bombeo solar sólo considera el volumen diario requerido.

La reparación o el mantenimiento preventivo de motores de menor tamaño (sistemas solares) son más factibles de ser hechos en el lugar de utilización, ahorrándose el costo de transporte.

Necesita un tanque de acumulación para compensar por los días con radiación solar baja o nula.

El costo inicial del sistema es alto, debido al costo de los paneles. Sin embargo, la sencillez del mismo y la duración de las nuevas bombas, permiten la amortización del costo de un sistema solar en tiempos relativamente cortos (Cruz Baldán, 2011).

6.10 Impacto Ambiental

El término de impacto se aplica a la alteración que introduce una actividad humana en el entorno (Figura 11); este último concepto identifica la parte del medio ambiente afectada por la actividad, o más ampliamente, que interacciona con ella. No se suele aplicar el término impacto a las alteraciones ambientales producidas por fenómenos naturales, como los daños causados por una tormenta. Por tanto, el impacto ambiental se origina en una acción humana y se manifiesta según tres facetas sucesivas: - La modificación de alguno de los factores ambientales o del conjunto del sistema ambiental. - La modificación del valor del factor alterado o del conjunto del sistema ambiental. - La interpretación o significado ambiental de dichas modificaciones, y en último término, para la salud y el bienestar humano. Esta tercera faceta está íntimamente relacionada con la anterior ya que el significado ambiental de la modificación del valor no puede desligarse del significado ambiental del valor de que se parte (Cruz Mínguez, Gallego Martín , & González de Paula, 2009).

Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo.

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Es un procedimiento jurídico-técnico-administrativo que tiene por objeto la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado; así como la prevención, corrección y valoración de los mismos. Todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las distintas Administraciones Públicas competentes. Otra definición la considera como el conjunto de estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto, obra o actividad, causa sobre el medio ambiente. Así pues, la EIA es un proceso que tiene dos objetivos generales. Por un lado, establece el procedimiento jurídico-administrativo para la aprobación, modificación o rechazo de un Proyecto o actividad, por parte de la Administración. Por el otro, trata de elaborar un análisis encaminado a predecir las

alteraciones que el Proyecto o actividad puede producir en la salud humana y Medio Ambiente (Cruz Mínguez, Gallego Martín , & González de Paula, 2009).

Estudio del Impacto Ambiental (EIA)

Se puede definir como el estudio técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado en el procedimiento de la EIA, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Es un documento técnico que debe presentar el titular del proyecto y sobre la base del cual se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental. Se trata de presentar la realidad objetiva, para conocer en qué medida repercutirá sobre el entorno la puesta en marcha de un proyecto, obra o actividad y con ello, la magnitud de la presión que dicho entorno deberá soportar (Cruz Mínguez, Gallego Martín , & González de Paula, 2009)

Valoración del Impacto Ambiental (VIA)

Forma parte de la última fase del EIA y consiste en transformar los impactos, medidos en unidades heterogéneas, a unidades homogéneas de impacto ambiental, de forma que permita comparar varias alternativas diferentes de un mismo proyecto y también de proyectos distintos.

Indicador de Impacto Ambiental

Factor ambiental cuyo cambio proporciona la medida de la magnitud del impacto, al menos en su aspecto cualitativo y también, si es posible en el cuantitativo.

Importancia de un Impacto

Valoración que nos da una especie de ponderación del impacto. Expresa la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental (Cruz Mínguez, Gallego Martín , & González de Paula, 2009).

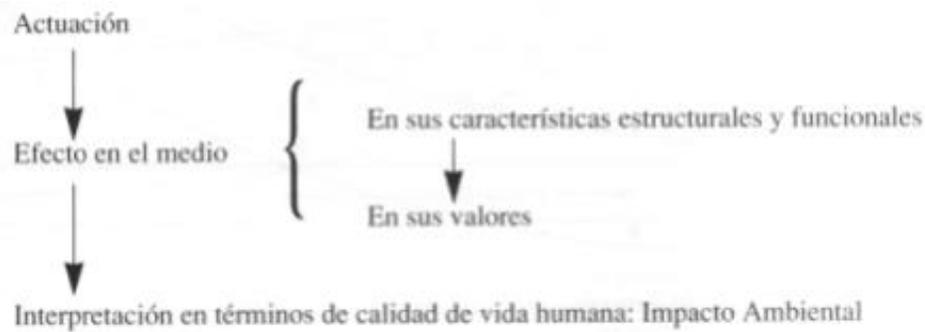


Figura 11. La asociación del impacto con la alteración del medio ambiente.

6.11 Impacto Social

El estudio de impacto social puede definirse como el proceso de evaluación de las consecuencias sociales que pueden ser derivadas de acciones políticas, programas y del desarrollo de proyectos, en un particular contexto que bien puede ser nacional, estatal o local (Burdge y Vanclay, 1995).

El objetivo fundamental de la Evaluación de Impacto Social consiste en establecer las acciones de prevención, mitigación y control de los impactos negativos que, sobre los grupos humanos relacionados, puedan ocasionar las afecciones ambientales de actividades de desarrollo. De acuerdo con McPherson (2004:4), los objetivos más específicos de la EIS incluyen los siguientes:

- Prevenir que el proyecto resulte en la degradación de la calidad de vida existente de los residentes en las áreas donde el proyecto o acción que es objeto de evaluación tendrá incidencia.
- Prevenir que consecuencias sociales no anticipadas causadas por las acciones de un proyecto generen impactos negativos indirectos sobre el medio ambiental biofísico.
- Prevenir conflictos sociales entre los promotores, interesados e involucrados, y el Gobierno, aumentando las posibilidades de aceptación del proyecto entre el público y las autoridades.
- Identificar áreas donde la gestión del proyecto puede ser llevada a cabo de forma más eficiente y con menores costos para el promotor y para la sociedad.

- Asegurar que los beneficios totales del proyecto, de cara a la sociedad, excedan los costos totales. 115 Estudio de impacto social: antecedentes y línea base para San Fernando, Tamaulipas.
- Prevenir que el proyecto genere costos indirectos que después tendrían que asumir las comunidades locales o el Gobierno.
- Identificar y proteger poblaciones particularmente vulnerables a los riesgos generados por el proyecto.
- Asegurar que el proyecto no altere los procesos de cohesión e identidad social, incluyendo el ambiente estético y los sistemas y recursos culturales, que son importantes para la cohesión de una comunidad y el bienestar psicológico de sus residentes (Morales Ramírez & Roux Rodríguez, 2015).

6.12 Impacto Económico

La evaluación del impacto económico se concibe como la determinación de las consecuencias que genera una determinada acción (regulación, ley, invención tecnológica, instrumento económico, etcétera) sobre el sistema económico.

Los impactos económicos de un proyecto o alternativamente, de una norma, de una política o de un plan, corresponden a todos los efectos posibles a determinar, que resultan de dicha acción sobre los ecosistemas, y que tienen un potencial de expresión (valoración) económica. De un modo sintético, los impactos involucran, el consumo de insumos o recursos requeridos para cumplir con el proyecto y los productos o resultados (deseados y no deseados y no deseados) del mismo.

Los costos y beneficios corresponden a una expresión económica de los impactos que el proyecto traerá sobre el medio social. Los beneficios corresponden a los impactos positivos, que vienen dados por un incremento en la cantidad o en la calidad de bienes y servicios que generan una utilidad positiva, por una reducción del precio de mercado de los mismos, o por la forma de costos evidentes, que se refiere a un ahorro de recursos concebidos como un beneficio del proyecto, en el análisis de cambio marginal

que ofrece la nueva situación (con proyecto) con relación a la situación actual (sin proyecto).

Los costos por su parte, corresponden a los impactos negativos, que vienen dados por una reducción en la cantidad o en la calidad de los bienes y servicios que generan una utilidad positiva, por un aumento del precio de los mismos, o por el consumo adicional (insumo) atribuibles al nuevo proyecto o política (Gabriel, 2005).

Los estudios de impacto económico sirven para medir la repercusión y los beneficios de inversiones en infraestructuras, organización de eventos, así como de cualquier otra actividad susceptible de generar un impacto socioeconómico, incluyendo cambios legislativos y regulatorios.

VII Hipótesis de Investigación

En base a la existencia de condiciones paramétricas aprovechables del recurso solar en la zona rural El Bramadero Condega, se podría elaborar el diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para abastecimiento de agua para lavado de café con impactos positivos para el desarrollo humano sostenible en el municipio de Condega, siempre y cuando los aspectos tecnológicos, económicos, sociales y ambientales sean aceptables.

VIII Diseño Metodológico

8.1 Tipo de Estudio

Este estudio pertenece a la investigación **cualitativa-cuantitativa** con énfasis en la cuantitativa, debido a que se aplicaron instrumentos cualitativos como grupos focales y entrevistas para determinar el impacto ambiental y social al implementar un proyecto de energía solar para bombeo de agua y Cuantitativos como recolección de datos de las variables determinantes del recurso energético en la comunidad para luego realizar su análisis en SPSS, hojas de cálculo para determinar la viabilidad de la propuesta, así como el análisis del impacto que tiene la utilización de combustibles fósiles en una memoria de cálculo de Excel.

El estudio es **transversal** ya que no se estudió por mucho tiempo las variables, (Pineda, de Alvarado , & de Canales, 1994).

La investigación es **Analítico- descriptiva** según el alcance de los resultados ya que busca contestar por qué sucede determinado fenómeno, cuál es la causa o factor de riesgo asociado, o cuál es el efecto de esa causa o factor de riesgo. En general, estos diseños buscan la asociación o correlación entre variables (Pineda, de Alvarado , & de Canales, 1994), para dar respuesta a los diferentes objetivos de investigación se describe según sea el caso y se realizan cálculos para determinar la relación entre variables.

Explicativa parten de problemas bien identificados en los cuales es necesario el conocimiento de relaciones causa- efecto. En este tipo de estudios es imprescindible la formulación de hipótesis que, de una u otra forma, pretenden explicar las causas del problema o cuestiones íntimamente relacionadas con éstas (Jiménez Paneque, 1998), por tanto este estudio trata de hacer valer la hipótesis planteada.

8.2 Área de conocimiento

Este estudio pertenece a la línea de investigación N° 1 Tecnologías y eficiencia energéticas renovables, determinadas por el centro de investigación en energías renovables para la carrera ingeniería en energías renovables.

8.3 Área de estudio

El área geográfica se enfoca en el municipio de Condega, específicamente en la comunidad El Bramadero (figura 12), y está ubicado en la posición geográfica con latitud 13.39888 y longitud -86.24551, con un alto nivel de producción agrícola

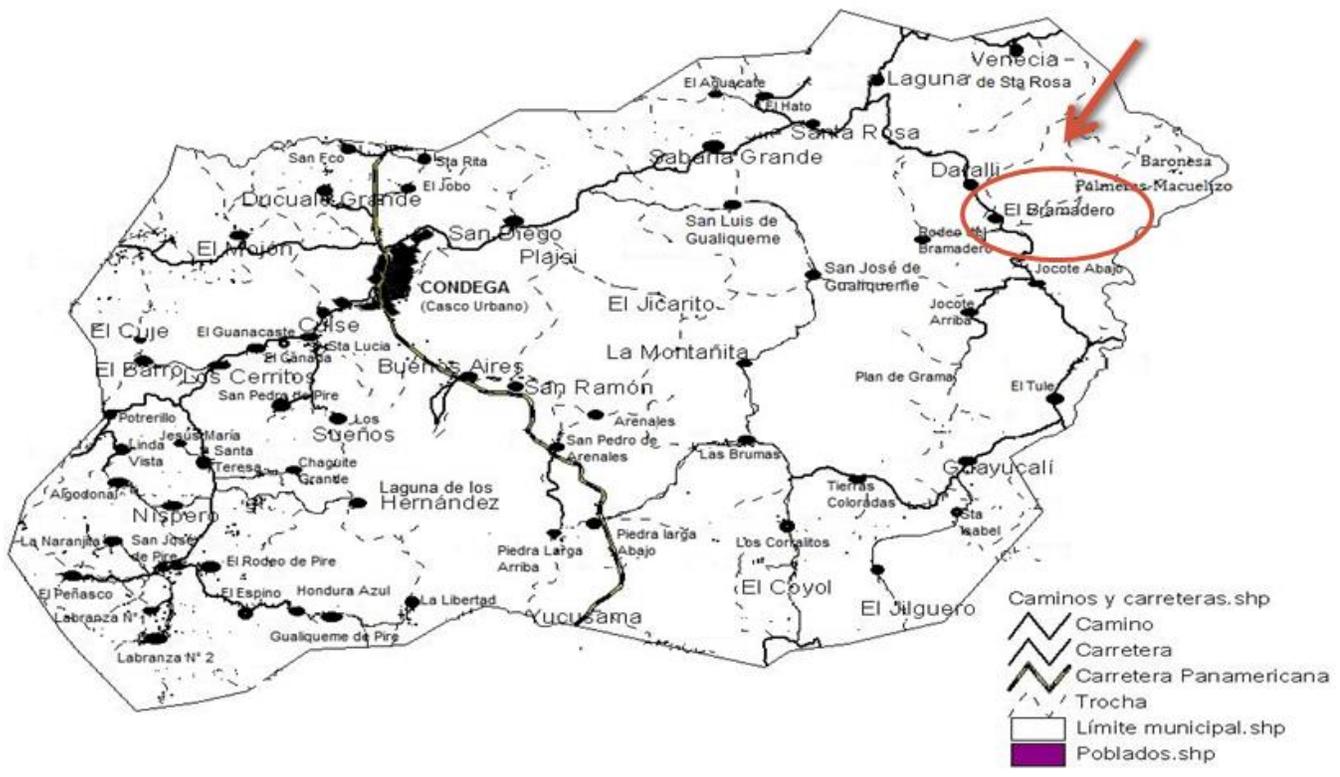


Figura 12. Mapa de Condega y sus comunidades.

Fuente: Alcaldía de Condega.

8.4 Universo y muestra

Para realizar este estudio de trayectoria natural, se realizaron mediciones en un sitio (Finca Linda Vista, el Bramadero Condega), en el mes de diciembre 2019 y enero 2020, las mediciones se realizaron con un (PCE-SPM1) Datalogging Solar Power Meter, registrando datos cada 10 minutos durante 22 días. Al igual que se colocó un Termómetro tomando las temperaturas 3 veces al día (7:45 am – 12:00 md – 3:45 pm).

El estudio es un experimento de la naturaleza y se muestrea mediante mediciones cada 10 minutos.

Universo: Comunidades de Condega que cuentan con fincas agro-productoras, ubicadas en la zona rural con difícil acceso a la energía eléctrica y al servicio de agua potable.

Población: Finca Linda Vista, El Bramadero esta finca productora de café (1500 qq promedio al año), tiene una gran demanda de agua para el proceso del café, que cubre con la utilización de generadores eléctricos que trabajan con combustibles fósiles.

IX Operacionalización de Variables

Objetivo General: Diseñar un sistema Solar fotovoltaico de bombeo de agua, para el lavado de café, en la finca Linda Vista, micro zona Los Alpes- El Bramadero Condega, 2019.					
Objetivos Específicos	Variable	Indicador	Instrumento Metodológico		
			Encuesta	Experimental	Laboratorio
1 Describir características climáticas y del recurso solar de Los Alpes El Bramadero Condega.	Parámetros del clima	Temperatura Radiación Solar Humedad Velocidad del Viento Precipitaciones Presión		Medidas de los parámetros	
2 Dimensionar un sistema de bombeo solar fotovoltaico para abastecimiento	Generación eléctrica necesaria para bombeo	Demanda de Consumo Potencia de generación Cantidad de		Cálculos	

de agua para lavado de café.		Paneles Capacidad de la Bomba Viabilidad Financiera			
3 Determinar los beneficios ambientales, económicos y sociales que podría generar la instalación del sistema de bombeo de agua para lavado de café en función del desarrollo humano sostenible.	Impacto de un Sistema Solar	Ambiental Reducción de CO2 mediante comparación de la cantidad de combustibles fósiles y la energía renovable producida Alteraciones a la Flora y la Fauna al instalar sistemas de bombeo fotovoltaico Sociales Mejora la calidad de las actividades productivas de la zona, tanto	Descriptiva	Cálculos	

		laborales como domesticas Mayor facilidad en el traslado de agua Económicos Costo Beneficio VAN TIR Desarrollo de la Economía Local		Cálculos	
--	--	---	--	----------	--

9.1 Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos e información

Implementación de los métodos Cuantitativos

Recolección de datos: Levantamiento de datos de cada variable con instrumentos como solarímetro y termómetros para ser ingresadas y analizadas.

Hoja de apunte de datos: Se diseña una tabla para llevar el registro de los datos obtenidos en cada instrumento.

Implementación de los métodos Cualitativos

Entrevistas: Método para recolectar información realizada por una persona que realiza las preguntas en cuestión a los o al participante, tomando nota de lo que este conteste a cada cuestión.

Grupo focal: Consiste en recolectar información de los sujetos de estudio mediante un debate sobre temas relacionados a la investigación.

X Procedimientos para la recolección de datos e información

Los métodos de recolección de datos e información están descritos para cada objetivo de investigación.

Describir elementos y factores que influyen en el clima en Los Alpes, El Bramadero, Condega.

Los parámetros del clima para determinar su variación fueron tomados con instrumentos como pluviómetro, termómetros, solarímetro ubicados en la Finca Linda Vista y comparados con bases de datos de PVGIS. Todos los datos registrados en una tabla de Excel en una computadora personal, para luego ser analizados en SPSS.

Dimensionar un sistema de bombeo solar fotovoltaico para abastecimiento de agua para lavado de café.

Los datos relacionados al objetivo del dimensionado, provinieron de los cálculos realizados mediante ecuaciones matemáticas a los datos obtenidos de radiación en el programa IBM SPSS y la demanda diaria obtenida a través de una entrevista realizada al propietario de la finca Linda Vista.

Determinar el impacto ambiental, económico y social que podría generar la instalación del sistema de bombeo de agua para lavado de café en función del desarrollo humano sostenible

Para determinar el impacto ambiental y social se obtuvo información a través de un grupo focal para conocer la opinión de las personas que se encuentran en la Finca Linda Vista, y entrevista a personal de MAGFOR, para el impacto económico se realizaron cálculos de factibilidad de la propuesta de un sistema de bombeo solar en la Finca Linda Vista.

Plan de tabulación y análisis estadístico

A partir de los datos recolectados, utilizando el software IBM SPSS, se diseñó la base de datos correspondientes, para realizar los análisis estadísticos pertinentes.

XI Resultados

Caracterización de la zona

Los Alpes, El Bramadero-Condega, se encuentra bajo el dominio climático de la zona montañosa norte, cuenta con una riqueza de fauna (tucanes, guatusas, venados y monos) y flora (tupidos bosques de roble y pino), considerada como una reserva en la zona alta de Condega, ubicada a 25 Km del casco urbano, en esta zona se encuentra ubicada la Finca Linda Vista donde su actividad productiva es el cultivo de café.

En relación al clima existente en la zona de los Alpes se realizó el análisis dando los siguientes resultados:

Las temperaturas medias anuales del orden de los 16 ° C, debido a que está situado, por arriba de los 1000 metros (Figura 13).

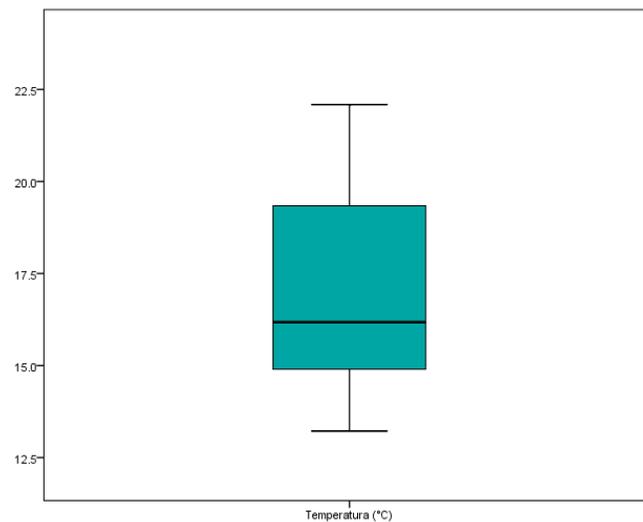


Figura 13. Temperaturas anuales.

La Radiación media se encuentra en 160 W/m² (Figura 14).

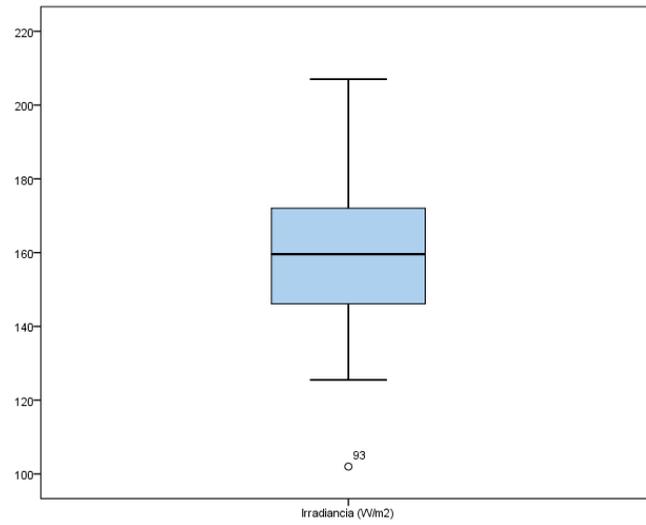


Figura 14. Radiación Solar W/m².

Las Velocidades del viento van desde 2 m/s hasta 4 m/s teniendo una velocidad media de 2.5 m/s (Figura15).

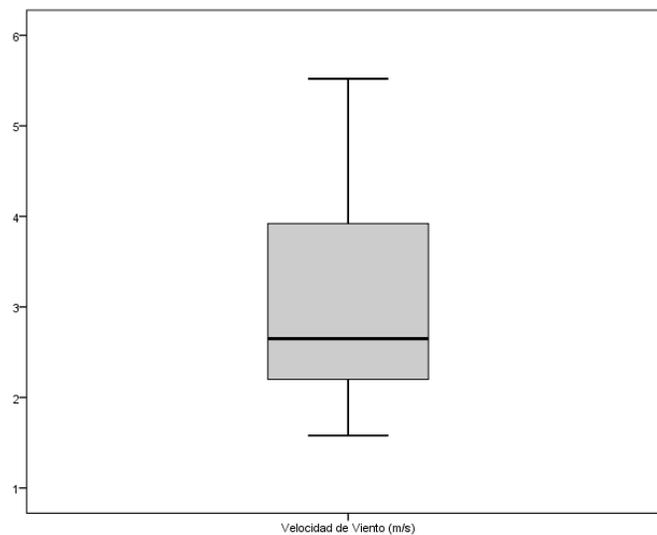


Figura 15. . Gráfico de Velocidad del Viento.

La grafica muestra la presión media anual (Figura 16).

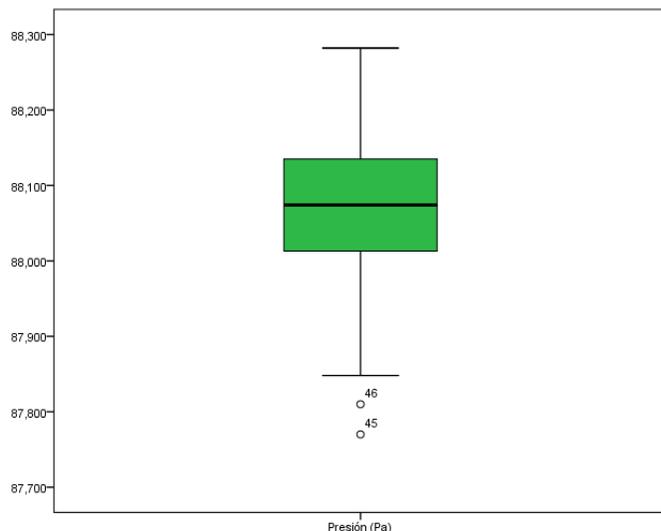


Figura 16. Presión de la zona Los Alpes.

La Humedad media da un valor de 78% y varía desde 68% hasta 85% a medida que transcurre el año (Figura 17).

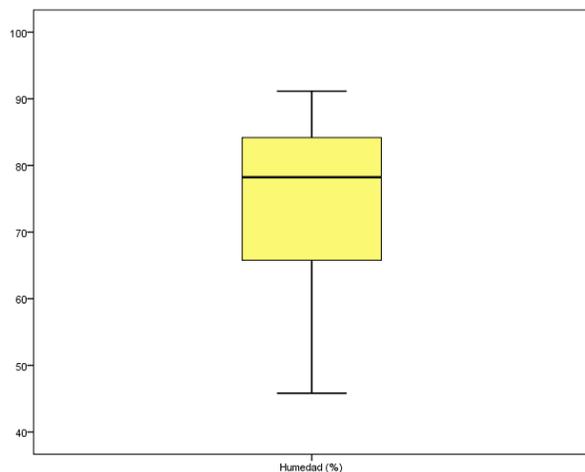


Figura 17. Grafica de Humedad.

Mediante las pruebas estadísticas de Pearson (Tabla 1), se pudo conocer que no existe correlación entre las variables Temperatura e Irradiación porque no es significativa ya que es 0.437 mucho mayor a 0.05; La correlación entre Temperatura y velocidad del viento es

significativa ya que el valor es menor a 0.05, lo que quiere decir que tienen un 89.9% de correlación; Variables Temperatura y Presión a mayor altura menor temperatura esta relación es inversa ya que presenta signo negativo y es significativa porque es menor al valor 0,05, Variables Temperatura y Humedad la correlación de estas variables es inversa ya que a mayor temperatura menor humedad y es significativa la correlación ya que el valor significativo es menor a 0.05.

La Irradiación y la velocidad del viento según la correlación de Pearson no existe relación entre variables ya que el valor significativo es mayor a 0.05, Irradiación y Presión su correlación es significativa ya que su valor de significancia es menor a 0.05, Variables Irradiación y Humedad no tienen relación ya que el número de significancia es mayor a 0.05.

Velocidad del Viento Y Presión no correlacional, no tienen relación y su significancia es nula ya que el valor es mayor a 0.05; Variable Velocidad del Viento y Humedad correlación inversa y significativa ya que el valor es menor a 0.05.

Tabla 1 Correlación de variables determinantes del clima

Correlaciones

		Temperatura (°C)	Irradiancia (W/m2)	Velocidad de Viento (m/s)	Presión (Pa)	Humedad (%)
temperatura (C)	Correlación de Pearson	1	-.075	.889**	-.409**	-.910**
	Sig. (bilateral)		.437	.000	.000	.000
	N	109	109	109	109	109
Irradiancia (W/m2)	Correlación de Pearson	-.075	1	.003	.334**	.124
	Sig. (bilateral)	.437		.973	.000	.200
	N	109	109	109	109	109
Velocidad de Viento (m/s)	Correlación de Pearson	.889**	.003	1	-.112	-.719**
	Sig. (bilateral)	.000	.973		.246	.000
	N	109	109	109	109	109
Presión (Pa)	Correlación de Pearson	-.409**	.334**	-.112	1	.580**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.246		.000
	N	109	109	109	109	109
Humedad (%)	Correlación de Pearson	-.910**	.124	-.719**	.580**	1
	Sig. (bilateral)	.000	.200	.000	.000	
	N	109	109	109	109	109

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

11.1 Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico

Cálculos para determinar el sistema de bombeo solar Fotovoltaico.

Para realizar los cálculos para determinar el sistema se deben conocer los datos del pozo de extracción (Tabla 2), así como las distancias entre estos puntos para determinar cableado y tubería (Tabla 3).

Tabla 2 Datos de Pozo de extracción y pila de almacenamiento.

Datos Pozo - Pila de almacenamiento				
Datos	Largo m	Ancho m	Altura m (profundidad)	Capacidad m3
Pozo	1.5	1.5	10	18
Pila 1	3.5	3	1.2	12.6

Tabla 3 Distancia entre puntos.

Distancias entre puntos	
Paneles- Pozo	59.5 m
Pozo- Pila 1	112 m

Las dimensiones de la pila están hechas para cubrir 2 veces su demanda actual, debido a los días con poca radiación, y el aumento en la producción de café.

Para conocer la demanda de agua se necesita saber la cantidad de qq de café y la cantidad de agua necesaria por qq (Tabla 4).

Demanda de Agua.

La cantidad de café es lo que se produce en la finca actualmente por día

La cantidad de agua en metros cúbicos es medida por los trabajadores que se encargan del área de lavado.

Demanda de agua

Demanda de agua

$$= \text{Cantidad de cafe} * \text{cantidad de agua requerida por quintal}$$

$$\text{Demanda de agua} = 25 \text{ qq} * 0.2 \text{ m}^3$$

$$\text{Demanda de agua} = 5 \text{ m}^3$$

$$\text{Demanda de agua} = 5 \text{ m}^3 * 1.25$$

$$\text{Demanda de agua} = 6.25 \text{ m}^3$$

La cantidad de agua demandada por día se multiplica por el factor de corrección de 1.25 para obtener un mejor resultado, y el resultado por 2 para acumular agua en la pila ya que tiene el doble de capacidad que la demanda, dado a que se está trabajando con un bombeo directo y no con uno con banco de almacenamiento de energía (Tabla 4).

Tabla 4 Demanda de agua.

Demanda de agua(m³)	
Cantidad de café qq	25
Cantidad de agua por quintal de Café m ³	0.2
Demanda de agua m ³	6.25
Caudal	0.1042

Caudal

$$\text{Caudal} = \frac{\text{Demanda}}{\text{Horas sol pico} * 60 \text{ min/h}}$$

$$\text{Caudal} = \frac{12.5 \text{ m}^3}{2 \text{ hsp} * 60 \text{ min/h}}$$

$$Caudal = 0.1042 \text{ m}^3/\text{min}$$

Carga estática

$$CE = \text{Nivel de bombeo} + \text{Nivel o espejo de agua} + \text{Altura de descarga de agua}$$

$$CE = 8\text{m} + 2\text{m} + 5.8\text{m}$$

$$CE = 15.8\text{m}$$

La altura de descarga es la distancia desde la parte superior del pozo hasta la entrada de descarga de la pila (Figura 18).

Perdidas por fricción

Perdidas por fricción

$$= (CE + \text{Recorrido o distancia de tubería}) * \text{Factor de fricción}$$

$$\text{Perdidas por fricción} = (15.8\text{m} + 112\text{m}) * 0.035$$

$$\text{Perdidas por fricción} = 4.473$$

Carga dinámica total

$$CDT = CE + \text{Perdidas por fricción}$$

$$CDT = 15.8\text{m} + 4.473$$

$$CDT = 20.273\text{m}$$

Ciclo hidráulico

$$\text{Ciclo hidráulico (m}^4\text{)} = \text{demanda de agua (m}^3\text{)} * \text{carga dinámica total (m)}$$

$$\text{Ciclo hidráulico (m}^4\text{)} = 12.5\text{m}^3 * 20.273 \text{ m}$$

$$\text{Ciclo hidráulico (m}^4\text{)} = 253.4125$$

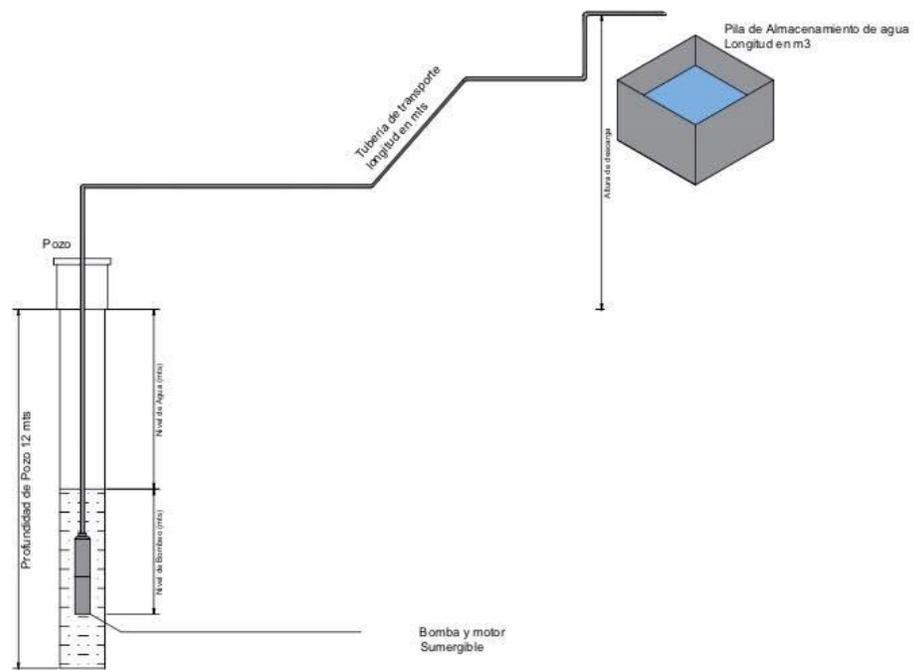


Figura 18. Esquema del bombeo Solar.

Selección de la bomba

Tomando en cuenta el Caudal y CDT, para este estudio se tomó una bomba centrífuga Lorenz sumergible PU600 C-SJ5-8 formada por cabeza de bomba sumergible y motor para abastecimiento de agua potable con caudales de hasta 6,5 m³/h y altura máxima de 30 m, con aplicaciones de pequeño y mediano tamaño con eficiencia del 90%.

Energía del sistema

$$Energia\ del\ Sistemas\ (Wh/dia) = \frac{Demanda\ de\ agua\ (\frac{lbs}{dia}) * CDT}{367 * E_{sistema\ de\ bombeo}}$$

$$Energia\ del\ Sistemas\ (Wh/dia) = \frac{12500lbs/dia * 20.273m}{367 * 0.9}$$

$$Energia\ del\ Sistemas\ (Wh/dia) = 767.21$$

Corriente del generador

$$\text{Corriente del SS FV} = \frac{\text{Energía del sistema } \left(\frac{\text{Wh}}{\text{día}}\right)}{\text{Voltaje SSFV} * E \text{ conductores} * E_{\text{modulos}} * HSP}$$

$$\text{Corriente del SS FV} = \frac{767.21}{24 * 0.95 * 0.9 * 2}$$

$$\text{Corriente del SSFV} = 18.69 \text{ A}$$

Selección de Modulo solar FV

Modulo solar de 200W marca Waaree con voltaje de 24V y corriente de 5.81 A, utilizado para bombeo solar directo de pequeña y mediana potencia.

$$N^{\circ} \text{ módulos paralelo} = \frac{\text{Corriente SSFV}}{\text{Corriente del modulo seleccionado}}$$

$$N^{\circ} \text{ módulos paralelo} = \frac{18.68 \text{ A}}{5.81}$$

$$N^{\circ} \text{ módulos paralelo} = 3.21$$

$$N^{\circ} \text{ módulos serie} = \frac{\text{Voltaje SSFV}}{\text{Voltaje del modulo seleccionado}}$$

$$N^{\circ} \text{ módulos serie} = \frac{27.36}{24}$$

$$N^{\circ} \text{ módulos serie} = 1.14$$

Potencia del SSFV

$$P \text{ sistema FV} = N^{\circ} \text{ módulos paralelo} * N^{\circ} \text{ módulos serie} * P_n \text{ modulo}$$

$$P \text{ sistema FV} = 4 * 1 * 200$$

$$P \text{ sistema FV} = 800$$

Agua Bombeada

Agua bombeada

$$= (N^{\circ} \text{ m\u00f3dulos paralelos} * \text{Corriente modulo} * \text{Tension SSFV} * E \text{ sistema de bombeo} * 367 * HSP * E \text{ modulos}) / CDT$$

$$Agua bombeada = 4 * 5.81 * 27.36 * 0.9 * 367 * 2 * 0.75 / 20.273$$

$$Agua bombeada = 15539.39 \frac{lbs}{dia}$$

R\u00e9gimen de Bombeo Q

$$Regimen de bombeo = \frac{Agua bombeada}{HSP * \frac{60min}{h} * 3.785}$$

$$Regimen de bombeo = \frac{15539.39lbs/dia}{2h * \frac{60min}{h} * 3.785lbs/gal}$$

$$Regimen de bombeo = 34.2126 GPM$$

Beneficio Ambiental

Seg\u00fan datos de la gu\u00eda pr\u00e1ctica para el c\u00e1lculo de emisiones de gases de efecto invernadero (2011) se produce 2,79 kg CO₂/l de gasoil (di\u00e9sel).

En La Finca Linda Vista se utilizan 1650 lbs de di\u00e9sel por a\u00f1o para lavado de caf\u00e9, lo que genera una cantidad considerable de CO₂ en la zona (Tabla 5).

Tabla 3. kg de CO₂ / lt de di\u00e9sel.

Kg CO₂ por lt de di\u00e9sel	Lt de di\u00e9sel	Kg CO₂ anuales
2.79	1650	4603.5

$$\text{Kg CO}_2 \text{ anuales} = 2.79 * 1650 = 4603$$

Comparación de sistema de bombeo con Diésel y Sistema de Bombeo Solar para lavado de café en Finca Linda Vista.

Un sistema de bombeo convencional que para realizar un trabajo necesita diésel como combustible, genera 4603 Kg de CO₂ al año, contribuyendo a la contaminación ambiental, aportando así al efecto invernadero que se está dando en la actualidad, sin embargo, un sistema de bombeo solar que su combustible es la radiación solar genera 0 Kg de CO₂ dado a que no genera residuos sólidos ni gaseosos, siendo estos sistemas amigables con el medio ambiente, abriendo puertas hacia un futuro sostenible.

Afectaciones a la Flora y la Fauna

En cuanto a la utilización de sistemas solares y su afectación al medio ambiente por su ubicación y espacio que ocupa, a través de entrevista realizada a P2E, se conoció que este tipo de sistemas no afectan de ninguna manera el entorno natural mediante el proceso de producción de energía ya que hasta donde sabemos no producen ninguna sustancia o residuo sólido que pueda afectar a la vegetación ni a los animales que transiten el lugar donde se encuentran ubicados, tomando en cuenta que los humanos somos parte del entorno natural cabe mencionar que no producen ningún impacto negativo porque los sistemas no producen contaminación acústica, por otro lado la energía solar es considerada la más limpia por no producir residuos en comparación a las energías convencionales.

Leyes ambientales que rigen sobre instalaciones fotovoltaicas.

Específicamente no existen leyes o normas dirigidas a la producción de energía solar, pero si deben cumplir con las normas establecidas por las leyes medio ambientales “la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales”, por tanto se debe realizar un estudio ambiental que pondere el uso de tierras a la producción de energía. Intentando descartar siempre aquellas de gran potencial agrícola a favor de otras con menor capacidad biológica.

Beneficios Sociales

Según los resultados de la discusión en el grupo focal, se concluyó que:

En que mejoraría la instalación de un sistema de bombeo Solar

La Instalación de un sistema de bombeo solar mejoraría la calidad de vida de los habitantes de la zona, especialmente de los encargados del área de lavado ya que al utilizar este sistema automático no tendrían que caminar grandes distancias bajo sol o lluvia hasta donde se encuentra el motor para encenderlo como lo hacen para lavar el café actualmente.

Mejora la calidad de las actividades productivas de la zona, ya que soluciona la problemática energética de las zonas remotas, al dejar de usar diésel, que, si se acaba para el proceso hasta que bajan al pueblo a comprar, esto es una gran pérdida de tiempo y trabajo.

Beneficios Económicos

La idea de impacto económico, en este marco, alude al efecto que una medida, una acción o un anuncio generan en la economía. Cuando algo tiene impacto económico, provoca consecuencias en la situación económica de una persona, una comunidad, una región, un país o el mundo.

Estudio Financiero

El presupuesto realizado se basa en los materiales y dimensiones que están previstos para realizarse en la Finca Linda Vista para la actividad de bombeo para lavado de Café (Tabla 6).

Tabla 4. Presupuesto.

Presupuesto					
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo por und	Costo C\$	Costos \$
Pozo					
Ladrillos	4000.0	Und	2.0	8000.0	234.1
Cemento	40.0	Bolsas	320.0	12800.0	374.6
Arena	6.0	Mts	420.0	2520.0	73.7
Mano de obra			10000.0	10000.0	292.7
				33320.0	975.1
Sistema de Bombeo					
Kit de bomba	1.0	Und	12510.0	12510.0	366.1

Módulos Fotovoltaicos	5.0	Und	5125.5	25627.5	750.0
Cableado Xtrem H07rn-f	100.0	Mts	51.5	5150.0	150.7
Tubería Pvc 2"	35.0	und	15.0	525.0	15.4
				38137.5	1282.2
Pila					
Ladrillos	780.0	unidades	2.0	1560.0	45.7
Cemento	45.0	bolsas	320.0	14400.0	421.4
Arena	4.5	Mts	420.0	1890.0	55.3
Arenilla	0.3	Mts	900.0	225.0	6.6
Hierro 3/8	2.5	qq	1400.0	3500.0	102.4
Hierro ¼	0.5	Qq	1200.0	600.0	17.6
Piedrin	75.0	Mts	900.0	67500.0	1975.4
Alambre de amarre	4.0	Lbs	35.0	140.0	4.1
Material selecto	1.0	Mts	400.0	400.0	11.7
Mano de obra			20000.0	20000.0	585.3
				110215.0	3225.5
Total				181,672.50	5483

Para calcular el Valor actual neto

Según dato brindado por P1E, la entrada o ganancia es de 99000 \$, con un incremento del diez por ciento anual (Tabla 7).

Calculo Valor actual neto.

Tabla 5. Datos para calcular TIR Y VAN.

Calculo de TIR y VAN			
Inversión Inicial			-5483
	Flujo Beneficio \$	Flujo Costo \$	Flujo Neto\$
Flujo de caja 1	99000	97020	1980
Flujo de caja 2	108,900	106,722	2178
Flujo de caja 3	119,790	117,394.20	2395.8
Flujo de caja 4	131,769	129,133.62	2635.38

Flujo de caja 5	144,946	142,046.98	2899.02
------------------------	---------	------------	---------

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=0}^n \frac{B_n}{(1+i)^n}$$

Se calcula el VAN con 2 tasas de interés para obtener un VAN (+) y un VAN (-).

$i_1 = 12\%$

VAN calculada a 5 años

$$VAN = -5483 + \frac{1980}{(1+0.15)^1} + \frac{2178}{(1+0.15)^2} + \frac{2395.8}{(1+0.15)^3} + \frac{2635.38}{(1+0.15)^4} + \frac{2899.02}{(1+0.15)^5}$$

$$VAN = 2,409.01$$

VAN calculada a 3 años

$$VAN = -5483 + \frac{1980}{(1+0.15)^1} + \frac{2178}{(1+0.15)^2} + \frac{2395.8}{(1+0.15)^3}$$

$$VAN = -539.10$$

$i_2 = 30\%$

VAN calculada a 5 años

$$VAN = -5153 + \frac{1890}{(1+0.30)^1} + \frac{2178}{(1+0.30)^2} + \frac{2395.8}{(1+0.30)^3} + \frac{2635.38}{(1+0.30)^4} + \frac{2899.02}{(1+0.30)^5}$$

$$VAN = 122.83$$

VAN calculado a 3 años

$$VAN = -5483 + \frac{1980}{(1 + 0.30)^1} + \frac{2178}{(1 + 0.30)^2} + \frac{2395.8}{(1 + 0.30)^3}$$

$$VAN = -1580.68$$

$$TIR = i_1 + (i_2 - i_1) \left[\frac{V.A.N1}{V.A.N1 - V.A.N2} \right]$$

Donde;

i_1 = tasa de interés V.A.N positivo

15% = 2,409.01

i_2 = tasa de interés V.A.N negativo

30% = -1580.68

$$TIR = 0.15 + (0.30 - 0.15) \left[\frac{2409.01}{2409.01 - (-1580.68)} \right]$$

$TIR = 0.18 * 100\% = 18\%$.

Obteniendo así que el proyecto puede ser rentable al utilizar una tasa de interés inferior al 18% en un plazo de 5 años.

Atraves del Pay Back se conoce el tiempo de recuperación de la inversión, en este caso la inversión inicial se recuperaría en aproximadamente 3 años (Tabla 8).

Tabla 6. Pay Back.

Io	-5483				
CF	1980	2178	2395.8	2635.38	2899.02
∑CF	-3151	-973	1422.5	4058.18	6957.2

Costo beneficio

$$CB = \frac{FN^1}{(1+i)^1} + \frac{FN^2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FN^n}{(1+i)^n} / I_0$$

$$CB = \frac{1980}{(1+0.15)^1} + \frac{2178}{(1+0.15)^2} + \frac{2395.8}{(1+0.15)^3} + \frac{2635.38}{(1+0.15)^4} + \frac{2899.02}{(1+0.15)^5}$$

$$CB = 6335.488056/5483$$

$$CB = 1.1554$$

Una vez realizado el análisis financiero, se observa que el proyecto es rentable con una tasa del 15% de interés ya que por cada dólar invertido en el proyecto se tendrá una ganancia de 115.54%, eso significa que en 5 años se obtendrá 1.15 dólares, por dólar invertido.

XII Conclusión

Se han evaluado los elementos del clima y se puede concluir que estos varían dependiendo de la época del año, determinando el clima de la zona su altura de más de 1000 mts sobre el nivel del mar, con una buena radiación que puede ser aprovechada para producción de energía solar fotovoltaica.

En cuanto al aprovechamiento del recurso solar se determinó que se puede utilizar un sistema de bombeo directo ya que la radiación lo permite, a través de los cálculos realizados se propuso un Kit de bomba solar Lorenz sumergible PU600 C-SJ5-8 con una eficiencia del 90%, con un arreglo fotovoltaico de 5 paneles de 200 W.

Se determinó que un sistema convencional genera una cierta cantidad de CO2 anual que podría evitarse al utilizar un sistema que genere energía con Paneles solares; al utilizar este tipo de sistemas no causa daños al medio ambiente por tanto es aceptable por la población la idea de utilizar este tipo de sistemas.

Se conoció a través del instrumento de recolección de información de grupo focal la importancia de la implementación de un sistema solar para mejorar la calidad de vida y las actividades de producción en las zonas rurales.

A través de un estudio financiero se determinó la viabilidad del proyecto, lo que permitirá que la propuesta sea aceptable para el inversionista.

XIII Bibliografía

- Arancibia Bulnes , C., & Best y Brown, R. (2010). *Energía del sol*. Obtenido de Energía del sol: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61_2/PDF/EnergiaSol.pdf
- Cruz Mínguez, V., Gallego Martín , E., & González de Paula, L. (2009). *Sistema de evaluacion de impacto ambiental*. Obtenido de Sistema de evaluacion de impacto ambiental: <https://eprints.ucm.es/9445/1/MemoriaEIA09.pdf>
- Fernández Ferichola , J. (2009). *Caracterización de modulos fotovoltaicos*. Obtenido de Caracterización de modulos fotovoltaicos: https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6037/PFC_Julio_Fernandez_Ferichola.pdf;jsessionid=04375B7CBDD767F40B4E5F3478EE0711?sequence=1
- PERPIÑÁN LAMIGUEIRO, O. (2013). *nergía Solar Fotovoltaico*. España: creative commons.
- Pineda, E., de Alvarado , E., & de Canales, F. (1994). *Metodologia de la Investigacion, Manual para el desarrollo*. Washington.
- Aqueveque, E. (Octubre de 2009). *Bombeo de agua para riego en cerro calán utilizando energía solar fotovoltaica*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2019, de Bombeo de agua para riego en cerro calán utilizando energía solar fotovoltaica: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103407>
- Asmat, C. (2018). Determinación de la eficiencia de un sistema de bombeo fotovoltaico en el distrito de yaurisque –cusco. Lima, Peru. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/asmac-caceres-cindy-pierne.pdf>
- Asociacion de mujeres constructoras de Condega. (2020). Curso de formacion basica: Diseño, instalacion y mantenimiento de sistemas de energia solar fotovoltaica(2020). Condega: AMCC Asociacion de Mujeres Constructoras de Condega.
- Barrau, J., Chemisana, D., Gonzalez, V., Vargas , E., Pobedano, M., Casajuana, D., . . . Soria Alcazar, P. (2011). *Energía para el desarrollo sostenible modulo 5 Energía Solar Fotovoltaica*. Asthriesslav Rocuts, Elisabet Amat.
- Campuzano, L., & Campuzano, C. (2016). E estudio de un perfil de un sistema fotovoltaico para bombeo . Diriamba, Nicaragua. Obtenido de “ESTUDIO DE PERFIL DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA BOMBEO: <http://ribuni.uni.edu.ni/1358/1/80750.pdf>
- Chile, C. M. (s.f.). *Elementos y factores del clima*. Obtenido de Elementos y factores del clima: http://ftp.e-mineduc.cl/cursosceip/CsSoc/4-6-basico/II/Unidad4/documentos/estrategia/ClimaEstrategiaGeo_c2_u4.pdf
- Cruz Baldán, D. (2011). *Estudio del Ahorro mediante bombeo Solar*. Obtenido de Estudio del Ahorro mediante bombeo Solar: <https://core.ac.uk/download/pdf/72021499.pdf>

- ENATREL. (2019). *Nicaragua genera más energía renovable*. Obtenido de Nicaragua genera más energía renovable: <http://www.enatrel.gob.ni/nicaragua-genera-mas-energia-renovable/>
- Español, C. (8 de Junio de 2017). *Estos son los países de América Latina que más CO2 emiten*. Obtenido de Estos son los países de América Latina que más CO2 emiten: <https://cnnespanol.cnn.com/2017/06/08/estos-son-los-paises-de-america-latina-que-mas-co2-emiten/>
- FAO. (23 de 03 de 2017). *América Latina y el Caribe es la segunda mayor productora de carbón a nivel mundial*. Obtenido de América Latina y el Caribe es la segunda mayor productora de carbón a nivel mundial: <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/853946/>
- Gabriel, C. C. (2005). *Economía aplicada a la valoración de impactos ambientales*. Copyright Universidad de Caldas.
- Gonzalez , L., & Lanuza, A. (Enero de 2017). Propuesta de un sistema de bombeo solar fotovoltaico para riego por goteo en la finca Concepción comarca Ato viejo San Nicolás – Estelí, durante el periodo de julio a noviembre del 2017. Esteli, Nicaragua. Obtenido de <http://repositorio.unan.edu.ni/9375/1/18891.pdf>
- INATEC. (Febrero de 2016). Manual del protagonista montaje de instalaciones solares fotovoltaicas. *Manual del protagonista montaje de instalaciones solares fotovoltaicas*. Nicaragua.
- Jáuregui Ostos, E. (2000). *El clima de la Ciudad de México*. México: Plaza y Valdes, S.A de C.V.
- Jiménez Paneque, R. (1998). *Metodología de la investigación*. Obtenido de http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/bioestadistica/metodologia_de_la_investigacion_1998.pdf
- Linés Escardó, A. (Febrero de 2010). *Clima y cambio climático*. Obtenido de Clima y cambio climático: <http://www.divulgameteo.es/fotos/lecturas/Clima-CC-Lin%C3%A9s.pdf>
- Martínez Tercero, A. (2020). Curso de formación básica: Diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de energía solar fotovoltaica (2020). AMCC, Asociación de Mujeres Constructoras de Condega.
- Meinel, A., & Meinel, M. (1982). *Aplicación de la Energía Solar*. España: Editorial Reverte .
- Mercado, G., & Quintero , D. (2014). *Sistemas de bombeo de agua con energías renovables*. Medellín, Colombia.
- Morales Ramírez, D., & Roux Rodríguez, R. (1 de Enero de 2015). *Estudio de impacto social: antecedentes y línea base para san fernando, tamaulipas*. Obtenido de Estudio de impacto social: antecedentes y línea base para san fernando, tamaulipas: <https://www.redalyc.org/pdf/654/65452535006.pdf>
- Moro Vallina, M. (2010). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas* (1 ed.). Madrid, España: Ediciones Paraninfos S.a. Obtenido de <https://books.google.com.ni/books?id=X22CtI-VomgC&pg=PA16&dq=azimut+solar&hl=es->

419&sa=X&ved=0ahUKEwjw_mv_0z_7mAhXPzlkKHVCgDeMQ6AEIMDAB#v=onepage&q=zenith%20solar&f=false

Oficina Catalana del Canvic climatic. (Marzo de 2011). *guiapractica para el calculo de emisiones de gases de efecto invernadero* . Obtenido de guiapractica para el calculo de emisiones de gases de efecto invernadero :

<http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST234ZI97531&id=97531>

Orza Couto, A. (s.f.). *LA ELECTRICIDAD: CONCEPTOS, FENÓMENOS Y MAGNITUDES*. Obtenido de LA ELECTRICIDAD: CONCEPTOS, FENÓMENOS Y MAGNITUDES:

<https://www.edu.xunta.gal/centros/cpiantonioorzacouto/system/files/TEMA%202%20LA%20ELECTRICIDAD%20I.pdf>

Ramos, D. (2016). *DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO EL CENIZO – OLMOS 2016*. Chiclayo, Peru.

Salmeron, D., & Blandon, J. (Septiembre de 2014). *ESTUDIO DE PREINVERSION DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA BOMBEO DE AGUA EN LA COMUNIDAD DE SAN ANTONIO DEL MUNICIPIO DE JINOTEPE*. Managua.

sl, i. y. (2017). *UF0152Montaje mecanico n instalaciones solares fotovoltaicas*. Malaga: IC editorial.

XIV ANEXOS

Anexo 1. Instrumentos.

Instrumento 1.1. Solarímetro.



Instrumento 1.2. Termómetro.



Instrumento 1.3. Base de datos en SPSS.

medidas Finca Linda Vista.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

Visible: 10 de 10 variables

	Mes	Temperatura	Radiacion	Velocidad_Viento	Presion	Humedad	Dias	Radiacio_1	Temperatura_1	Presipitacion	var	var	var	var	var	var
1	January	17.62	163.15	3.75	88135.00	73.04	23.12.2019	381.71	19.00	.00						
2	February	17.14	165.83	3.44	88195.00	74.95	24.12.2019	299.80	19.30	2.00						
3	March	16.67	197.38	3.13	88256.00	76.85	25.12.2019	334.60	19.00	.00						
4	April	16.19	178.23	2.82	88253.00	78.76	26.12.2019	257.19	17.70	.00						
5	May	15.72	157.74	2.51	88250.00	80.67	27.12.2019	285.29	19.00	.00						
6	June	15.24	140.25	2.20	88248.00	82.57	28.12.2019	268.70	18.70	.00						
7	July	14.77	158.25	1.89	88201.00	84.48	29.12.2019	302.52	20.00	.00						
8	August	14.30	159.58	1.58	88155.00	86.38	30.12.2019	314.45	19.70	.00						
9	September	15.37	149.16	2.94	88109.00	84.97	31.12.2019	324.15	20.00	.00						
10	October	15.44	143.66	2.78	88117.00	84.07	01.01.2020	281.50	20.00	.00						
11	November	15.51	138.05	2.63	88126.00	83.16	02.01.2020	309.12	18.00	15.00						
12	December	15.57	141.69	2.47	88135.00	82.26	03.01.2020	207.69	19.00	.00						
13	January	16.83	146.28	3.23	88184.00	79.10	04.01.2020	262.23	19.70	.00						
14	February	18.09	140.99	4.00	88233.00	75.93	05.01.2020	220.90	19.00	.00						
15	March	19.34	197.60	4.76	88282.00	72.77	06.01.2020	104.27	18.70	1.00						
16	April	20.24	185.94	5.01	88224.00	66.10	07.01.2020	154.82	19.00	2.01						
17	May	21.15	178.10	5.26	88166.00	59.44	08.01.2020	358.57	18.70	.00						
18	June	22.05	143.53	5.52	88109.00	52.77	09.01.2020	76.47	19.30	9.00						
19	July	21.78	139.33	5.21	88025.00	51.78	10.01.2020	266.08	19.70	7.00						
20	August	21.50	166.25	4.91	87941.00	50.78	11.01.2020	267.46	18.70	11.00						
21	September	21.23	176.36	4.61	87857.00	49.79	12.01.2020	358.01	19.00	4.60						
22	October	19.76	163.84	3.74	87883.00	55.12	13.01.2020	311.43	19.00	3.00						

Vista de datos Vista de variables

Instrumento 1.4. Entrevista (A)

El presente instrumento tiene el propósito de recolectar información relacionada al objetivo de investigación: A conocer generalidades de la zona de estudio y Determinar el impacto ambiental, económico y social que podría generar la instalación del sistema y la actividad de lavado de café en función del desarrollo humano sostenible en la comunidad.

Fecha: ___/___/___

DATOS GENERALES.

Nombres y Apellidos _____ Edad _____ Sexo: 1) F _ ; 2) M

—

Altitud del lugar, en m.s.n.m.: _____

Coordenadas geográficas: Latitud: _____, longitud: _____.

Qué tipo de energía eléctrica posee la Finca Linda Vista:

No tiene __

Convencional __

Renovable__

Combinada __.

Si no tiene electricidad que tipo de combustible usa:

gasolina _____

diésel _____

ocote _____

velas _____

baterías (pilas) _____

Cantidad de combustible por mes _____ litros

Porcentaje de ingresos de la finca dedicados a combustible / electricidad _____

Cree que el ahorro de energía nos ayuda a mejorar el medio ambiente y la economía

Le importa el cambio climático

Sabe usted que es el calentamiento global

¿Conoce sobre la energía Solar?

¿Invertiría usted en energía solar?

¿Conoce los beneficios de estos sistemas de energía?

¿Considera que la implementación de energías alternativas sería la solución para dar cobertura a los lugares donde la energía eléctrica no llega?

¿Cree usted que la instalación de un sistema solar afectaría la flora y la fauna del lugar donde se instale?

Instrumento 1.5. Entrevista (B)

Personas a entrevistar: Ing. Agrónomo o medio ambiental.

Objetivo: Mediante esta entrevista se pretende recoger las opiniones sobre el impacto ambiental económico, social y la aceptación de un proyecto solar para producir energía para bombeo de agua para lavado de café en la zona de Los Alpes, El bramadero.

1. ¿Cuál es su opinión acerca de la utilización solar para bombeo en la zona rural de Condega?
2. ¿Cuáles consideran que serían los efectos en la flora y fauna?
3. ¿Cree que los sistemas solares ocupan demasiado terreno para su instalación?
4. ¿Cuáles cree que pueden ser los residuos que se generen al realizar el proyecto?
5. ¿Aprovechar la energía solar mejoraría la situación económica local?
6. ¿Existen leyes ambientales rigen sobre instalaciones fotovoltaicas?

Instrumento 1. 6. Protocolo del Grupo Focal.

1. Personas que Participan en los Grupos Focales: Habitantes de Finca Linda Vista.

3. Objetivo del Grupo Focal: Esta técnica de investigación cualitativa, se utilizará con el objetivo principal de construir una visión compartida sobre el Proyecto de investigación de evaluación y diseño de generación solar en Los Alpes, El bramadero-Condega.

4. Temas a tratar en los Grupos Focales:

b) Los aspectos relativos a los indicadores de Impacto social, ambiental y económico del objetivo 3

. 5. Referencia Técnica y Contextual del Instrumento Metodológico

a) Método: Grupo Focal.

b) Técnica: Técnica de discusión grupal.

c) Fecha: Enero, 2020. 9 a.m.

d) Duración: 1 a 2 horas.

e) Lugar: Finca Linda Vista

- f) Contexto: Ambiente natural de El Bramadero
- g) Personas que participan del Grupo Focal: Actores Claves
- h) Moderador del Grupo Focal: Ana Celia Tercero

Contenido

1. ¿Cree usted que el sistema de bombeo de agua actual para lavado de café es el más conveniente?
2. ¿Cree que la zona donde está ubicada la finca Linda vista(Los Alpes) tenga el suficiente recurso solar para producir energía?
3. ¿Cuál es su opinión sobre la implementación de sistemas solares para bombeo de agua?
4. Desde el aspecto ambiental cuál cree que sería el impacto para la zona de Los Alpes, El Bramadero al implementar este tipo de tecnologías.
5. ¿Qué beneficios podría traer la energía solar en la economía de la población de Los Alpes

Anexos 2. Tablas

Tabla 2.1. Participantes en Grupo Focal y Entrevistas.

Participantes Grupo Focal05.02.2020. Local Casa principal Fina Linda Vista.				
No	Nombre	Cargo	Código	
1	Pablo Emilio Peralta	Capataz Finca Linda Vista	P1GF	
2	Kener Josué Muñoz Hernández	Encargado de zona de lavado de café Finca Linda Vista	P2GF	
3	Ángela Rosa Hernández Ruiz	Encargada de zona de despulpe Finca Linda Vista	P3GF	
4	Adolfo Muñoz Peralta	Productor	P4GF	
5	Julio Cesar Muñoz Peralta	Productor	P5GF	
6	Cesar Augusto Muñoz Díaz	Encargado del área de calidad de producción Finca Linda Vista	P6GF	
Participantes Entrevista				
No	Nombre	Fecha	Cargo	Código
1	Julio Cesar Muñoz Peralta.	31-01-2020	Productor	P1E
2	Norman Alfaro Castellón.	03-02-2020	MAGFOR	P2E

