



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

**Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM-Estelí**

Propuesta de un sistema para el suministro de agua potable mediante la energía solar en la comarca La Montañita en Ciudad Darío-Matagalpa en el año 2021

Trabajo monográfico para optar

al grado de

**Ingeniero en Energías Renovables**

**Autor**

Br. Orlando Antonio Castillo Meza

**Tutor**

**MSc. José Antonio Castillo Hernández**



# Tabla de contenido

- CAPITULO I.....5
- 1. Introducción .....7
- 1.1. Planteamiento del problema .....8
  - 1.1.1. Caracterización del problema .....8
  - 1.1.2. Delimitación del problema .....8
  - 1.1.3. Formulación del problema .....8
  - 1.1.4. Sistematización del problema.....9
- 1.2. Justificación.....10
- 1.3. Objetivos de Investigación.....11
  - 1.3.1. Objetivo General .....11
  - 1.3.2. Objetivos Específicos. ....11
- CAPITULO II .....12
- 2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN .....12
  - 2.1.1. INTERNACIONALES .....12
  - 2.1.2. NACIONAL.....12
- 2.2. MARCO TEORICO.....13
  - 2.2.1. Energía Renovable.....13
  - 2.2.2. Efecto fotovoltaico .....18
  - 2.2.3. Conductores.....19
  - 2.2.4. Célula Fotovoltaicas. ....19
  - 2.4.1. Tipo de celdas solares. ....20
  - 2.4.2. Monocristalinas: .....20
  - 2.4.3. Policristalinas: .....20
    - 2.4.4. La célula fotovoltaica de telurio de cadmio: .....20
  - 2.4.5. Amorfo:.....20
- 2.5. Ángulos de orientación: .....21
  - 2.5.1. Radiación. ....21
  - 2.5.2. Radiación solar extraterrestre:.....21
    - 2.5.3. Radiación de onda corta:.....22
  - 2.5.4. Radiación solar directa:.....22
  - 2.5.5. Radiación solar difusa:.....22
  - 2.5.6. Radiación solar global: .....22
    - 2.5.7. Radiación solar reflejada:.....22
  - 2.5.8. Radiación terrestre:.....22

2.5.9.	Irradiación .....	23
3.1.	Instalaciones Fotovoltaicas .....	23
3.1.1.	Sistemas FV autónomos.....	23
3.1.2.	Sistemas de Bombeo de agua: .....	24
3.1.3.	Sistema Solar de Uso Doméstico: .....	25
3.1.4.	Sistemas FV Mixtos:.....	26
3.1.5.	Controladores de Carga.....	27
3.1.6.	Inversores .....	28
3.1.7.	Dimensionamiento de componentes de un Sistema Solar Fotovoltaico .....	28
2.1.1.	Censo de Carga.....	28
2.1.1.1.	Modulo Solar Fotovoltaico.....	29
2.1.1.2.	Controlador de carga.....	29
2.1.1.3.	Inversores de Carga .....	30
2.1.1.4.	Cableado.....	30
2.1.2.	Configuracin de los Paneles .....	31
2.1.2.1.	Conexión en Paralelo: .....	31
2.1.2.2.	Conexión en Serie:.....	31
2.1.2.3.	Conexión Mixta: .....	31
4.1.	Componentes de un sistema de bombeo solar fotovoltaico. ....	32
4.1.1.	Generador fotovoltaico. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.2.	Bombas y tipos .....	32
4.1.3.	Bombas Sumergibles: .....	32
4.1.4.	Bombas centrífugas .....	33
4.1.5.	Bombas de chorro:.....	34
4.1.6.	Bombas de autoarranque:.....	35
5.	Selección de la Bomba .....	36
6.	HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	38
6.1.1.	MATRIZ DE OPERACIÓN DE VARIABLES .....	38
4.1.1.	Variable Independiente .....	39
4.1.2.	Variable Dependiente .....	39
CAPITULO III .....		40
7.	DISEÑOMETODOLOGICO.....	40
7.1.	TIPO DE ESTUDIO.....	40
7.2.	AREA DE ESTUDIO.....	41
7.2.1.	UBICACIÓN GEOGRAFICA .....	41

7.2.2.	AREA DE CONOCIMIENTO .....	42
7.2.3.	UNIVERSO Y MUESTRA.....	42
7.3.	METODOS, TECNICAS PARA LA RECOLECCION DE DATOS E INFORMACION .....	43
7.3.1.	Encuesta: .....	43
7.3.2.	Notas de Campo: .....	43
7.3.3.	Base de Datos POWER:.....	44
7.4.	PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCION DE DATOS E INFORMACION .....	44
7.5.	PLAN DE TABULACION.....	47
Capitulo IV.....		47
7.6.	ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS .....	47
Capítulo V.....		68
8.	Conclusiones.....	68
Bibliografía .....		70
Anexos.....		74



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA, ESTELÍ  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS TECNOLOGICAS Y SALUD

“2022: Vamos por más Victorias Educativas”

## CONSTANCIA

La Monografía es el resultado de un proceso académico investigativo llevado a cabo por estudiantes como forma de culminación de estudios. El propósito es resolver un problema vinculando la teoría con la práctica, potenciando las capacidades, habilidades y destrezas investigativas, y contribuye a la formación del profesional que demanda el desarrollo económico, político y social del país. (Art.13 del reglamento de régimen académico estudiantil. Modalidades de graduación).

Por tanto, hago constar que el trabajo **“Propuesta de un sistema para el suministro de agua potable mediante la energía solar en la comarca La Montañita en Ciudad Darío-Matagalpa en el año 2021”**, cumple con los requisitos académicos requeridos para una Monografía, y ha sido presentado, defendido y corregido a satisfacción del tutor, con lo cual está optando al título de **Ingeniería En Energías Renovables**.

El autor de este estudio es el bachiller: **Orlando Antonio Castillo Meza**; quien, durante la ejecución de esta investigación, demostró responsabilidad, ética y conocimiento sobre la temática.

Así mismo este estudio tiene como objetivo principal diseñar un sistema de abastecimiento de agua mediante el uso de la energía solar en la comarca la montañita Ciudad Darío departamento de Matagalpa, por lo que, aprovechando el recurso solar se estará contribuyendo positivamente al medio ambiente reduciendo los GEI.

José Antonio Castillo Hernández

FAREM-Estelí, UNAN-Managua

Cc/Archivo

**¡A la libertad por la Universidad!**

Barrio 14 de abril, contiguo a la subestación de ENEL, Tel 27137734, Ext 7430

Cod. Postal 49 – Estelí, Nicaragua

dctys@unan.edu.ni | www.farem.unan.edu.ni

## RESUMEN

La extracción de agua de pozos para suministro en poblaciones rurales es una de las aplicaciones más rentables y novedosa de la energía solar fotovoltaica. El empleo de un tipo de bomba sumergible específica para aplicaciones con energía fotovoltaica, que funcionan a corriente continua/directa (CC/DC) generada directamente de los módulos fotovoltaicos. La presente investigación tuvo como propósito desarrollar una propuesta de un sistema para el suministro de agua potable mediante la energía solar en la comunidad La Montañita y describir las características sociodemográficas y climáticas. Este estudio se rige por el enfoque filosófico Cualitativo, según su nivel de profundidad es descriptivo, transversal. Los instrumentos utilizados fueron: Observación de campo, toma de notas, encuestas, recolección de datos, uso de base de datos meteorológica. Los resultados demostraron que la falta de suministro de agua potable tiene como consecuencia el impacto en la sociedad (pobreza, analfabetismo, brecha de género) y en la salud de la población (enfermedades causadas por la ingesta de agua no tratada) tanto directamente como indirectamente. La condición climática de la zona pertenece al trópico seco, por lo que, la temperatura promedio diaria es de 33 °C siendo el mes más caluroso abril con una temperatura máxima promedio de 34 °C y el mes más frío es enero con una temperatura mínima promedio de 19 °C, en cuanto a precipitaciones la temporada más lluviosa es de Mayo a Noviembre con una probabilidad de lluvia del 23%, por lo que, es un zona donde prevalece la temporada seca la cual dura aproximadamente 7 meses. La mayor concentración de agua subterránea se encuentra en el valle de Sebaco, el valle está ubicado entre las coordenadas 12° 46' latitud Norte y 86° 05' longitud Oeste en el Departamento de Matagalpa, donde su cuenca de captación superficial se extiende en aproximadamente 652.7 Km<sup>2</sup> y es compartido por los municipios de Sebaco, Ciudad Darío y San Isidro, el Valle en sí es uno de las principales reservas de agua dulce del país.

## ABSTRACT

The extraction of water from wells for supplying rural populations is one of the most cost-effective and innovative applications of solar photovoltaic energy. The use of a specific type of submersible pumps for photovoltaic energy applications, which operate with direct/direct current (DC/DC) generated directly from the photovoltaic modules, is one of the most cost-effective and innovative applications of solar photovoltaic energy. The purpose of this research was to develop a proposal for a system for the supply of drinking water through solar energy in the community of La Montañita and to describe the sociodemographic and climatic characteristics. This study is governed by the Qualitative philosophical approach, according to its level of depth it is descriptive, transversal. The instruments used were: field observation, note taking, surveys, data collection, use of meteorological database. The results showed that the lack of drinking water supply has an impact on society (poverty, illiteracy, gender gap) and on the health of the population (diseases caused by the ingestion of untreated water) both directly and indirectly. The climatic condition of the area belongs to the dry tropics, so, the average daily temperature is 33 °C being the hottest month April with an average maximum temperature of 34 °C and the coldest month is January with an average minimum temperature of 19 °C, in terms of rainfall the rainiest season is from May to November with a probability of rainfall of 23%, so it is an area where the dry season prevails which lasts approximately 7 months. The highest concentration of groundwater is found in the Sebaco valley, the valley is located between the coordinates 12° 46' North latitude and 86° 05' West longitude in the Department of Matagalpa, where its surface catchment basin extends over approximately 652.7 Km<sup>2</sup> and is shared by the municipalities of Sebaco, Ciudad Darío and San Isidro, the valley itself is one of the main freshwater reserves in the country.

# CAPITULO I

## 1. Introducción

El agua es vital para la sobrevivencia de la especie humana siendo elemento básico para la vida, por lo que se requiere un uso racional del recurso. (Jarra., 2010) afirma, que el agua se define como elemento básico para la vida, donde a veces se cree que nunca se va acabar, sin embargo, el agua está disminuyendo, se considera un bien económico y social esto nos exige usarlo de forma racional, cuidarlo, ya que progresivamente viene perdiendo su calidad por acciones propias del hombre.

Nuestro país cuenta con leyes e instituciones que se encargan de velar por el uso y conservación del bien común que es el agua, según (NICARAGUA., 2007, pág. 2) de acuerdo al Artículo 5: Es obligación y prioridad del Estado promover, facilitar y regular adecuadamente el suministro de agua potable en cantidad y calidad al pueblo Nicaragüense, a costos diferenciados y favoreciendo a los sectores con menos recursos. La prestación de este servicio vital a los consumidores en estado evidente de pobreza extrema no podrá ser interrumpido, salvo fuerza mayor, debiendo en todo caso proporcionárseles alternativas de abastecimiento.

Esta investigación tiene como objetivo principal diseñar un sistema de abastecimiento de agua mediante el uso de la energía solar en la comarca la montañita Ciudad Darío departamento de Matagalpa, por lo que, aprovechando el recurso solar se estará contribuyendo positivamente al medio ambiente reduciendo los GEI. La montañita es una comarca de Ciudad Darío ubicada en la zona rural de dicho municipio, esta no cuenta con un óptimo suministro de agua potable, la comarca cuenta con aproximadamente 146 habitantes la principal actividad económica de la localidad es característica de las zonas rurales ya que se debe a la agricultura

Según (Gil, 2019) en el contexto de América Latina y el Caribe existe abundancia de agua en donde la precipitación promedio anual es de 1600mm y una escorrentía media de 400 mm m<sup>3</sup>/s, siendo una de las perspectivas y principales desafíos; lograr una gestión sostenible del agua como bien natural, de acuerdo con el (SICA, s.f.) actualmente las iniciativas globales se enfocan en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo sostenible (ODS) cuyas metas están encaminadas con el desarrollo de los países.

## **1.1. Planteamiento del problema**

### **1.1.1. Caracterización del problema**

Ciudad Darío está conformada por 22 comarcas rurales dentro de las cuales se encuentra “La Montañita” donde el abastecimiento de agua potable para la comarca representa un interés social de la comunidad, las autoridades y el gremio académico, en donde se podría emplear tecnología renovable para llevar el recurso a cada hogar. La comarca se encuentra ubicada en el casco rural de Ciudad Diario a 18.2 Km del casco rural del Municipio, es necesario resaltar que los habitantes cuentan con un pozo comunal, pero no se cuenta con el suministro para el uso doméstico por lo que lamentablemente para los habitantes de la comarca representa un reto diario, aunque ya existen organizaciones que trabajan en coordinación con MARENA para lograr la solución de esos retos.

### **1.1.2. Delimitación del problema**

El cambio climático plantea una serie de retos debido al acelerado desarrollo humano y de las industrias, uno de esos retos es el suministrar agua potable y hacer uso racional del mismo para que las personas puedan tener una mejor calidad de vida. Es derecho humano tener acceso a agua potable, fundamental para el desarrollo humano, por lo que, se vuelve una necesidad inminente desarrollar estrategias para que sea accesible para todo/(a)s, no contar con acceso a agua potable, desencadena una serie de afectaciones en la calidad de vida de los habitantes teniendo implicaciones en la salud esto también se relaciona al alcance académico de la población que gran parte solo cuenta con los niveles básicos de educación.

### **1.1.3. Formulación del problema**

Debido a los efectos del cambio climático y su reacción en cadena que nos afectan a todos, dicho sea de paso, la comarca La Montañita no es la excepción. Considerando que Ciudad Darío se encuentra en la zona tropical seca de Nicaragua la cual comprende áreas de la región central debajo de los 500msnm, esa es una de las razones por las cuales el agua se convierte en el principal problema para las personas de la localidad, la poca precipitación en la zona y la deforestación desenfrenada limita aún más el acceso al recurso. El desabastecimiento de agua causa enfermedades en la población que se hacen presente debido a la falta de calidad de la misma, por otro lado, la acumulación de trastes sucios y la falta de higiene es una de las causas, por lo que, los habitantes de la comunidad tienen que destinar parte de su tiempo para conseguir agua, también se evidencia que algunas personas cuenta con pozo privado, por lo que, los

demás que no tienen se les regala oh se recolecta de la poca precipitación que logre haber pero en temporadas secas todos sufren, las enfermedades van desde problemas renales hasta problemas hepáticos en el hígado, el acceso a la educación no está en las mejores condiciones, la población en gran parte solo curso niveles básicos de educación y otra parte es analfabeta. Tenemos que tomar en cuenta que tener acceso al agua potable es un derecho que cada ciudadano debe tener, este es un patrón que pareciera repetirse sobre todo en las zonas rurales por lo que también tiene un peso social es decir de las “autoridades competentes”, aunque se puede mencionar que este tipo de estragos es debido a la mala administración de los recursos naturales.

#### 1.1.4. Sistematización del problema

Las preguntas de sistematización correspondientes se presentan a continuación:

1. ¿Cuáles son las principales características sociodemográficas y climáticas de la comarca “La Montañita”?
2. ¿Cuáles serían las dimensiones de un sistema de bombeo solar fotovoltaico que satisfaga la demanda agua potable a la comarca “La Montañita”
3. ¿Qué beneficio ambiental, social y de salud trae consigo un sistema de bombeo de agua alimentado con energía solar a la comarca “La Montañita”?

## 1.2. Justificación

Desde hace un tiempo respecto a la tendencia comercial que tiene la energía solar, gran mayoría de las personas tienen el concepto limitado que esta tecnología consta de instalar paneles solares en los techos para generar electricidad y así reducir notablemente la factura eléctrica de los hogares o en las industrias, pero también existen grandes plantas generadoras que venden directamente la energía a la red. Es cierto que esta es la aplicación mayoritaria de esta tecnología, sin embargo, existen otras aplicaciones, una de estas aplicaciones es la de emplear la energía solar para bombeo, en este caso será para el suministro de agua potable.

Este estudio es de gran importancia para la Comarca La Montañita que pertenece al Municipio de Ciudad Darío y sus alrededores, por el significativo aporte teórico que permitirá y será un punto de partida para el futuro desarrollo de proyectos similares en cuanto a metodología y generación de resultados, por lo que este documento podrá servir como referencia sobre elementos a considerar, previo a establecer el sistema de bombeo solar para suministro de agua potable, no solo aportara en la conservación del medio ambiente, sino, que también aportara aprendizaje para estudiantes y pobladores que quieran impulsar proyectos de investigación de esta índole que es de importancia para la sociedad.

Por otro lado, es necesario resaltar, que la energía es esencial para llevar acabo los procesos de obtención y uso del agua potable, y debido a la contaminación de los mantos acuíferos que es causado por la actividad agrícola o ya sea por la utilización de combustibles fósiles como fuentes de energía se presenta la necesidad de hacer uso de fuentes alternativas renovables para contrarrestar en cierta medida el daño ecológico causado.

Es por eso que en este trabajo se pretende utilizar de manera razonable todos los recursos que el medio nos provee, que en este caso es la fuente hídrica y la energía solar, realizando la elevación de la misma desde el pozo y trasladándola por medio de un sistema de bombeo solar fotovoltaico a la zona de consumo del agua potable, lo cual implica una mejor calidad de vida aportando a la solución de la problemática de suministro.

## **1.3. Objetivos de Investigación**

### 1.3.1. Objetivo General

1. Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable mediante el uso de la energía solar para el suministro en la comarca “La Montañita” Ciudad Darío departamento de Matagalpa en el año 2021.

### 1.3.2. Objetivos Específicos.

1. Describir las características sociodemográficas y climáticas de la comarca “La Montañita” Ciudad Darío departamento de Matagalpa en el año 2021.
2. Proponer un sistema de bombeo solar fotovoltaico que satisfaga la demanda agua potable a la comarca “La Montañita”
3. Analizar los beneficios ambientales, sociales y de salud que proporciona la instalación de un sistema de bombeo de agua alimentado con energía solar a la comarca “La Montañita”

## CAPITULO II

### 2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

Para poder desarrollar esta investigación fue necesario realizar búsquedas documentales en revistas científicas, artículos, entre otros, que tuvieran relación con el tema de estudio teniendo mayor relevancia las siguientes:

#### 2.1.1. INTERNACIONALES

Según (Miguel Alonso Abella) en su tesis de Maestría; “Sistema de Bombeo Fotovoltaico” realiza un detallado análisis sobre un sistema de bombeo solar, desarrollando una metodología para realizar las consideraciones necesarias al realizar un correcto dimensionamiento, dando a conocer los datos al concluir.

De acuerdo a lo publicado por (Oscar Flores Ramirez E. E., 2019) en su artículo: “Sistemas de bombeo solar en Pachuca Hidalgo” realizo un estudio del recurso solar para la instalación de un sistema de bombeo, en donde proporciona aspectos técnicos necesarios para el estudio de estos sistemas.

(David Ribó Perez, 2021) en su artículo: “ELECTRIFICACION DE LA ULTIMA MILLA DE CORREDOR SECO MESOAMERICANO. SOLUCION DEL NEXO AGUA-ALIMENTO-ENERGIA” encaminada a lograr la última milla, para lograr una total electrificación en la región, el grupo de investigadores en su documento destacan que la región tiene los mejores índices con respecto a electrificación, pero aún hay personas que no tienen acceso a energía eléctrica, viviendo la mayoría de estas personas en zonas rurales, concluye con una metodología para promover el desarrollo rural, presentando estudio de viabilidad y, replica de la solución para otras comunidades rurales semejantes.

#### 2.1.2. NACIONAL

Según (Jorge Luis Canales Urrutia, 2020) en su tesis: “Sistema de bombeo solar fotovoltaico para extracción de agua de estanque y su utilización para riego en la finca Santa Cruz, de la comunidad Santa Cruz, Estelí” el grupo de investigación dio a conocer los parámetros a realizarse en este tipo de investigaciones realizando un análisis económico de tal forma mostraron la rentabilidad de su proyecto.

## 2.2. MARCO TEORICO

### 2.2.1. Energía Renovable

Las energías renovables como la solar y la eólica, también se les llama energías limpias porque no contaminan debido a que la fuente de energía son el sol y el viento. Actualmente hay un concepto llamado Generación Distribuida, es decir, Generación Descentralizada, que no es más que generar tu propia energía en el lugar donde la requieres a pequeña escala. Lo que nos permite acceder a estas tecnologías, para que se puedan utilizar incluso en nuestras casas o negocios como lo es la energía solar fotovoltaica por medio de módulos fotovoltaicos o paneles solares llamados así comúnmente (Ramos., 2020.).

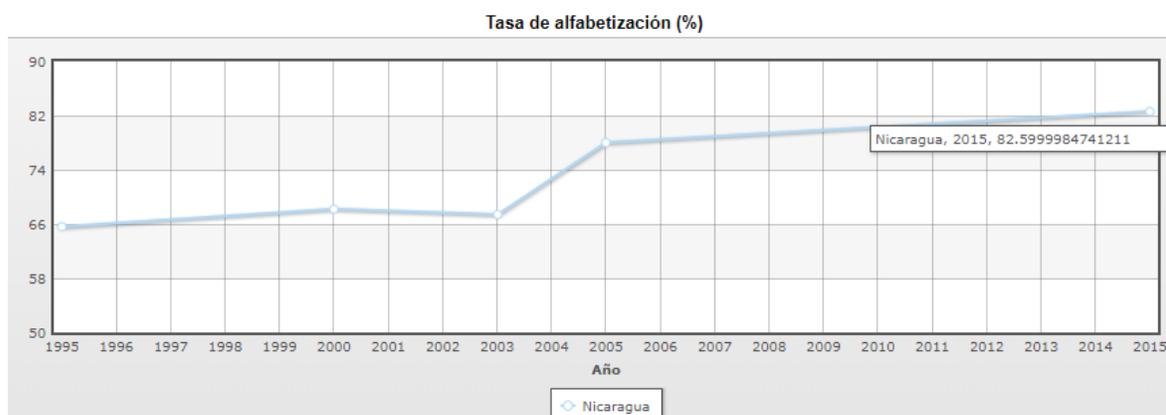
El Sol es la fuente de energía que mantiene vivo al planeta Tierra, emite continuamente una potencia de 62 mil 600 kilowatts (o kilovatios) por cada metro cuadrado de su superficie. Esto ha venido ocurriendo a lo largo de 4 mil 500 millones de años, y se estima que continuará así por otros 5 mil millones de años, lo cual, en términos de la existencia que ha tenido la humanidad, es prácticamente ilimitado. Los primeros registros escritos de la utilización de la energía solar provienen de los antiguos griegos, romanos y chinos. Estos pueblos conocían el arte de prender fuego utilizando lentes y espejos “quemantes”. En el Renacimiento, la idea de usar el calor solar para la industria química y la cerámica despertó mucho interés tanto así que uno de los primeros en intentarlo fue Leonardo da Vinci. En los siglos XVII y XVIII se construyeron un gran número de hornos solares que usaban la radiación solar concentrada para experimentación en cerámica, metalurgia y química (Brow., 2010).

La Energía solar, es la energía obtenida mediante la captación de la luz y el calor emitidos por el sol. La radiación solar que alcanza la Tierra puede aprovecharse por medio del calor que produce, como también a través de la absorción de la radiación. Es una de las llamadas energías renovables particularmente del grupo no contaminante, conocido como energía limpia o energía verde.

### 2.2.2. Características sociodemográficas

La demografía es una ciencia social que implica el estudio estadístico de un grupo social en un lugar particular.

- **Población:** La terminología población literalmente, se define como el conjunto de personas que viven en un lugar geográfico particular, de acuerdo con cifras del INIDE (Instituto Nicaragüense de Información de Desarrollo) Nicaragua cuenta con una población actual de 6,746,424 donde las mujeres representan la mayoría con un 50.5%, por otro lado, el Banco Mundial registra en 2020 un 1,2% de crecimiento poblacional.
- **Escolaridad:** Este parámetro sociodemográfico indica el nivel de educación en un grupo de personas, identificando los principales contrastes en diferentes escenarios, por lo que, el desarrollo de una sociedad esta precedido por el alcance académico y el nivel cultural de la misma. De acuerdo datos obtenidos de Observatorio Latinoamericano de Políticas Educativas, Nicaragua invierte el 4.7% del PIB en educación por lo que como resultado tenemos un analfabetismo de 12.9 % es decir un 82.1% de la población es alfabetizada.



*(Factbook, 2019)*

- **Salud:** La salud tanto como la educación es un derecho universal de las personas, el tener acceso a una salud de calidad y universal es de gran importancia para todas las sociedades del mundo, por lo cual, es un indicador de bienestar social o, todo lo contrario, de precariedad social. Según datos de la PAHO en 2005 Nicaragua contaba con 5,148,098 habitantes, por otro lado, en el periodo 2000-2005 la esperanza de vida al nacer incremento en 1,5 años estimándose en 69.5 años. Las enfermedades del sistema regulatorio, casusas externas y tumores eran las tres principales causas de muerte, según estadísticas de la PAHO la pobreza en ese mismo periodo fue de 48.3% y la pobreza extrema se encontraba en 17.5%. Actualmente según JP+ y el MINSA Nicaragua paso de construir un hospital cada 8 años a construir aproximadamente 2 hospitales

por año contando así con una inversión de 5000 millones de córdobas en salud, es importante señalar que actualmente Nicaragua cuenta con la red hospitalaria pública más grande en la región Centroamericana.

- **Actividad económica:** Se define como el intercambio de bienes o servicios que se realizan para satisfacer una necesidad o deseo. La actividad económica de Nicaragua parte de 5 ejes importantes, la Agricultura es la actividad económica principal del país puesto que de esta se exporta: arroz, cacao, frijoles, café, algodón, maní, etc. Por otro lado, está la Ganadería de esta actividad se obtienen los derivados lácteos y la carne, el Turismo se encuentra dentro de las tres actividades económicas más fuertes puesto que Nicaragua tiene una gran riqueza cultural, gastronómica y natural. Actividades como la minería y la pesca también forman parte de nuestra actividad económica, pero en menor grado.

Según el Banco Mundial desde 2015 hasta el inicio de la recesión en 2018, las reformas orientadas al mercado y la sólida gestión macroeconómica en Nicaragua aumentaron la inversión extranjera y contribuyeron a una sólida expansión de la actividad económica. Entre 2000 y 2017, el crecimiento promedió 3.9% gracias a una demanda interna impulsada por las remesas y por la Inversión Extranjera Directa (IED). Sin embargo, el inicio de la crisis sociopolítica en abril de 2018 y la pandemia de la COVID-19 en 2020 dieron como resultado una contracción del Producto Interno Bruto (PIB) real del 8,8% acumulativo entre 2017 y 2020, pero a pesar de la pandemia, la actividad económica se recobró con fuerza en la primera mitad de 2021. La recuperación estuvo encabezada por el consumo privado impulsado por las remesas y un fuerte repunte de las exportaciones de mercancías, respaldado por la recuperación mundial

### 2.2.3. Características Climáticas

Las características climáticas se pueden definir como los diferentes factores característicos de una región, estos factores son los siguientes:

- **Precipitación:** La precipitación forma parte del ciclo de agua que mantiene el equilibrio en el ecosistema y se genera por la condensación del agua. De acuerdo con datos del INETER el Acumulado Anual de Precipitación en Nicaragua varían de menos 800mm en la zona más seca a

5000 y mas en las zonas húmedas, la mayor cantidad cae en los meses de mayo a noviembre. Por otro lado, en la región del pacifico la cantidad de precipitación oscila entre 1000mm y 2000mm en la mitad del periodo lluvioso, mientras tanto en las regiones norte y central oscila de 800mm en los valles intramontanosos a 2500mm en las pendientes orientadas a las cordilleras, es importante señalar que las regiones autónomas se caracterizan por ser húmedas y el rango oscila de los 2500mm en su zona norte, hasta mas de 5000mm en su extremo Sureste.

- **Temperatura:** Se podría definir como una magnitud física la cual indica la energía interna de algún cuerpo o del medio ambiente en general, según el software meteorológico de la Nasa en un registro histórico de temperatura en Nicaragua de 1961 a 2020 el rango oscila 40°C la máxima 20°C la mínima y de acuerdo al INETER En la región del pacifico es caracterizado por prevalecer una temperatura media superior a los 34°C mientras tanto en las zonas montañosas la temperatura media es inferior a los 25°C y en algunos puntos menores a los 20°C, por otro lado, la temperatura media anual del país es de 25.4°C.
- **Viento:** Es el fenómeno causado debido a la rotación de nuestro planeta, por lo que, al penetrar los rayos solares a través de nuestra atmosfera provoca variación en la presión atmosférica debido a los aires fríos y calientes, por otro lado, el viento puede ser medido en cuanto a su dirección y velocidad con un instrumento llamado anemómetro. Nicaragua prevalece la mayor parte del año bajo la influencia de vientos Alisios, así mismo lo afirma (Rivera, 2009) Nicaragua se encuentra la mayor parte del año bajo la influencia de los vientos provenientes de los anticiclones subtropicales de las Azores y Bermudas, por lo que, estos vientos son constantes con poca variabilidad y tienen la particularidad de arrastrar aire húmedo del mar Caribe hacia el interior de Nicaragua, este viento cálido y húmedo penetra por la vertiente del Pacifico, ejerciendo un efecto importante sobre el estado del tiempo y clima del país.
- **Humedad:** La humedad esta presente en el medio ambiente en forma de vapor y esta a su vez se debe a la radiación solar, viento, temperatura y precipitaciones. Así mismo lo afirma el INETER según la humedad esta claramente definida por los regímenes de radiación solar, viento,

precipitación y temperatura del aire. Por otro lado, destacan que la Región Pacífica de Nicaragua es la más seca y cálida, donde se presentan valores mínimos de humedad que oscilan entre 64% y 70%, de acuerdo a la región Atlántica los valores máximos varían de 80% a 90%.

#### 2.2.4. Recursos Hídricos:

Los recursos hídricos son las fuentes de agua disponible que puede ser utilizado por el ser humano con el fin de satisfacer las necesidades, estas pueden ser subterráneas o superficiales, por otro lado, según la PAHO hidrográficamente Nicaragua esta dividida en 21 cuencas, la vertiente del Pacífico 12,183.5 Km<sup>2</sup> y la del océano Atlántico 117,420.2 Km<sup>2</sup> hacia el Atlántico drenan 51 ríos. Las cuencas del Pacífico son más pequeñas, pero poseen la particularidad de contar con los mejores suelos Agrícolas, por otro lado, al Pacífico drenan 12 ríos y, además de con los dos grandes lagos, el país cuenta con 18 lagunas, la distribución de las aguas superficiales es un poco desigual, por lo que, el 93% se concentra en el Atlántico y solo un 7% en el Pacífico.

- **AGUA:** El agua es el líquido vital que necesita la especie humana para sobrevivir de esta manera se hace necesario el consumo seguro del mismo, pero es evidente que a nivel mundial hay problemas con el óptimo abastecimiento de agua potable y aunque existe diversas organizaciones que velan por la seguridad del agua el problema persiste, por lo que, la OMS afirma “El agua salubre y fácilmente accesible es importante para la salud pública, ya sea que se utilice para beber, para uso doméstico, para producir alimentos o para fines recreativos. La mejora del abastecimiento de agua, del saneamiento y de la gestión de los recursos hídricos puede impulsar el crecimiento económico de los países y contribuir en gran medida a la reducción de la pobreza”.
- **Ríos:** Anteriormente se argumentaba sobre la hidrografía de Nicaragua por lo que en total son 63 ríos una considerable reserva de agua dulce, los ríos se pueden definir como la formación en las cuencas altamente montañosas y que comúnmente se le llama cursos de agua dulce estos pueden encontrarse con otros cursos de agua hasta concretar la desembocadura, la ONU plantea que los ríos son los reservorios de agua dulce más grandes del mundo y que representa una gran importancia para la supervivencia humana.

- **Lagunas:** Es la acumulación de agua dulce de menor que la de un lago, estas pueden ser de origen volcánico o artificial, las de origen artificial suelen ser creadas debido a la necesidad que se requiera puede ser con el fin de tener un reservorio de agua hasta la generación hidroeléctrica. Las lagunas poseen una gran variedad de vida animal, vegetal y biológica, Nicaragua cuenta con 18 lagunas.

### 2.2.5. Efecto fotovoltaico

El efecto fotovoltaico consiste en que la luz solar 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 (Brow., 2010, pág. 7).

(Karen Rodríguez Rosales, 2020) respalda la postura de Brow, al afirmar que el físico francés Alexander Becquerel descubrió en 1839 el efecto fotovoltaico, que puede definirse como el fenómeno en el cual al incidir luz (los fotones) sobre la superficie de un material semiconductor, éste liberará electrones que pueden generar una corriente eléctrica (véase la Figura 1).

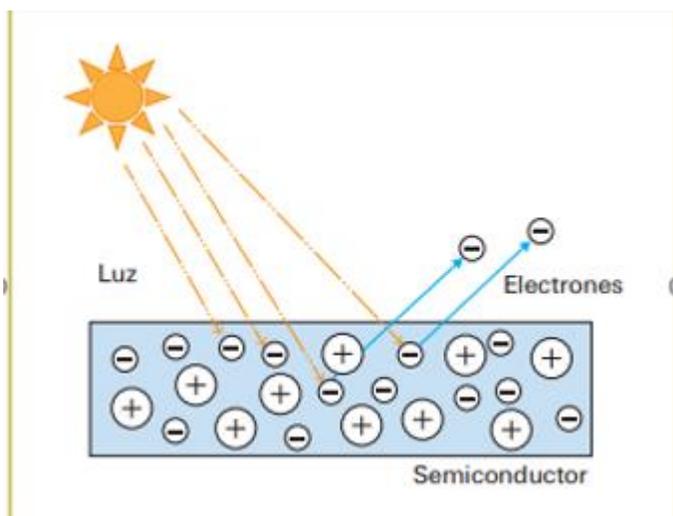


Figura 1. Esquema de Efecto Fotovoltaico (Karen Rodríguez Rosales, 2020).

### 2.2.6. Conductores.

Se aplica este concepto a los cuerpos capaces de conducir o transmitir la electricidad. Un conductor eléctrico está formado primeramente por el conductor propiamente tal, usualmente de cobre, este puede ser alambre, es decir, una sola hebra o un cable formado por varias hebras o alambres retorcidos entre sí.

Los materiales más utilizados en la fabricación de conductores eléctricos son el cobre y el aluminio. Aunque ambos metales tienen una conductividad eléctrica excelente, el cobre constituye el elemento principal en la fabricación de conductores por sus notables ventajas mecánicas y eléctrica. (Balcázar., 2011).

Gustavo Lagos, integrante del Consejo de Especialidad Ingeniería Eléctrica del Colegio de Ingenieros de Chile, sugiere tomar en consideración algunos criterios como, por ejemplo, las condiciones ambientales donde se instalará; su capacidad de corriente y las debidas protecciones eléctricas y mecánicas. En este sentido, recomienda además de seguir buenas prácticas para su instalación: “Los conductores no deben ser sometidos a esfuerzos, su aislación debe estar sana, se debe evitar cortes en todo su recorrido, usar terminales adecuados y las herramientas debidas” (ElectroIndustria., 2014).

### 2.2.7. Célula Fotovoltaicas.

De acuerdo a la terminología, la palabra Fotovoltaico proviene del griego phos que significa “luz” y voltaico que proviene del campo eléctrico, en alusión al científico Alejandro Volta, el nombre resume la acción de estas células en la transformación de la energía solar directa en energía eléctrica.

La célula fotovoltaica fue descubierta por el físico francés Alexandre-Edmon Becquerel y estos son manufacturados utilizando diferentes materiales, por lo que los fabricantes están en una búsqueda constante para poder abaratar los costos o incrementar la eficiencia de conversión de las mismas

### 2.4.1. Tipo de celdas solares.

#### 2.4.2. Monocristalinas:

Estas fueron las primeras en ser manufacturadas y la célula es procesada como un único cristal. Como ventaja ofrecen altas eficiencias, pero el coste de fabricación es más alto, por lo que requiere un alto consumo de energía.

#### 2.4.3. Policristalinas:

El silicio es depositado sobre otra sustancia en forma de capas, su superficie es irregular debido a que las direcciones de alineación durante la deposición del material van cambiando cada cierta cantidad de tiempo. Tienen menor costo de fabricación que las células de silicio monocristalino y su eficiencia alcanza un 12% aunque actualmente encontramos rangos de eficiencia de hasta un 15%

#### 2.4.4. La célula fotovoltaica de telurio de cadmio:

Es la primera y única tecnología fotovoltaica de película delgada en superar al silicio cristalino en precio para una significativa porción del mercado fotovoltaico, es decir, en sistemas de varios kilovatios (Joselyn Inguanzo Saucedo, 2016).

#### 2.4.5. Amorfo:

También llamadas células de capa delgada ya que se obtienen al depositar una capa fina de silicio amorfo sobre una base de material convencional (por ejemplo, cristal). No existe una estructura cristalina ordenada, presenta un color marrón y gris oscuro. Posee una eficiencia baja entre el 6% y el 8%, sufre una rápida degradación por la luz solar; con estas células se pueden obtener láminas flexibles y semitransparentes. Su principal aplicación es la alimentación de relojes y calculadoras. (Huanacuni., 2018)

## 2.5. Ángulos de orientación:

Según (Nogales, 2011) El ángulo cenit  $\theta$ , es el ángulo entre una vertical y la línea hacia el sol. El ángulo de elevación solar o “altura solar” es el ángulo entre la horizontal y una línea hacia el sol. El ángulo azimut  $Z$  es el desplazamiento angular del sol con proyección hacia el norte, del este al oeste (para el hemisferio sur). La declinación  $\delta$  es el ángulo comprendido entre el plano ecuatorial y el plano orbital terrestre. Se debe a la inclinación de  $23^{\circ} 27'$  que el eje rotacional forma con la elíptica. Varía según la fecha, de manera que se anula en los equinoccios de primavera y de otoño, y alcanzan su cúspide en invierno y verano.

### 2.5.1. Radiación.

De acuerdo con (Sepúlveda, 2014) la radiación electromagnética proveniente del sol representa la fuente de energía más abundante disponible para satisfacer la demanda energética mundial, en forma directa o indirecta el sol es la fuente de otros tipos de energía convencionales. Por ejemplo, los combustibles fósiles tienen su origen en la materia orgánica que se transformó con ayuda de la fotosíntesis producida por el Sol hace miles de años.

La intensidad de la radiación solar en la tierra depende del ángulo de inclinación de la misma radiación: menor es el ángulo que los rayos del sol forman con una superficie horizontal y mayor es el espesor de atmosfera que estos deben atravesar, la posición del sol varía durante el día y durante las estaciones, por lo tanto, también varía el ángulo con el cual los rayos solares entran en contacto con una superficie. Los aportes dependen de la orientación y de la inclinación de los módulos fotovoltaicos. La mejor orientación de una superficie vertical o inclinada que debe captar los aportes solares es por lo tanto es la del sur. (AROS Solar Technology).

### **La radiación se clasifica en:**

#### 2.5.2. Radiación solar extraterrestre:

Según afirma (IDEAM) es la radiación que incide en el límite de la atmosfera terrestre.

### 2.5.3. Radiación de onda corta:

La radiación solar extraterrestre se halla dentro del intervalo espectral comprendido entre 0.25 y 4,0  $\mu\text{m}$  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.

### 2.5.4. Radiación solar directa:

Esta radiación solar es la que llega a la superficie de la tierra, sin cambios de dirección.

### 2.5.5. Radiación solar difusa:

Es definida como la cantidad de energía solar que incide sobre una superficie horizontal desde todos los lugares de la atmósfera diferente de la radiación solar directa.

### 2.5.6. Radiación solar global:

Es la cantidad de energía solar que incide sobre una superficie. La radiación global diaria es la cantidad de radiación global que entra entre las seis de la mañana y las de la tarde.

### 2.5.7. Radiación solar reflejada:

Radiación solar dirigida hacia arriba, tras haber sido reflejada o difundida por la atmósfera y por la superficie terrestre.

### 2.5.8. Radiación terrestre:

La radiación terrestre es la energía electromagnética de onda larga emitida por la superficie terrestre y por los gases, los aerosoles y las nubes de la atmósfera, y es también parcialmente absorbida en la atmósfera.

### 2.5.9. Irradiación.

Se conoce que no toda la radiación solar que emite el sol llega a la tierra, la irradiación solar es la magnitud que mide la energía de un área que se da en un rango de tiempo y en un lugar específico.

## 3.1. Instalaciones Fotovoltaicas.

Una instalación solar fotovoltaica cuenta con una serie de componentes que son necesarios para la generación fotovoltaica y sus diferentes aplicaciones, esta es una tecnología afianzada en el mercado y sobre todo útil e importante para el desarrollo eléctrico de un país, región, comunidad o nación. Este tipo de tecnología te facilita el acceso de la población a la energía eléctrica que es tan importante para el desarrollo humano, además de que la energía solar tiene diferentes aplicaciones.

Según (García., 2018) Es la energía solar aprovechada por medio de celdas fotoeléctricas (celda solar), capaces de convertir la luz en un potencial eléctrico, sin necesariamente pasar por un efecto térmico. Para lograr esto la energía solar se recoge de forma adecuada. Las “células solares”, dispuestas en paneles solares, ya producían electricidad en los primeros satélites espaciales. Actualmente se perfila como la solución definitiva al problema de la electrificación rural, con clara ventaja sobre otras alternativas, pues al carecer los paneles de portátiles móviles, resulta totalmente inalterables al paso del tiempo.

### 3.1.1. Sistemas FV autónomos

Este tipo de sistemas generalmente son adoptados en zonas donde no se tiene acceso a la red de distribución eléctrica y se caracterizan como su nombre lo dicen por obtener la energía de forma autónoma.

De acuerdo a (Isauro David Jaramillo Sánchez) entre las particularidades que se presentan en estos sistemas, es que en las horas de insolación abastece la demanda pero presenta la necesidad en algunos casos de acumular cierta cantidad de energía, que se utiliza para satisfacer la carga en las horas en donde hay ausencia de sol, la acumulación de energía necesariamente requiere el uso de baterías.

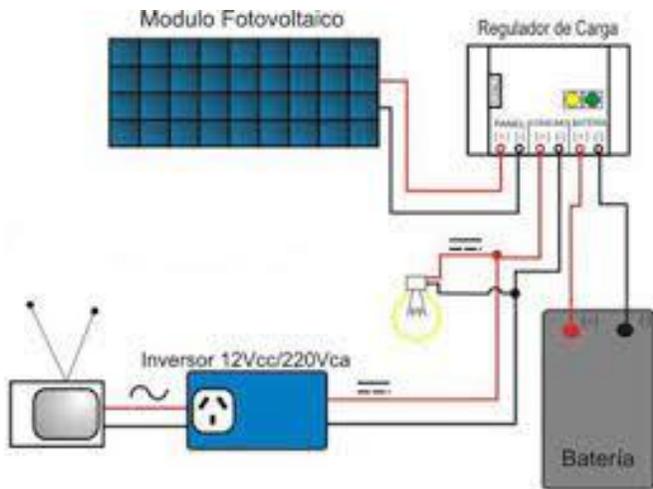


Figura 1. Esquema Sistema FV aislado (Isauro David Jaramillo Sánchez).

### 3.1.2. Sistemas de Bombeo de agua:

Una instalación solar fotovoltaica para bombeo directo de agua está destinada a satisfacer las necesidades de consumo propio de electricidad para el accionamiento de la bomba, y este está compuesto por un arreglo de módulos FV, un controlador, un motor y una bomba. Se emplean motores de corriente alterna (CA) y de corriente continua (CC). Las bombas pueden ser centrífugas o volumétricas. Generalmente el agua se almacena en un tanque, en la figura se muestra el esquema de un sistema de bombeo solar. (Oscar Flores Ramirez E. E., 2019)

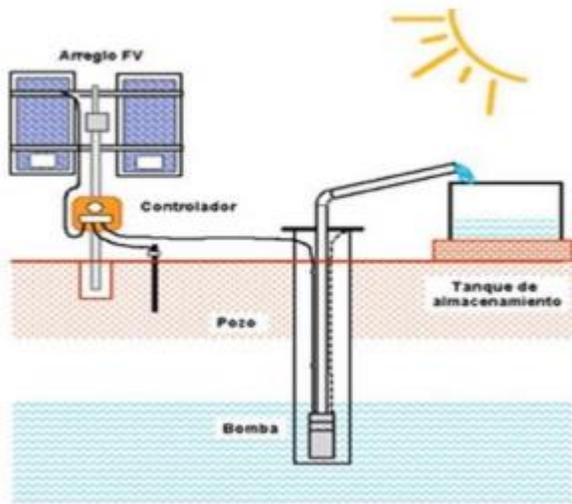


Figura 2. Esquema Sistema de Bombeo Solar FV (Oscar Flores Ramirez E. E., 2019).

### 3.1.3. Sistema Solar de Uso Doméstico:

La tecnología renovable solar fotovoltaica es un mecanismo aplicado en diferentes sistemas dependiendo de la necesidad requerida, esta tecnología es más que aceptable y se encuentra afianzada en el mercado. Probablemente una de las aplicaciones más comúnmente conocida es el uso de paneles solares en casas para reducir los consumos de energía mejorando a su vez la eficiencia de los mismos.

Así mismo (García., 2018) menciona que la energía solar puede utilizarse también para la climatización de viviendas, calefacción, refrigeración, secado entre otros, son aplicaciones térmicas. Los sistemas de aprovechamiento térmico permiten que el calor recogido en los colectores pueda destinarse y satisfacer diferentes necesidades, por ejemplo, se puede obtener agua caliente para consumo doméstico o industrial o bien generar calefacción en las casas, hoteles, colegios etc.

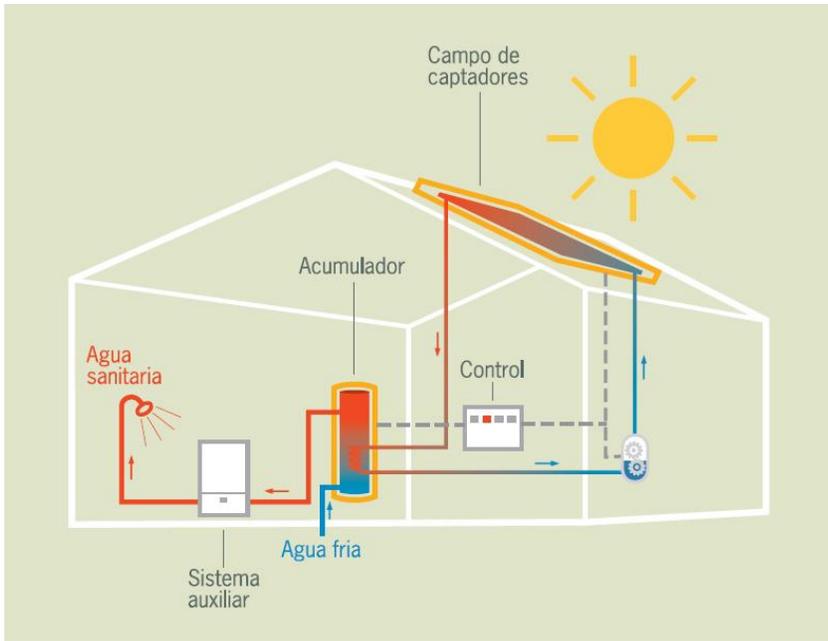


Figura 3. Sistema Solar de Uso Domestico (García., 2018).

### 3.1.4. Sistemas FV Mixtos:

Cuando dos o más sistemas de generación de energía se combinan en una sola instalación para la generación de energía eléctrica, surge lo que se denomina un sistema híbrido. Estos sistemas están compuestos generalmente por fuentes energéticas renovables y de ser necesario se complementan con grupos electrógenos, dejándolos en la mayoría de los casos solo para funciones de emergencia. (Deivis Ávila Prats, 2011)

Este tipo de sistemas se caracterizan por mantener la estabilidad en la red eléctrica y que a su vez reduce los costos de la factura eléctrica, un sistema mixto está conformado por la convergencia entre dos o más tipos de fuentes renovables, como es el caso de El Santuario-Honduras este es un caso de estudio que se realizó en esta comarca el cual cuenta con una planta de gasificación, sistema de bombeo solar, se podría decir que la conexión entre dos o más fuentes de origen renovable conforman una Microred teniendo lógica con la localización del caso de estudio y porque digo esto, porque las microrredes están enfocadas en zonas donde aún no se ha podido acazar para brindar cobertura eléctrica.



*Figura 4. Sistema Solar FV Mixto (inarquia, s.f.).*

Posteriormente (Araya., 2015) menciona que la Microred aparece como una solución que rompe distintos paradigmas de los sistemas eléctricos tradicionales, como, por ejemplo, la coexistencia de generación y consumo a un mismo nivel, distintos tipos de al esquema tradicional de sectores de generación, transmisión y distribución. Esta coexistencia requiere de un sistema de control que permita un correcto funcionamiento, acompañado muchas veces de alguna forma de almacenamiento de energía.

### 3.1.5. Controladores de Carga.

Los controladores de carga o también llamados reguladores son equipos que controlan el voltaje y la corriente de un panel solar o ya sea un generador solar o eólico que son entregados al parque de baterías. Muchos de ellos generan de 16 a 20V que podrían llegar a estropear la batería por una sobrecarga, ya que solo se necesitan alrededor de 14.5V. Los paneles solares pequeños en el rango de 1 a 5 W no requieren una instalación de ningún regulador dada su baja potencia (Solarmexpower, 2018).

Este instrumento es de mucha importancia y juega un rol fundamental en una instalación solar fotovoltaica ya que se encarga de mantener el equilibrio del flujo de energía presente en el circuito del sistema fotovoltaico evitando una sobrecarga del sistema.

### 3.1.6. Inversores

El inversor es el elemento interfaz entre el sistema de generación y la red eléctrica. Su función es la de adecuar la inyección de corriente continua del panel a los requisitos de la red a la que se está conectado, siendo ésta de corriente alterna, un aspecto a tomar en cuenta es el dimensionado de este elemento también es un aspecto clave de su elección. Se debe realizar un análisis previo del consumo que se vaya a producir en la instalación, y elegir el inversor en consonancia (Mera, Diseño y Simulación de un Inversor para Energía Solar, 2019).

### 3.1.7. Dimensionamiento de componentes de un Sistema Solar Fotovoltaico

De acuerdo con lo que plantea (López A. C., 2019) el dimensionamiento de un SSFV consiste en determinar la capacidad para poder determinar la demanda de los usuarios, también resalta que el orden de cálculos de los componentes es importante, por lo que en cada uno se van determinando factores y tomando decisiones útiles para el siguiente proceso.

### 1.3.3. Censo de Carga

El censo de carga tiene como principal objetivo determinar la carga o demanda de consumo que será abastecida y alimentada por el sistema solar fotovoltaico. Es importante tomar en cuenta la siguiente fórmula:

*Demanda (Wh/día): No de aparatos \* Potencia \* Horas de uso diario*

### 1.3.3.1. Modulo Solar Fotovoltaico

Determinar la capacidad de un módulo FV es lo que se entiende como como la capacidad que tiene el módulo SSFV, a la potencia requerida en watts y su conexión puede estar en serie o paralelo, esto depende de los siguientes factores:

- Demanda de energía (Wh/día)
- Eficiencia del sistema
- Horas solar pico valor promedio anual (HSP)

*Capacidad Modulo SSFV= Demanda (Wh/día) / Eficiencia del SSFV \* Horas pico(h/día)*

*Cantidad total de módulos SSFV= Capacidad SSFV / Capacidad del módulo FV seleccionado*

*N° de módulos en serie= Voltaje Nominal de SSFV (V) / Voltaje Nominal del módulo FV seleccionado (V)*

*N° de módulos en paralelo= N° total de módulos / N° módulos en serie*

*Arreglo SSFV= N° de módulos en serie \* N° de módulos en paralelo (López A. C., 2019).*

### 1.3.3.2. Controlador de carga

Es indispensables determinar la capacidad del controlador ya que este tiene que soportar hasta 156 % de la corriente en cortocircuito (Ics) de un arreglo solar FV, por lo que el factor de seguridad será 1.56.

*Capacidad del controlador al lado del arreglo solar FV= N° de módulos en paralelo \* Imax \* 1.56*

*Por lo que Imax= P/V*

*Capacidad del controlador al lado de la carga=  $\sum$ Cargas CC (W) \* 1.25 / Voltaje Nominal del SSFV (A)*

*N° de Controladores en paralelo= Max amperaje necesario (A) / Capacidad del controlador seleccionado (A)*

Es necesario que el controlador sea capaz de soportar 125% de la carga, siendo el factor 1.25.

### 1.3.3.3. Inversores de Carga

Un inversor conectado a red tiene como tarea principal entregar a la red eléctrica una corriente senoidal con bajo contenido armónico y alto factor de potencia, la mayoría de los inversores conectados a red están diseñados para que su entrada Esten conectadas directamente al conjunto de paneles FV, es práctica común y recomendada seleccionar un inversor con una potencia nominal menor en un 10% a 20% a la potencia del conjunto FV, esto porque los módulos FV operan gran parte del tiempo debajo de su potencia nominal (Especialización en Sistemas Fotovoltaicos, s.f.). Por otro lado, es necesario 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.

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

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

### 1.3.3.4. Cableado

Según (López A. C., 2019) nos plantea en su tesis que determinar el calibre de los conductores eléctricos, desde los módulos FV pasando por el controlador de carga, 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.

*Corriente=  $I_{cs} * 1.56$*

*$I_{cs}$ : corriente en corto circuito del arreglo FV multiplicado por el factor 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=  $\sum$ Cargas CC / VSSFV \* 1.56*

### **1.3.4. Configuración de los Paneles**

#### **1.3.4.1. Conexión en Paralelo:**

La conexión en paralelo se realiza conectando por un lado todos los polos positivos de la placa de la instalación solar, y por el otro, conectando todos los polos negativos. De esta forma, se mantiene el voltaje o tensión (voltios) de las placas solares mientras que se suma la intensidad (amperios). Por ejemplo, si se conectan en paralelo 4 placas solares de 140W 7,9A (amperios) 12V cada una, se obtendrán 560W 31,6A a un voltaje de 12 voltios (Damia Solar, s.f.).

#### **1.3.4.2. Conexión en Serie:**

La conexión en serie de los paneles solares es muy utilizada en las instalaciones, esta se aplica mediante la unión del polo positivo con el polo negativo del otro panel solar. Con este tipo de conexión se duplica el voltaje del conjunto de paneles solares y mantenemos el amperaje. Es muy frecuente cuando en la instalación se requiere obtener un voltaje mayor al que es proporcionado por el panel solar. A diferencia de la conexión en paralelo, se mantiene la intensidad y se suma el voltaje y suele aplicarse en paneles solares con potencias entre los 200W y los 260W

#### **1.3.4.3. Conexión Mixta:**

La conexión mixta en serie y paralelo se utiliza normalmente en instalaciones en las que se requiere conectar 5 o más placas solares de 60 células y potencia superior a 200W. Con esta conexión es posible no tener un sobre voltaje y paralelamente se logra multiplicar el amperaje total de la instalación de los paneles o placas solares. Gracias a la conexión mixta, se aumenta la intensidad

y el voltaje las cuales serán posteriormente adaptadas a las características necesarias mediante el regulador (Abele, s.f.).

#### 4.1. Componentes de un sistema de bombeo solar fotovoltaico.

Una instalación solar fotovoltaica para bombeo directo de agua está destinada a satisfacer las necesidades de consumo propio de electricidad para el accionamiento de la bomba, y este está compuesto por un arreglo de módulos FV, un controlador, un motor y una bomba. Se emplean motores de corriente alterna (CA) y de corriente continua (CC). Las bombas pueden ser centrífugas o volumétricas. Generalmente el agua se almacena en un tanque. (Oscar Flores Ramirez E. E., 2019).

##### 4.1.1. Bombas y tipos

Es necesario realizar una clasificación entre las bombas ya que existen una diversidad de modelos, por lo que, es un dispositivo fundamental para un sistema de bombeo básicamente una bomba transforma la energía mecánica en hidráulica por lo que, (Mott., 2006) afirma que la bomba es un elemento fundamental del sistema, clasificándose de la siguiente manera.

##### 4.1.2. Bombas Sumergibles:

Según (Mott., 2006) están diseñadas de modo que pueda sumergirse todo el conjunto de la bomba centrífuga, el motor impulsor y los aparatos de succión y descarga. Estas bombas son útiles para retirar el agua que no se desea en sitios de construcción, minas, servicios en sótanos, tanques industriales y bodegas en barcos de carga. La succión de la bomba está en el fondo, donde fluye el agua a través de un filtro y hacia el ojo del impulsor resistente a la abrasión. La descarga fluye hacia arriba a través de un pasaje anular entre el núcleo y la carcasa del motor. Por otro lado, las bombas sumergibles también tienen aplicaciones para el abastecimiento de agua en hogares, edificios, campos, sistemas contra incendio y pozos.

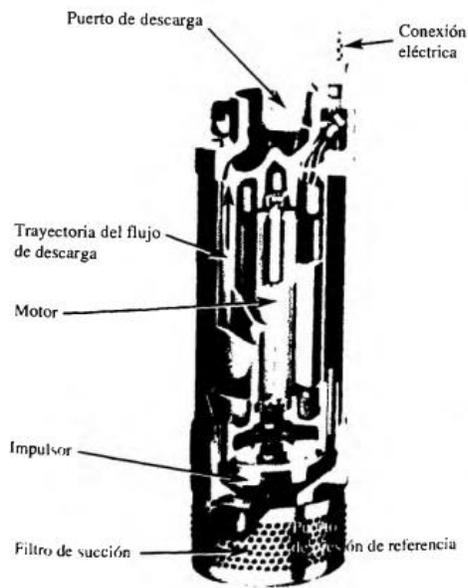


Figura 8. Bomba Sumergible (Mott., 2006).

### 4.1.3. Bombas centrífugas

Tienen un impulsor que por medio de la fuerza centrífuga de su alta velocidad arrastran agua por su eje y la expulsan radialmente. Estas bombas pueden ser sumergibles o de superficie y son capaces de bombear el agua a 60 metros de carga dinámica total, o más, dependiendo del número y tipo de impulsores. Están optimizadas para un rango estrecho de cargas dinámicas totales y la salida de agua se incrementa con su velocidad rotacional. Las bombas de succión superficial se instalan a nivel del suelo y tienen la ventaja de que se les puede inspeccionar y dar servicio fácilmente, tienen la limitante de que no trabajan adecuadamente si la profundidad de succión excede los 8 metros. (Oscar Flores Ramirez E. E., 2019)

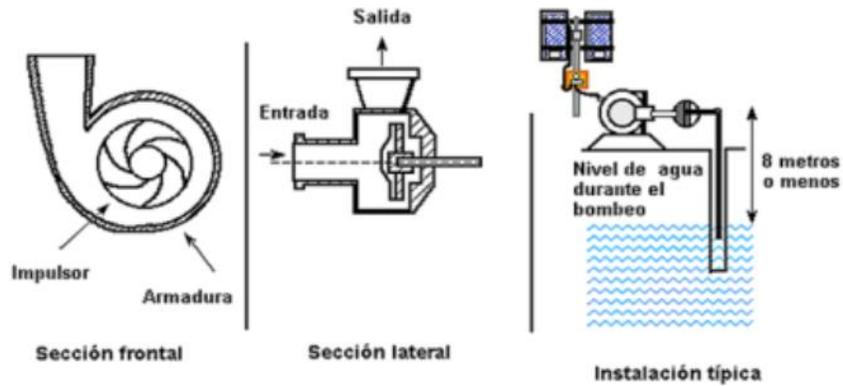


Figura 9. Bomba Centrifuga (Oscar Flores Ramirez E. E., 2019).

#### 4.1.4. Bombas de chorro:

Se utilizan con frecuencia en sistemas hidráulicos domésticos, están compuestas por una bomba centrífuga junto con un ensamble de chorro o eyector. La bomba principal y el motor se encuentra a nivel del terreno en la boca del estanque y el ensamble del chorro esta abajo, cerca del nivel del agua.

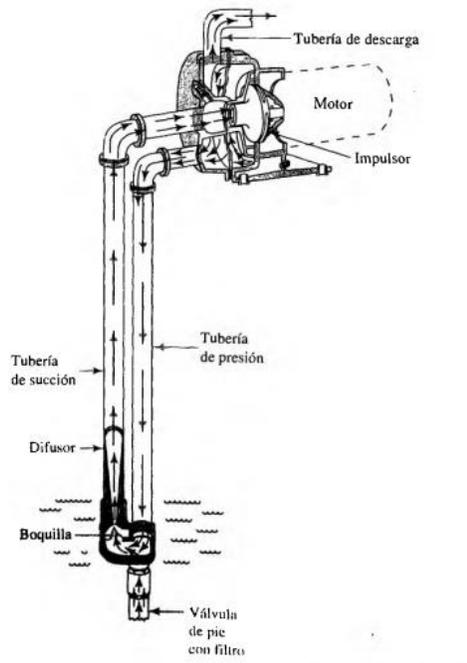
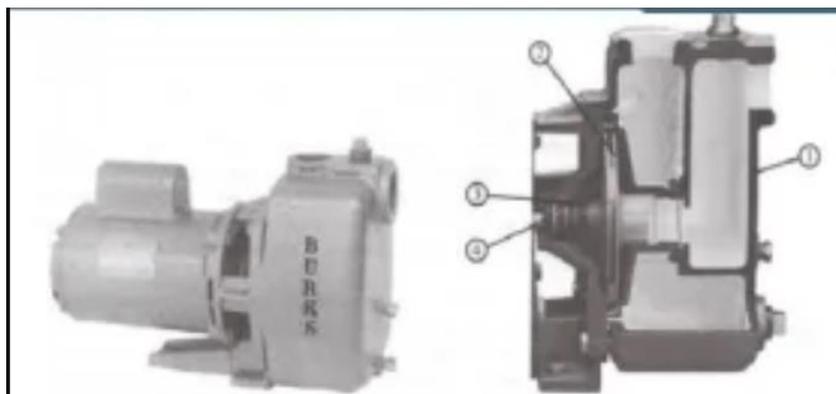


Figura 10. Bomba de Chorro (Mott., 2006).

#### 4.1.5. Bombas de autoarranque:

El termino arranque describe este proceso. El método predilecto para arrancar una bomba consiste en colocar la fuente del fluido arriba de la línea central del impulsor, y dejar que por efecto de la gravedad llene el puerto de succión. Sin embargo, es frecuente que sea necesario retirar el fluido de una fuente por debajo de la bomba, lo que requiere que esta cree el vacío parcial para elevar el fluido, al mismo tiempo que expelle cualquier cantidad de aire que se halle en la tubería de succión



## 5. Selección de la Bomba

Para realizar la selección de la bomba de un sistema de bombeo solar FV es necesario tomar en cuenta algunos parámetros que son indispensables tales como: Estimación de la Demanda de agua, Perdidas por fricción, el Ciclo Hidráulico, Carga Estática y Carga Dinámica Total; A continuación, las detallaremos.

**Estimación de la demanda de agua:** La demanda es el volumen de agua potable requerido por día ( $m^3/día$ ), también se puede definir como la extracción hídrica del sistema natural destinada a suplir las necesidades o requerimientos del consumo humano.

Por lo que;  $Demanda = Cantidad\ de\ personas * Cantidad\ de\ agua\ requerida\ por\ persona$

$Caudal = Demanda / HSP / 60$

**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 (López A. C., 2019).

$CE = NB + NA + AD$

*NB:* Nivel de bombeo

*NA:* Nivel de agua

*AD:* Altura de descarga

**Carga Dinámica Total:** Esta se obtiene como el resultado de la sumatoria de la carga estática con las perdidas por fricción, se puede decir que es la carga hidráulica total del proceso de bombeo y se representa con la siguiente ecuación.

$CDT = CE + PF$

**Perdidas por fricción:** De acuerdo con lo que nos plantea en su tesis (López A. C., 2019) las pérdidas por fricción es la carga que se genera por la fricción que sufre el agua en el recorrido por la tubería de conducción. El cálculo se realiza con la sumatoria de la carga estática más el recorrido de la tubería en metros y el resultado se multiplica por el factor de fricción estimado la fórmula se representa mediante la siguiente expresión:

$$Pf = (CE + Dt) * Ff$$

*Pf: Perdidas por fricción*

*CE: Carga Estática*

*Dt: Distancia o recorrido de la tubería*

*Ff: Factor de Fricción*

**Ciclo Hidráulico:** De acuerdo con la tesis de (Centeno, 2017) para determinar el tamaño de un sistema de bombeo de agua, es necesario conocer las condiciones hidráulicas de la obra. Por lo tanto, el tamaño del sistema está en relación directa con el producto de la Carga Dinámica Total (CDT) y el volumen diario necesario.

Este producto se conoce como ciclo hidráulico, el cual es a la vez el indicador de tamaño y costo del sistema y se expresa en unidades de m<sup>4</sup>.

$$CH(m^4) = DA(m^3) * CDT(m)$$

*CH: Ciclo Hidráulico*

*DA: Demanda de Agua*

*CDT: Carga Dinámica Total*

## 6. HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN.

El sistema de bombeo solar fotovoltaico resolvería el problema de escasez de agua, siempre y cuando todos los habitantes se conecten a la red de distribución de agua potable.

### 6.1.1. MATRIZ DE OPERACIÓN DE VARIABLES

**Objetivo General:** Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable mediante el uso de la energía solar para el suministro en la comarca “La Montañita” Ciudad Darío departamento de Matagalpa en el año 2021.

Objetivos	Variable Conceptual	Técnicas de Recolección de Datos
Describir las características sociodemográficas y climáticas de la comarca “La Montañita” Ciudad Darío departamento de Matagalpa en el año 2021.	Población Salud Actividad económica Educación	Encuesta Observación Toma de notas

<p>Proponer un sistema de bombeo solar fotovoltaico que satisfaga la demanda agua potable a la comarca “La Montañita”</p>	<p>Radiación Solar</p> <p>Elementos solares</p>	<p>Software Nasa</p> <p>Cálculos</p>
<p>Analizar los beneficios ambientales, sociales y de salud que proporciona la instalación de un sistema de bombeo de agua alimentado con energía solar a la comarca “La Montañita”</p>	<p>Sociedad</p> <p>Ambiente</p> <p>Salud</p>	<p>Encuestas</p> <p>Observación</p> <p>Toma de datos</p>

#### 4.1.1. Variable Independiente

Radiación Solar

#### 4.1.2. Variable Dependiente

El Sistema de Bombeo Solar

## CAPITULO III

### 7. DISEÑO METODOLOGICO

#### 7.1. TIPO DE ESTUDIO

El tipo de investigación es Mixto por lo que se hace uso de técnicas para la recolección de datos cuantitativas y cualitativas, bajo los apelativos de “multi-métodos” (multi-methods), “multi-estrategia” (multi-strategy), o “metodología mixta” (mixed-methodology), los métodos mixtos se basan en el empleo simultaneo de métodos cualitativos y cuantitativos (BRYMAN, 2006), en términos de lenguajes, técnicas, y conceptos (Moscoso, 2017).

Según el nivel de la investigación, es de tipo descriptivo, los estudios descriptivos son útiles para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación (Roberto Hernández Sampieri, 2017).

Según el tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información es prospectivo, por lo que, de acuerdo con (Müggenburg Rodríguez V. & Pérez Cabrera, 2007) los estudios prospectivos o proyectivos, son aquellos en los cuales la información se va registrando en la medida que va ocurriendo el fenómeno o los hechos programados para observar.

De acuerdo con el periodo y secuencia, el estudio es transversal porque se estudian las variables de manera simultánea en un momento determinado (Roberto Hernández Sampieri, 2017).

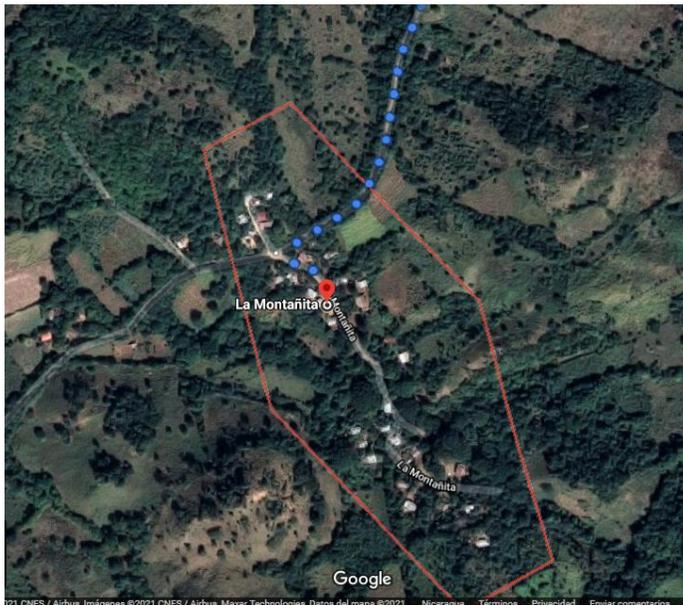
Este estudio es de enfoque Cualitativo por lo que busca producir datos descriptivos de situaciones o experiencias y permite interpretar fenómenos de la realidad estudiando a las personas, pero se utiliza instrumento Cuantitativo, por lo que es, Cuantitativo porque el instrumento que se utiliza es un cuestionario cerrado, según (Sampieri) pertenece al paradigma del pragmatismo y afirma que “El pragmatismo tiene sus antecedentes iniciales en el pensamiento de diversos autores tales como Charles Sanders Peirce, William James y John Dewey. Adopta una posición balanceada y plural que pretende mejorar la comunicación entre investigadores de distintos paradigmas para finalmente incrementar el conocimiento. También ayuda a iluminar sobre cómo las aproximaciones a la investigación pueden ser mezcladas de forma fructífera. El punto es que esta filosofía de investigación puede conjuntar a los enfoques cuantitativo y cualitativo”.

## 7.2. AREA DE ESTUDIO

### 7.2.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA

El presente estudio se encuentra ubicado en la comunidad La Montañita del casco rural de Ciudad Darío región central norte de Nicaragua entre las coordenadas

12.7457385 latitud Norte, y -86.2232079 latitud Oeste la altitud es de 480 msnm, la temperatura promedio actual es de 25.8 y 30.5 °C.



*Figura 11. Mapa de la ubicación de la Comunidad La montaña.*

## 7.2.2. AREA DE CONOCIMIENTO

El área de estudio a la que pertenece el tema de la presente investigación es el Área:

Ingeniería, Industria y Construcción y se inscribe a la Línea de Investigación N°1.

Innovación, Tecnología y Medio Ambiente, y responde a la sub línea N°1.1. Energías

Renovable de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-MANAGUA),

Facultad Regional multidisciplinaria (FAREM-ESTELI), y aprobado por el Consejo Universitario, en sesión 14-2021, del 09 de julio de 2021.

## 7.2.3. UNIVERSO Y MUESTRA

### **Universo**

El Municipio Ciudad Darío cuenta con 22 comunidades.

### **Muestra**

Comunidad La Montañita

### **Tipo de Muestreo**

El tipo de muestreo es no probabilístico “llamadas también muestra por conveniencia los elementos son escogidos con base en la opinión del investigador y se desconoce la probabilidad que tiene cada elemento de ser elegido para la muestra. En este tipo de muestreo existe el intencional (o deliberado), y los accidentales (o por comodidad)”. Este estudio es no probabilístico intencional, por lo que en la comunidad La Montañita no se ha realizado ningún estudio relacionado al abastecimiento de agua con fuentes renovables.

## **7.3.METODOS, TECNICAS PARA LA RECOLECCION DE DATOS E INFORMACION**

Es importante tomar en cuenta que para realizar una investigación es fundamental utilizar los instrumentos necesarios y precisos para recolectar los datos, profundizando en el tema para que sirva de material de apoyo obteniendo información necesaria que permita lograr los objetivos, desarrollando los siguientes instrumentos:

### **7.3.1. Observación de campo**

El propósito de la Observación es mirar con detenimiento todo lo que nos rodea y de esta manera obtener información por lo que, la observación de campo es la que se realiza en el lugar donde ocurren los acontecimientos (*anexo 6*).

### **7.3.2. Encuesta:**

Este método consiste en obtener información de los sujetos de estudio, proporcionada por ellos mismos, opiniones, actitudes o sugerencias. Hay dos maneras de obtener la información con este método siendo la entrevista y el cuestionario (Manrique, 2004).

### **7.3.3. Notas de Campo:**

Son observaciones puntuales, recogidas la mayoría de veces de forma inmediata en el terreno, por su relevancia y que no pueden abandonarse a la memoria. Así pues, son apuntes realizados en el momento de la actuación, soportes para refrescar la memoria acerca de lo que ha visto o vivido, para posteriormente, registrar mediante notas lo observado (McKerman).

#### 7.3.4. Base de Datos Meteorológico:

La NASA cuenta con una base de datos llamada POWER Data Access Viewer mediante el cual se puede estimar el potencial solar que es un parámetro importante para el dimensionamiento del sistema (Prediction Of Worldwide Energy, n.d.).

### 7.4. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCION DE DATOS E INFORMACION

#### **Para lograr el objetivo específico numero 1: Describir las características sociodemográficas de la población La Montañita Ciudad Darío.**

Principalmente por medio de la observación se conocerá el entorno y posteriormente se visitará el lugar para poder adquirir información de la localidad, conocer si existe algún censo o tipo de control poblacional y conversar con las personas que son las que directamente conocen de la situación. Para obtener objetividad en la información se visitará al jefe comunal que es como el líder territorial y es quien maneja datos más precisos para de esta manera poder recolectar información de la comunidad, por otro lado, también hablar con él y hacerle saber cuál será el propósito de la visita y de la información requerida.

Posteriormente se procederá a visitar cada casa de la localidad, que son un total de 35 viviendas para conversar con las personas y poder observar la condición de vida de cada familia, aparte de eso, se realizaran encuestas para el previo análisis en Excel y así poder conocer el nivel académico, si existe alguna enfermedad vinculada al consumo de agua no potable, conocer la actividad económica que desarrolla la comunidad, se debe agregar que la toma de notas ayudarán como soporte y apoyo de información para conocer los tipo de árboles y también para anotar aportes o inquietudes de la población ya que, cada situación y percepción de la misma es diferente.

Se realizará una investigación preliminar en internet, para recaudar información sobre la comunidad y así, llevar una base o idea de las condiciones básicas tales como escuela, centro de salud y las fuentes cercanas de agua de consumo.

De acuerdo a datos del (Plan de Ordenamiento Forestal Ciudad Dario 2019) la comunidad tiene una precipitación media anual que oscila entre 600 a 800 mm. El periodo de lluvia es estacional prolongada con una duración de 7 a 8 meses y presenta periodo canicular (> de 10 días consecutivos sin precipitación o inferior a 5mm/día) la poca precipitación en la zona afecta a la regeneración hidrológica.

**Para lograr el objetivo el objetivo específico numero 2: Analizar los beneficios ambientales, sociales y de salud que proporciona el sistema de abastecimiento.**

**En lo social:** - Cabe señalar que se hará uso de la observación para poder conocer las condiciones sociales de los habitantes, posteriormente se realizaran entrevistas para conocer el estado actual de la sociedad, recolectar esta información servirá para identificar los beneficios que de ejecutarse esto tendría, porque la transformación social desde las energías renovables siempre tienen un antes y un después, por lo que, en la historia reciente de la transformación social energética a grandes rasgos podemos tener cierto patrón que coexiste con el subconsciente pero cada escenario es diferente en este sentido se hace necesario tomarlo en cuenta para la debida discusión de resultados.

A parte de eso, la toma de notas será fundamental para tomar en cuenta la experiencia de cada familia y en especial la de las mujeres, también darán un aporte significativo en cuanto a poder llegar a identificar la razón de no tener acceso al agua potable y en base a los resultados de esta información, poder determinar los beneficios sociales en donde se tomará en cuenta la experiencia de casos similares.

**En lo Ambiental** – Se realizará una comparación de emisiones de CO<sub>2</sub> para identificar la disminución de Gases Efecto Invernadero con relación a un sistema de abastecimiento convencional por KWh generado.

**En la Salud** – Considerando que el consumo de agua no potabilizada desarrolla enfermedades diarreicas y otras, debido a los patógenos presente en las aguas no tratadas, se ejecutará la instalación de un sistema

de cloración para poder disminuir las enfermedades que estén asociadas al consumo no potable del agua por otro lado, se realizaran apuntes de acuerdo a cada situación de los habitantes para poder constatar que tipo de enfermedades padecen y poder realizar un análisis identificando de esta manera el aporte en la salud que tendrá el sistema de abastecimiento.

### **Para lograr el objetivo numero 3: Proponer un sistema de bombeo solar fotovoltaico para el suministro de agua potable a los habitantes de la comarca.**

Esta etapa consistirá en la recolección de datos para realizar cálculos mediante fórmulas matemáticas, para poder estimar la demanda de agua diaria se multiplicará la cantidad de personas por la necesidad de agua, la estimación de la dotación de agua por habitante que sería la necesidad de agua por habitante se basará de acuerdo a la OMS, por lo que, la normativa actual establece un rango de dotación per cápita de 50 a 60 litros por persona para sistemas rurales.

Por otro lado, se calculará el caudal mediante la expresión matemática  $Q = \text{Necesidad de agua} / \text{Tiempo de funcionamiento}$ ; posteriormente se estimará la carga dinámica total realizando mediciones y aplicando ecuaciones matemáticas, en cuanto a los datos de radiación de la zona se utilizara la base de datos NASA POWER Data Access Viewer, ingresando las coordenadas a la base de datos se obtendrá la radiación promedio mensual para posteriormente realizar el diseño solar y así darle salida al objetivo número 3.

## **7.5. PLAN DE TABULACION**

En esta etapa se llevó a cabo el procesamiento de la información a partir de los datos recolectados, registrados en una tabla de datos utilizando Microsoft Excel para el análisis estadístico correspondiente a cada objetivo mediante Diagramas de Pareto dado que permite organizar un orden de prioridades en la información facilitando el estudio de fenómenos sociales, Diagramas lineales para estudiar las variables cuantitativas identificando la tendencia, dándole salida a los objetivos.

## **Capítulo IV**

### **7.6. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS**

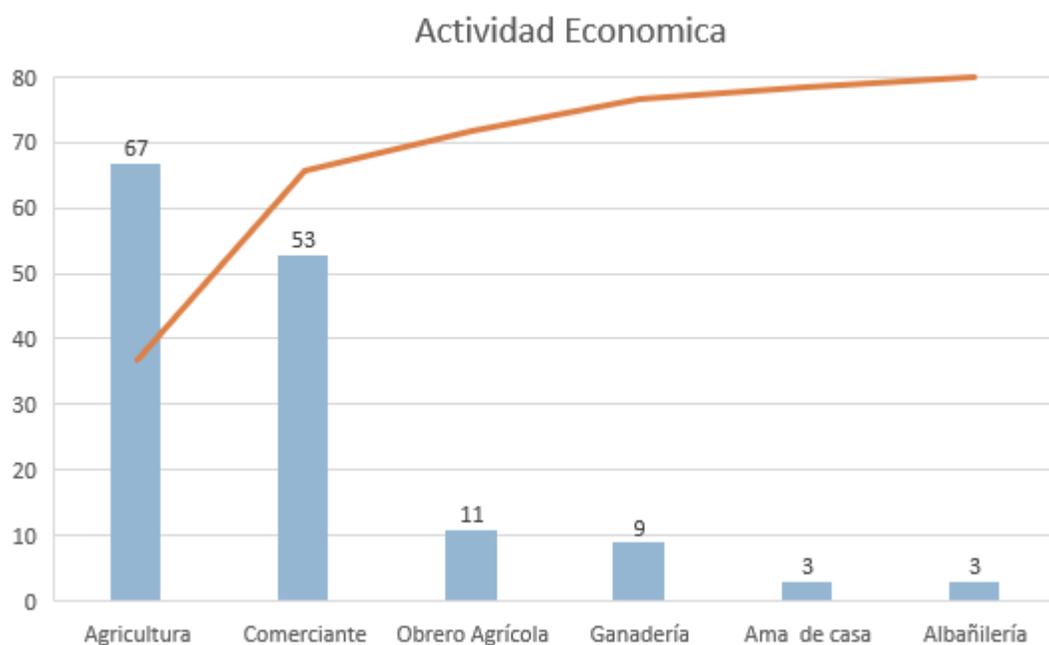
**ROE1: Describir las características sociodemográficas de la población “La Montañita” Ciudad Darío departamento de Matagalpa.**

La Montañita, Ciudad Darío-Matagalpa se encuentra en el casco rural de Ciudad Darío, con una población de 146 personas por lo que es una zona no densamente poblada, las vías de acceso están en buen estado por lo que no hay problemas para ingresar, es una zona con alguna cobertura forestal entre las especies forestales de la zona resaltan el Quebracho, Espina Blanca, Zarza, etc., La Montañita pertenece al trópico seco y se encuentra a 11 Km del casco urbano de Ciudad Darío,

contando la localidad con un jefe comunal como autoridad local, la población cuenta con un pozo en desuso que fue proyecto de las autoridades municipales, pero que hasta la fecha no opera.

De acuerdo a las condiciones de vida, parte de la población vive en condiciones de pobreza, a través de la observación y la conversación con los habitantes se corroboró las condiciones de vida en cada casa, también se pudo constatar que la fuente más cerca de agua está a 8 Km de distancia y me refiero al río viejo, que es la fuente de generación hidroeléctrica en la planta Carlos Fonseca, la localidad cuenta con una pequeña iglesia y una escuela primaria.

La actividad económica de la localidad se pudo conocer a partir de la recolección de información haciendo uso de la encuesta y a partir de los datos obtenidos en campo se realizó un gráfico, indicando lo siguiente: La principal actividad económica es la Agricultura por lo que 67 de 146 personas se dedican a este rubro como medio de trabajo.



*Grafica 1. Actividad Económica La Montañita*

En segundo lugar, está el comercio 53 personas se dedican a este medio de trabajo como fuente de ingresos, otro medio de trabajo es obrero agrícola, pero en menor magnitud, por lo que, solo 11 personas se dedican a este medio de trabajo, posteriormente esta la ganadería 9 de 146 personas

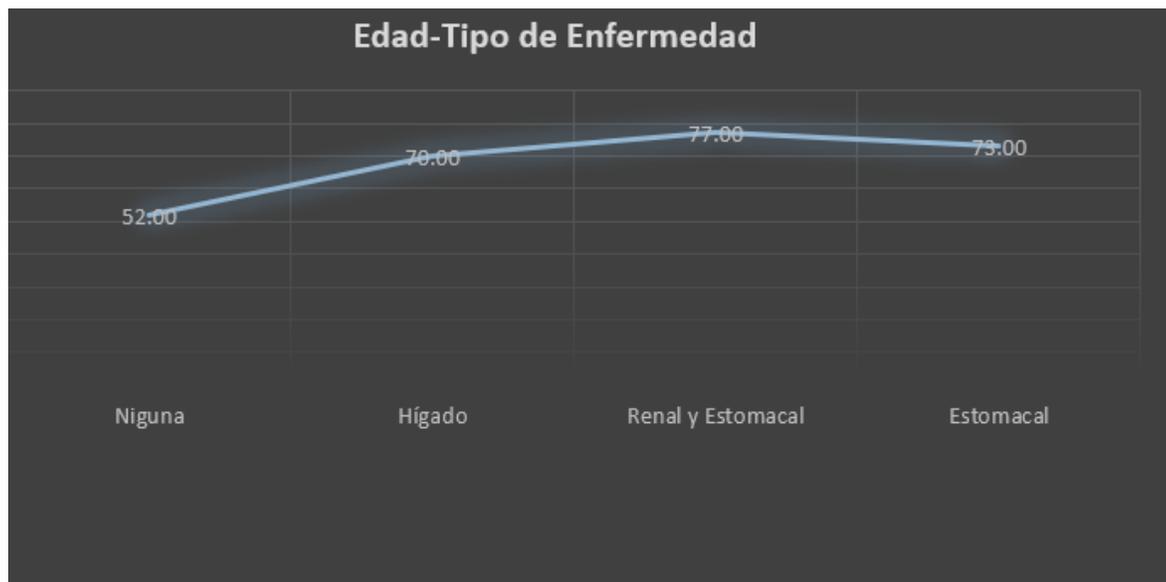
ejercen este trabajo, se puede observar que también hay otros medios de trabajo como los es la construcción y ama de casa que representan la minoría.

### a. Condición de la Salud

La condición de salud se comprobó principalmente mediante la observación, constatando que la localidad no cuenta con un puesto de salud, por lo que, las personas tienen que salir hasta el casco urbano para poder ser atendidos en caso de alguna emergencia. Se debe agregar que haciendo uso de la encuesta y mediante el uso del software Microsoft Excel se realizó un análisis e identificación de las enfermedades relacionadas al consumo de agua no potabilizada que padecen las personas, de igual manera en caso que no padecieran enfermedad alguna.

Se logro determinar un grupo de enfermedades dentro de la población que son las siguientes:

- Hígado
- Renal y estomacal
- Ninguna

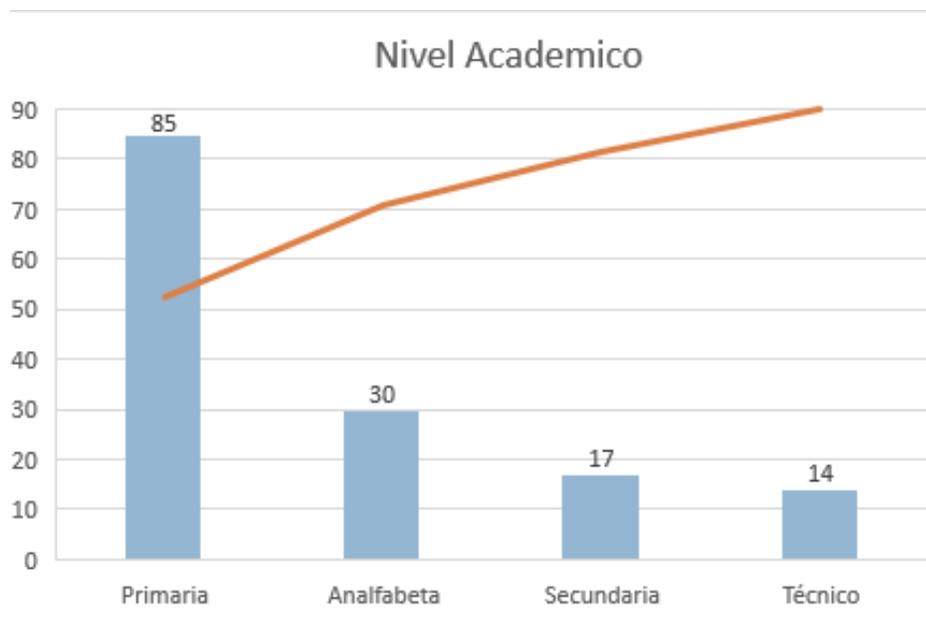


## *Grafica 2. Condición de Salud La Montañita*

Los habitantes que presentan enfermedades relacionadas al consumo de agua no potabilizada está en el rango de los 52 a 77 años, el grupo de los 77 años representa el pico más alto, por otro lado, se refleja que son las personas que padecen dos enfermedades, el consumo de agua no potable desata una serie de afectaciones en la salud en este caso se presentan problemas estomacales que son los más comunes causando desde problemas digestivos como la diarrea hasta problemas severos con los parásitos, las complicaciones renales van desde los cálculos en los riñones hasta insuficiencia renal, otros habitantes tienen complicaciones en el hígado son personas que han contraído hepatitis de igual manera como respaldo a los datos obtenidos según la OMS el consumo no potable del agua tiene como resultado enfermedades diarreicas denominadas EDAS y dentro de otro grupo destaca la Hepatitis

### **b. Condición Académica**

En cuanto a la condición académica actual de la localidad y de acuerdo a los datos recolectados a través de la encuesta luego de su correspondiente análisis en Microsoft Excel, se observa en la *gráfica 3*, que de 146 habitantes 85 lograron alcanzar la educación primaria, por otro lado, 30 se encuentran aún en el analfabetismo, se obtuvo que 17 lograron culminar la educación secundaria, solamente 14 son técnicos, siendo este el nivel más alto en educación, por lo que, estas personas podrían encargarse del mantenimiento del sistema, las personas que consideran estudiar alguna carrera técnica viajan hasta San Isidro que es el tecnológico más cercano o ya fuese la secundaria comentaban algunos pobladores que tienen que salir hasta Darío para poder ir a estudiar la secundaria, por lo que, para algunos el continuar estudiando representa un gasto que no tienen previsto existiendo cierta desvinculación con la educación.



*Grafica 3. Condición Académica La Montañita*

Estos datos resaltan la desvinculación con el desarrollo académico, esta desvinculación nace debido a una serie de factores incidentes en la vida de los habitantes dentro de los que resaltan, embarazo temprano, situación económica, ya que al solo contar con una escuela primaria en la localidad continuar los estudios académicos representa un gasto. El analfabetismo está presente principalmente en personas mayores, estos datos fueron recolectados mediante las entrevistas realizadas y el contacto directo con los habitantes.

### **c. Situación del agua.**

La fuente de agua más cercana esta aproximadamente a 8 Km de distancia siendo este el rio viejo fuente de generación eléctrica en la planta Carlos Fonseca, aunque tambien se logró constatar que algunos tienen pozo privado y existe un pozo comunal en desuso, por lo que, ocasionalmente ellos se encargan de suplir de manera limitada a los demás habitantes, de acuerdo al consumo de agua no tratadas tiene como resultado el desarrollo de enfermedades que en este caso son Hígado, Renal y estomacal, Ninguna.

A eso se le suma los criaderos de zancudos debido al almacenamiento del agua, cabe señalar que de las 35 viviendas encuestadas 13 familias dependen de otro vecino que si cuenta con pozo. Esta situación no solo incide en la salud, sino que los habitantes no cuentan con dotación per cápita para consumo en la

zona rural, y esto representa un interés para las mujeres especialmente que son quienes juegan el rol de recolectar agua por ser la encargada de los asuntos de la casa.

La localidad cuenta con un pozo perforado el cual se encuentra en desuso fue construido en un proyecto de la Alcaldía de Diario por lo que ha quedado en el olvido por falta de coordinación entre las autoridades y las personas de la comunidad, el pozo servirá de punto de partida y cuenta con las siguientes características:

Profundidad del pozo= 80m

Carga dinámica total= 134.1m

Carga estática= 94m

Caudal= 0.030 m<sup>3</sup>/min

Según el INETER la cuenca hidrográfica del Rio Grande de Matagalpa presenta una extensión en territorio de 18,856.5 Km<sup>2</sup> que acumula su desagüe en el rio principal, Rio Grande de Matagalpa y vierte en el Mar Caribe, nace en el molino Norte y tiene una longitud de 465 Km. Los cuatro ríos importantes que tributan a este, es el Rio Tuma 180 Km, el Siksikwas de 52 Km, el Murra 55 Km y el Olama de 45 Km.

De acuerdo con la Dirección General de Recursos Hidrológicos (INETER) la mayor concentración de agua subterránea se encuentra en el valle de Sebaco, el valle esta ubicado entre las coordenadas 12° 46' latitud Norte y 86° 05' longitud Oeste en el Departamento de Matagalpa, donde su cuenca de captación superficial se extiende en aproximadamente 652.7 Km<sup>2</sup> y es compartido por los municipios de Sebaco, Ciudad Darío y San Isidro. En su área se encuentran los ríos Viejo y Grande de Matagalpa por lo que tambien está el embalse la Virgen.

El Valle en sí, es una extensa planicie formada por materiales aluviales con una extensión de 263.33 Km<sup>2</sup> y es uno de las principales reservas de agua dulce del país, se encuentra localizado en la subprovincia hidrológica de los valles intramontanosos de la Regio Central, por otro lado, la mayor explotación del manto acuífero es en el sector de San Isidro-Sebaco donde hay una gran presencia de campos arroceros y en segundo lugar el campo de pozos de Chaguitillo en donde ENACAL suministra el agua potable a la

Ciudad de Matagalpa, por lo que, se cuenta con agua suficiente para abastecer a la comarca La Montañita ya que pertenece a la cuenca del RGM y al Valle de Sebaco en donde se encuentra una de las principales reservas de agua del país.

**ROE2: Analizar los beneficios ambientales, sociales y de salud que proporciona el proyecto de bombeo solar fotovoltaico.**

**d. Beneficio Ambiental:**

Se realizó una comparación de emisiones de CO<sub>2</sub> por kWh generado de un sistema de abastecimiento convencional para lograr identificar la cantidad de CO<sub>2</sub> y poder obtener como resultado lo que dejaría de emitir con un sistema solar, por lo que, si el sistema funcionara con energía convencional consumiría al día 14.7 kWh al multiplicarlo por los días del mes tendríamos un consumo de 442 Kwh/mes, anualmente generaría 5313 kWh, una vez obtenido el dato anual se ingresó a la hoja de cálculo de emisiones en el software de Microsoft Excel para conocer este valor, por lo que las emisiones equivalente anuales con una generación de 5313 kWh sería de 2045.5 Kg de CO<sub>2</sub> eq (*ver anexo 4.*), por otro lado, con el sistema solar se reduciría esa cantidad de emisión, cabe señalar que esto es una comparación para identificar el beneficio ambiental.

**e. Beneficios Social**

La implementación de energía solar para suministrar agua a las personas representa un gran avance para la comunidad, aportando a la reducción de la pobreza y proporcionando un mejor acceso al agua, en el momento de realizar las encuestas, las mujeres comentaban que si ellas tuvieran agua podrían, realizar otras actividades evitando la involucración de los niños en la búsqueda del vital líquido, por lo que, la

experiencia de cada persona fue de gran importancia a la hora de realizar el correspondiente análisis, en esta etapa fue fundamental tomar notas.

Por otro lado, es importante mencionar que las mujeres son las que realizan las actividades de la casa y se encargan de los niños, al tener acceso al agua potable se reduce la brecha de género representando un aporte a la sociedad de La Montañita, de acuerdo con el (Banco Centroamericano de Integración Económica, 2020) el acceso al agua potable fortalece los centros educativos, fortalece los negocios y mejora considerablemente la vida de las personas.

El no tener acceso a agua potable es una brecha para el pleno desarrollo de una sociedad la racionalización existente de agua en esta comunidad para consumo, representa un reto para las áreas fundamentales de nuestra sociedad en este caso es de interés académico, es importante tomar en cuenta como impacta la vida de cada habitante que carece de agua potable en esta pequeña comunidad.

Llevar agua potable a las personas no solo representa solucionar el problema, sino que también mejorara la calidad de vida de cada habitante especialmente la de las mujeres y niños que son los principales encargados de recolectar el agua para satisfacer en cierta medida las necesidades básicas del hogar, esta actividad requiere recorrer una distancia considerable muchas veces bajo sol.

La aplicación de este sistema de abastecimiento para suministro de agua mediante la energía solar aporta al desarrollo rural de esta comunidad desde las energías renovables logrando una transformación social, entre otros beneficios esta la educación ambiental y energética, por lo que contar con agua potable aumenta la tasa de alfabetización, pero también es importante mencionar que teniendo agua disponible directamente mejorara considerablemente las actividades que se realizan en cada hogar.

## **f. Beneficio en la Salud**

El agua potable ayuda a mantenernos sanos, aporta a la digestión por lo que la hidratación adecuada favorece al buen funcionamiento de los órganos eliminando toxinas y ayuda a mantener la masa muscular en buen estado, el acceso a agua potable reducirá la propagación de enfermedades relacionadas a la falta

de saneamiento, los habitantes argumentaron que la higiene en las casas mejoraría por lo que al tener trastes sucios acumulados esto se convierte en el hogar perfecto para cucarachas, hormigas, moscas, ratas. Disminuirán los criaderos de zancudos ya que al tener agua almacenada durante un tiempo esto se vuelve un foco de zancudos.

Al no existir un consumo potable del agua las personas están más expuesta a enfermarse, por lo que, para suministrar agua es necesario que haya un clorador que se encargue de controlar la dosificación de cloro manteniendo una calidad en el agua. Una vez realizadas las encuestas se procedió a procesar los datos para saber cuántas personas padecían de alguna enfermedad, el tipo de enfermedad y el vínculo que puede tener con el consumo de agua no potable. Por otro lado, las mujeres comentaban que había mucha acumulación de trastes sucios, algunas lavaban la ropa cada cierto tiempo y otras se les complicaba hasta ducharse, el agua potable mejora la higiene de cada casa, el cuerpo puede contar con una mejor hidratación por lo que la calidad de vida depende de tener acceso al agua potable.



*Figura 12. Clorador de agua potable*

Hacer uso de un clorador para poder regular la calidad de agua es fundamental para alcanzar reducir el índice de enfermedades causadas por la ingesta de agua no potable evitando la transmisión de enfermedades diarreicas ocasionada por parásitos y bacterias presentes en fuentes de agua como pozos.

Tomando en cuenta datos de la (Organización Mundial de la Salud, 2019) otros de los beneficios en la salud que proporciona el acceso a agua potable son los siguientes:

- La reducción de la propagación de lombrices intestinales, la esquistosomiasis y el tracoma, enfermedades tropicales desatendida que provocan sufrimiento a millones de personas.
- La reducción de la gravedad y las consecuencias de la malnutrición.

**ROE3: Proponer un sistema de bombeo solar que satisfaga la demanda de agua potable a la comarca La Montañita.**

Para determinar un sistema de bombeo fotovoltaico y su tamaño es necesario conocer las condiciones hidráulicas de la obra. Por lo tanto, esto está relacionado directamente con el producto de la Carga Dinámica Total (CDT) y el volumen de agua diario necesario, este producto se conoce como ciclo hidráulico el cual es el indicador de tamaño del sistema y se expresa en unidades de  $m^4$ .

La distancia entre el pozo y el tanque estará a 1000m con un sistema solar de 3 paneles de 200Wp, el tanque de almacenamiento será de  $10m^3$  de agua y es importante mencionar que la distancia entre el sistema solar y el pozo será de 10m, todo esto es necesario tomarlo en cuenta para la elección de la bomba con respecto a su potencia.

**g. Distancia entre los puntos**

**Tabla 1.**

Paneles-Pozo	10m
Pozo-Tanque-distribución	1000m

**h. Demanda de agua**

*Demanda de agua= Cantidad de personas \* Cantidad de agua requerida por persona*

*Demanda= 146 \* 0.06m<sup>3</sup>*

*Demanda de agua= 9.63m<sup>3</sup>*

**Tabla 2.**

<i>Cantidad de personas</i>	<i>146</i>
<i>Cantidad de agua por persona m<sup>3</sup></i>	<i>0.06</i>
<i>Demanda de agua m<sup>3</sup></i>	<i>9.63</i>
<i>Caudal</i>	<i>0.030m<sup>3</sup>/min</i>

## **i. Calculo del Caudal**

$$Q = \text{Demanda} / \text{HSP}$$

$$Q = 9.63 \text{ m}^3 / 5.3\text{h} / 60$$

$$Q = 0.030\text{m}^3/\text{min}$$

## **j. Perfil del Pozo**

El pozo de la Montañita tiene una profundidad de 80 metros o 262 pies y es perforado por lo que, siempre cuenta con agua, cuenta con un diámetro de encamisado de 6 pulgadas y con una Red de Distribución o ramales a viviendas con tuberías PVC de 1 ½” SDR-26. Al pertenecer al Valle de Sebaco el cual se encuentra localizado en la subprovincia hidrológica de los valles intramontanosos en la Región Central y que es considerada la de mayor explotación, por otro lado, la planicie del valle cuenta con una extensión de 263.3 Km<sup>2</sup> y está formado por materiales aluviales, los suelos aluviales son de textura mediana a moderadamente fina, o sea que son generalmente de textura franco arcillo limosa y tienen algún contenido calcáreo que les comunica un pH algo alcalino, entre 7.4 y 8.4. Son suelos profundos, de topografía plana, con poca pendiente y la ligera alcalinidad causa una agregación muy favorable al ser trabajados, por lo que, estos suelos no presentan pedregosidad excesiva.

Las características hidráulicas del pozo son: Carga Dinámica Total 134.1m, por otro lado, el Caudal es de 0.030m<sup>3</sup>, cuenta con una Carga Estática de 94m, su Altura Dinámica es de 66m y el Nivel de Bombeo es de 20m.

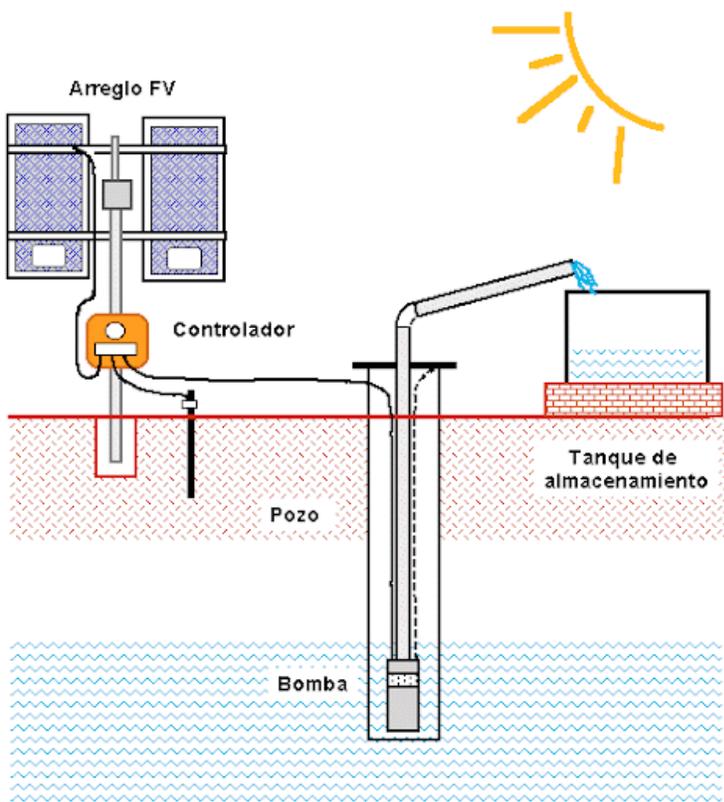


Figura 12: Esquema de Bombeo Fotovoltaico

- $CE = NB + EA + HD$

$CE = 20m + 8m + 66m$

$CE = 94m$

- $PF = CE + L * Ff$

$PF = (94m + 1050.5m) * 0.035$

$PF = 40.1m$

- $CDT = CE + PF$

$$\text{CDT} = 94\text{m} + 40.1$$

$$\text{CDT} = 134.1\text{m}$$

- $\text{CH} = \text{Demanda} * \text{CDT}$

$$\text{CH} = 9.63\text{m}^3 * 134.1\text{m}$$

$$\text{CH} = 1290.4 \text{ m}^4$$

**Tabla 3.**

<b>Carga Estática</b>	<b>94m</b>
<b>Perdidas por fricción</b>	<b>40.1</b>
<b>Carga Dinámica Total</b>	<b>134.1m</b>
<b>Ciclo Hidráulico</b>	<b>1290.4 m<sup>4</sup></b>
<b>Profundidad del pozo</b>	<b>80m</b>

### **k. Selección de la bomba**

Para la elección de la bomba se tomó en consideración los cálculos hidráulicos anteriores, por lo que, la bomba a instalar será una bomba sumergible de corriente continua marca SunPumps Modelo SCS 10-210-120Y BL por lo que las características de esta bomba de acuerdo al fabricante, son de alta

calidad y no necesitan mantenimiento, están diseñadas específicamente para el suministro de agua en ubicaciones remotas, los sistemas de bomba SCS de 120 voltios operan entre 200 y 970 voltios de potencia en CC, por otro lado, el fabricante diseña los sistemas de Bombeos con su controlador, el cual acondiciona la energía generada por los paneles solares y la suministra a la bomba de acuerdo a la demanda.

La demanda de agua es de 10 m<sup>3</sup> al día, por lo que, de acuerdo a la carga dinámica total obtenido anteriormente tenemos que a 140m de carga dinámica la bomba de 1 HP entregaría hasta 16 m<sup>3</sup> de agua en un ciclo de trabajo de 6 horas cumpliendo con las necesidades de demanda, como se muestra en la siguiente figura.

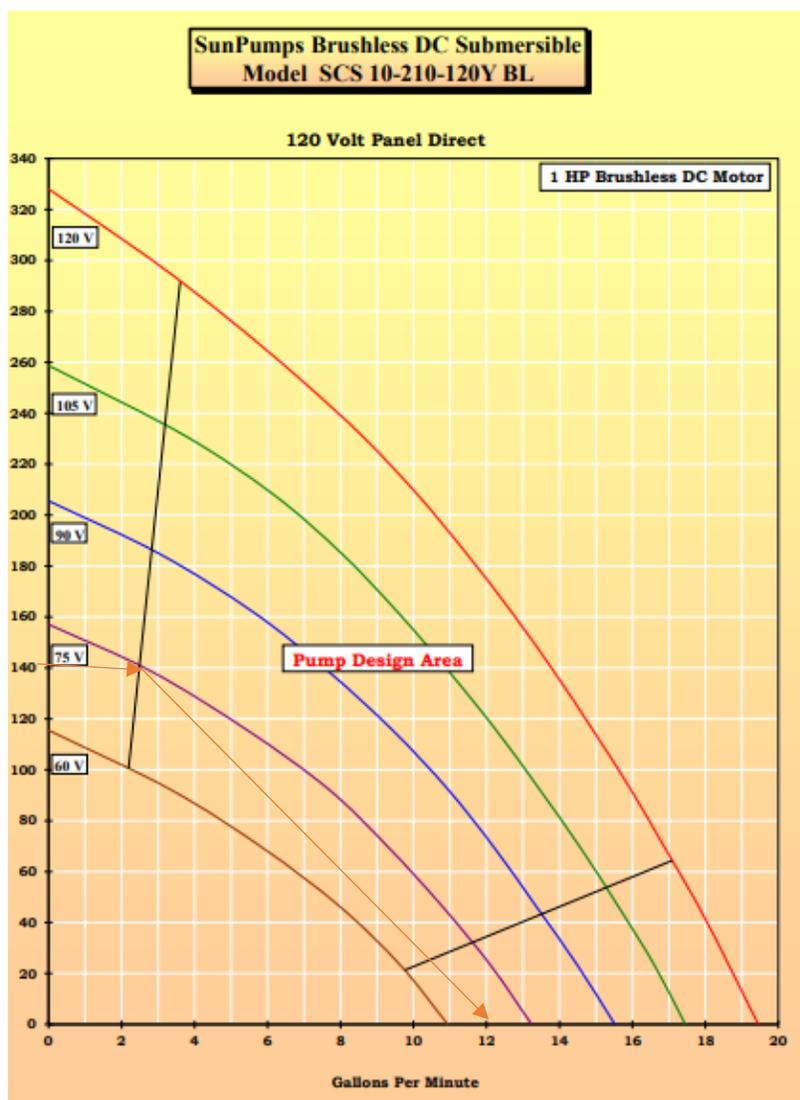


Figura 13: Curva de la Bomba

## ***SunPumps Brushless Dc Submersible*** **Model SCS 10-210-120Y BL**

0	0	0.0	90	5.42	15.5	58.7	488	610	0%
10	23	7.0	90	5.45	14.5	54.9	491	613	13%
20	46	14.1	90	5.50	13.4	50.6	495	619	24%
30	69	21.1	90	5.60	12.2	46.3	504	630	32%
40	92	28.2	90	5.67	10.9	41.4	510	638	37%
50	116	35.2	90	5.65	9.4	35.7	509	636	40%
60	139	42.3	90	5.47	7.7	29.0	492	615	41%
70	162	49.3	90	5.08	5.6	21.3	457	572	38%
80	185	56.3	90	4.27	3.0	11.5	384	480	28%
89	206	62.7	90	3.42	0.0	0.0	308	385	0%

Figura 14: Datos técnicos de la Bomba

Observamos que 139 m de carga dinámica total (THD), es el numero posterior a 134.1 m que fue lo que obtuvimos en el cálculo, se necesita de acuerdo a los datos proporcionados por el fabricante, un arreglo fotovoltaico de 615 Wp.

## 1. Potencia necesaria de paneles solares

<b>Potencia esperada</b>	9800	N/m <sup>3</sup>
<b>Necesidad de agua</b>	9.63	M <sup>3</sup> /día
<b>Altura estática</b>	94	M
<b>Tiempo de bombeo</b>	6	H
<b>Conversión en HP</b>	745	W/HP

**Fuerza diaria = peso específico \* necesidad de agua** 94374 N/día

### ENERGIA DIARIA

**Altura estática \* Fuerza diaria**

**8,871,156 J/día**

**Demanda diaria en Kwh/día**

**Energía diaria / 3600 / 1000**

<b>2.46421 kWh/día</b>
------------------------

Potencia de la bomba
----------------------

<b>Energía diaria / (Tiempo de funcionamiento * 3600)</b>
---

<b>410.7 W</b>
----------------

Potencia de la bomba en Kw
----------------------------

<b>308.026/1000</b>
---------------------

<b>0.410 Kw</b>
-----------------

### **m. Energía de bombeo efectivo**

Para este cálculo se asume que se esta utilizando una bomba AC donde su eficiencia es del 80%; para seleccionar la cantidad de paneles necesarios.

Potencia de la bomba Kw / 0.8
-------------------------------

<b>0.512 Kw</b>
-----------------

Potencia eléctrica total diaria
---------------------------------

<b>0.512 Kw * 6h</b>
----------------------

**3.07 kWh/ día**

Potencia de la bomba en HP

**410.7 W / 745.7= 0.55**

Caudal de la bomba sumergible

**Necesidad de agua / Tiempo de funcionamiento**

**1.6 m3/h**

### **Paneles solares:**

#### **n. Datos para el cálculo fotovoltaico**

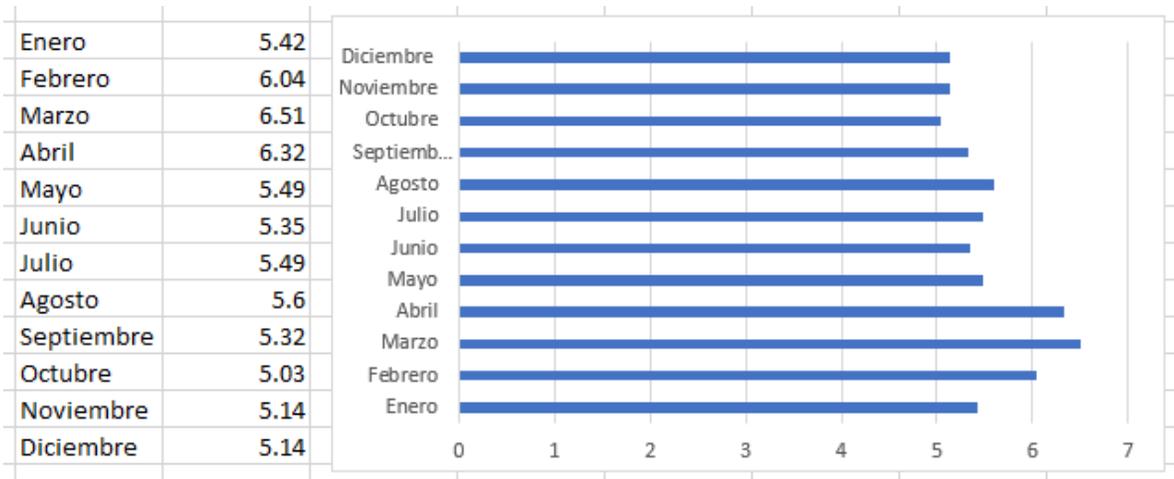
<b>Energía Diaria</b>	<b>2.138</b>	<b>KWh</b>
<b>Rend Inversor</b>	<b>95%</b>	
<b>RSPM</b>	<b>5.03</b>	<b>KWh/día m2</b>
<b>PANEL</b>		
<b>Potencia Max</b>	<b>200</b>	<b>W</b>
<b>Isc</b>	<b>11.75</b>	<b>A</b>

Voc	22.51	V
-----	-------	---

Potencia mínima solar
<b>Energía diaria * 1 (RSPM * 0.7)</b>
<b>0.524 Kw</b>

**o. Radiación solar promedio mensual Kw-h/m2/día**

Para la estimación de la Radiación se hizo uso de la base de datos de la NASA el programa lleva por nombre POWER Data Access Viewer, ingresando las coordenadas de la zona se obtuvo los siguientes valores:



### **p. Selección de paneles solares**

Lo primero que se tiene que hacer es ver qué tipo de paneles nos ofrece el mercado local que van desde paneles chinos hasta paneles de gama alta conocido en todo el mercado tanto nacional como internacional, la elección va de la mano con la necesidad, elegir un panel mono o poli cristalino de rendimiento mayor al 15% de potencia mayor a 100Wp será una muy buena elección.

**Numero de paneles en serie= 2** (Porque el inversor es de 48V y un panel es de 22V)

<b>Numero de paneles en paralelo</b>
<b>Potencia mínima solar / (2 * potencia Max / 2000)</b>
<b>1.312 paneles</b>
<b>Total paneles: NSP * Npara</b>
<b>Total= 2.63 ≈ 3</b>

## Capítulo V

### 8. Conclusiones

1. Tal y como se ha podido comprobar La Comunidad La Montañita no cuenta con el óptimo abastecimiento de agua potable dicho esto el pozo se encuentra en desuso, no se cuenta con una bomba para el abastecimiento general de agua limitando así a la población al vital líquido, por otro lado, el acceso a la educación es limitada ya que solo existe una escuela primaria viéndose reflejado en desvinculación académica que arrojan los resultados, es importante resaltar que en la comunidad no existe ningún puesto de Salud.
2. Gracias a todo lo anterior se realizó la propuesta de un diseño de abastecimiento de agua potable mediante el uso de la energía solar, el cual cuenta con un sistema fotovoltaico de 3 paneles de 200Wp, un sistema de almacenamiento de 10m<sup>3</sup> el cual abastecerá a toda la población con tiempo de bombeo de 6 horas, el cual en las horas de no bombeo se distribuirá por gravedad.
3. Tras el análisis, se puede decir que los beneficios que conlleva esta propuesta son los siguientes: reducción de enfermedades, por lo que, el sistema contará con un sistema de cloración, mejorando la higiene en cada hogar, en lo social los niños y mujeres ya no estarán involucradas en el trabajo de recolección de agua mejorando de esta manera la calidad de vida y reduciendo la brecha de género.

## **9. Recomendaciones**

Se recomienda que las autoridades municipales gestionen y creen lazos de buena relación -con los habitantes de la zona, pudiendo brindarle el acceso al agua potable tomando en cuenta que existe un pozo en la localidad, por otro lado, al no contar con energía eléctrica las fuentes renovables podría marcar un avance para la localidad y su población.

Es importante mencionar que sería necesario una vez que se llegue a realizar esta propuesta la creación de un comité CAPS que sería los encargados de la gestión integral del recurso.

Implementación de la mano de obra local una vez que se llegue a desarrollar la propuesta, ya que la comunidad cuenta con habitantes que son técnicos los cuales se encargaría del mantenimiento del sistema, el uso de fuente renovables disminuye los GEI y mejora la calidad de las personas.

# Bibliografía

- Abele, C. (s.f.). *HOGARSENSE*. Obtenido de HOGARSENSE: <https://www.hogarsense.es/placas-solares/conexiones-paneles-solares>
- Abella, M. A. (s.f.). *Escuela de Organizacion Industrial*. Madrid: CINEMAT. Obtenido de Escuela de Organizacion Industrial.
- Araya., P. A. (2015). MICO-REDES Camino a redes inteligentes y sustentables. *ELECTRO INDUSTRIA*.
- Arencibia-Carballo., G. (REDVET). La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica. *REDVET*, 1-2.
- AROS Solar Technology*. (s.f.). Obtenido de AROS Solar Technology: <http://www.aros-solar.com/es/la-radiacion-solar>
- B., J. C. (2007). *Meteorologia Descriptiva*. Chile: Departamento de Geofisica.
- Balcázar*. (05 de 2011). Obtenido de Balcázar.: [https://arbalcazar.files.wordpress.com/2011/05/conductores\\_electricos.pdf](https://arbalcazar.files.wordpress.com/2011/05/conductores_electricos.pdf)
- Banco Centroamericano de Integración Económica*. (21 de 09 de 2020). Obtenido de Banco Centroamericano de Integración Económica: <https://www.bcie.org/novedades/noticias/articulo/bcie-sistemas-de-agua-potable-y-saneamiento-en-nicaragua-avanza-en-un-96#:~:text=La%20instalaci%C3%B3n%20de%20estos%20servicios,puestos%20m%C3%A9dicos%20y%20centros%20educativos>.
- Banco Mundial*. (s.f.). Obtenido de Banco Mundial: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT?locations=NI>
- Brow., C. A. (2010). ENERGIA del Sol. *Revista Ciencia*, 1.
- Casma, J. C. (13 de Mayo de 2015). *El Pais*. Obtenido de El Pais: [pais.com/internacional/2015/05/13/actualidad/1431542093\\_232345.html](http://pais.com/internacional/2015/05/13/actualidad/1431542093_232345.html)
- Centeno, L. E. (2017). *Propuesta de un sistema de bombeo solar fotovoltaico para riego por goteo en la finca Concepción comarca Ato viejo San Nicolás – Estelí*. Estelí.
- Damia Solar*. (s.f.). Obtenido de Damia Solar: [https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/conexion-paneles-solares-en-serie-en-paralelo\\_1](https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/conexion-paneles-solares-en-serie-en-paralelo_1)
- David Ribó Perez, A. H. (2021). ELECTRIFICACION DE LA ULTIMA MILLA DEL CORREDOR SECO MESOAMERICANO. SOLUCION DEL NEXO AGUA-ALIMENTACION-ENERGIA. *ENERLAC.*, 10.

- Deivis Ávila Prats, R. A. (2011). Sistemas híbridos con base en las energías renovables para el suministro de energía a plantas desaladoras. *SCIELO*, 3.
- Dr. Ing. Christian Navntoft, I. N. (2019). *INTRODUCCION A LA GENERACION DISTRIBUIDA DE ENERGIAS RENOVABLES*. Obtenido de INTRODUCCION A LA GENERACION DISTRIBUIDA DE ENERGIAS RENOVABLES.: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/introduccion-a-la-generacion-distribuida-de-er.pdf>
- ElectroIndustria., E. d. (2014). Eficiencia y seguridad en la instalacion electrica. *ElectroIndustria*.
- ENATREL. (s.f.). Obtenido de ENATREL: <https://www.enatrel.gob.ni/matriz-de-generacion/>
- ENATREL. (2021). Obtenido de ENATREL: <https://www.enatrel.gob.ni/matriz-energetica-con-80-de-generacion-renovable/>
- España, G. d. (s.f.). *aemet.es*. Obtenido de aemet.es: [http://www.aemet.es/documentos/es/eltempo/observacion/radiacion/Radiacion\\_Solar.pdf](http://www.aemet.es/documentos/es/eltempo/observacion/radiacion/Radiacion_Solar.pdf)
- Especialización en Sistemas Fotovoltaicos*. (s.f.). Obtenido de Especialización en Sistemas Fotovoltaicos: [http://seslab.org/fotovoltaico/15\\_inversores\\_conectados\\_a\\_red\\_tipos.html](http://seslab.org/fotovoltaico/15_inversores_conectados_a_red_tipos.html)
- Estrada Gasca, C. A. (2013). Transicion energetica, energias renovables y energia solar de potencia. *REVISTA MEXICANA DE FISICA.*, 2.
- Ferichola., J. F. (s.f.). *Univercidad Carlos III de Madrid*. Obtenido de Univercidad Carlos III de Madrid: [https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6037/PFC\\_Julio\\_Fernandez\\_Ferichola.pdf;jsessionid=33BF616EEAD8ADF6EA1B5C6C1E826512?sequence=1](https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6037/PFC_Julio_Fernandez_Ferichola.pdf;jsessionid=33BF616EEAD8ADF6EA1B5C6C1E826512?sequence=1)
- G., L. F. (s.f.). *Universidad Autonoma de Mexico*. Obtenido de Universidad Autonoma de Mexico.: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/\\_27503.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/_27503.pdf)
- GARCÍA, M. D. (2007). *EL GENERADOR FOTOVOLTAICO*. CIEMAT-ER.
- García., M. A. (2018). *Aprovechamiento de la energia solar en casa de habitación*. Tamachalco Estado de Mexico.
- Gil, M. (2019). *CEPAL*. Obtenido de CEPAL: [https://foroalc2030.cepal.org/2019/sites/foro2019/files/presentations/el\\_agua\\_en\\_alc\\_2019\\_cepal\\_drn.pdf](https://foroalc2030.cepal.org/2019/sites/foro2019/files/presentations/el_agua_en_alc_2019_cepal_drn.pdf)
- Herreras, E. B. (2005). SPSS: Un instrumento de Análisis de Datos Cuantitativos. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 3.
- Huanacuni., D. C. (2018). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO SOLAR MONITORIZADO PARA PRUEBAS DE PERFORMANCE EN EL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION DE LA EPIME*. PUNO-PERU.
- IDEAM. (s.f.). Obtenido de IDEAM: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/caracteristicas-de-la-radiacion-solar>
- inarquia*. (s.f.). Obtenido de inarquia: <https://inarquia.es/sistema-hibrido-fotovoltaico-eolico-mixto/>
- INITER. (s.f.). Obtenido de INETER: <https://www.ineter.gob.ni/met.html>

- Isauro David Jaramillo Sánchez, J. D. (s.f.). *monografias.com*. Obtenido de monografias.com:  
<https://www.monografias.com/trabajos107/sistemas-fotovoltaicos-autonomos/sistemas-fotovoltaicos-autonomos.shtml>
- Jarra., L. E. (2010). *PAHO*. Obtenido de PAHO: <https://www1.paho.org/per/images/stories/PyP/PER37/23.pdf>
- Jorge Luis Canales Urrutia, G. L. (2020). *Sistema de bombeo solar fotovoltaico para extracción de agua de estanque y su utilización para riego*. Esteli.
- Joselyn Inguanzo Saucedo, J. A. (Abril de 2016). *CIMAV*. Obtenido de CIMAV:  
<https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/411/1/-Tesis%20Joselyn%20Inguanzo%20Saucedo%2C%20Leobardo%20G%C3%B3mez%20Morales%2C%20Alberto%20de%20la%20Torres%20Moya%2C%20Oscar%20Inguanzo%20Saucedo.pdf>
- Karen Rodríguez Rosales, F. J. (2020). *ENERGIA Solar Fotovoltaica*. *Ciencia*, 1-2.
- Leon., A. A. (1995). *Bombas Centrifugas*. Santiago de Cali.
- Leon., A. A. (1995). *Bombas Centrifugas*. Santiago de Cali.
- López, A. C. (2019). *Diseño de Sistema de bombeo Solar fotovoltaico para abastecimiento de agua en el área de lavado de café*. Condega.
- López, P. L. (2004). *POBLACION MUESTRA Y MUESTREO*. *SCIELO*.
- Maestu, J. (2015-2016). *AGUA Y DESARROLLO SOSTENIBLE*. Oficina de Naciones Unidas de apoyo al Decenio «El agua, fuente de vida» 2005-2015/Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio • WCCE - World Council of Civil Engineers • Fundación Aquae.
- Manrique, F. M. (Agosto de 2004). *Monografias.com*. Obtenido de Monografias.com:  
<https://www.monografias.com/trabajos18/recoleccion-de-datos/recoleccion-de-datos.shtml>
- MARENA. (2012). *SEGUNDA CONVENCION NACIONAL: Ante la convencion de las Naciones Unidas sobre Cambio Climatico*. Managua.: DIGIPRINT S. A.
- MARÍA CARMENZA GONZÁLEZ, G. D. (2010). *ESTAMACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA*.
- McKerman. (s.f.). *UNED*. Obtenido de UNED: <https://www2.uned.es/cabergara/ppropias/eduSocial/Practicum1/Notasdecampo.htm>
- Mcrea., G. d. (2015.). *NICARAGUA Y LA GENERACION DISTRIBUIDA: APLICACION DOMICILIAR, COMERCIAL E INDUSTRIAL*. . Managua.: Univercidad Nacional de Ingenieria.
- Mera, O. F. (2019). *Diseño y Simulación de un Inversor para Energía Solar*.
- Mera, O. F. (2019). *Diseño y Simulación de un Inversor para Energía Solar*.
- Miguel Alonso Abella, F. C. (s.f.). *Sistemas de Bombeos Fotovoltaicos*. Madrid.: CINEMAT.
- Minas, M. d. (18 de Diciembre de 2017). *La Gaceta*. Obtenido de La Gaceta:  
<http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/b92aeea87dac762406257265005d21f7/2e6a9c4715ba6ca60625820b00733361?OpenDocument>
- Mott., R. L. (2006). *Mecanica de Fluidos 6ta edicion*. Mexico.: PEARSON EDUCACIÓN, Mexico, 2006.

- NASA. (s.f.). Obtenido de NASA:  
<https://mars.nasa.gov/files/msl/MSL%20Launch%20Fact%20Sheet%20Spanish.pdf>
- NICARAGUA., A. N. (19 de Junio de 2007). Ley N° 620 Ley General de Aguas Nacionales. Managua, Managua, Nicaragua.
- Nogales, P. M. (2011). *Asociación Peruana de Energía Solar y del Ambiente*. Obtenido de Asociación Peruana de Energía Solar y del Ambiente: <http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2012/02/19.REPRESENTACION-GRAFICA-DE-LA-POSICION-SOLAR-Y-UNA-SUPERFICIE-DADA-PARA-LA-CIUDAD-DE-COCHABAMBA.pdf>
- Organizacion Meteorologica Mundial*. (2019). Obtenido de Organizacion Meteorologica Mundial:  
[https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=10215](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10215)
- Organización Mundial de la Salud*. (14 de Junio de 2019). Obtenido de Organización Mundial de la Salud:  
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>
- ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. (1966). *Bombas para agua potable*. Washington.: 525 Twenty-third Street, N.W. Washington, D.C. 20037, E.U.A.
- Oscar Flores Ramirez, E. E. (2019). Sistema de bombeo solar en Pachuca Hidalgo. *Revista de Innovación Sistemática.*, 3.
- Oscar Flores Ramirez, E. E. (2019). Sistema de bombeo solar en Pachuca Hidalgo. *Revista de Innovacion Sistemática.*, 3.
- Ostos, E. J. (2000). *El Clima de la Ciudad de Mexico*. Mexico, D.F.: Plaza y Valdes, S. A. de C. V.
- Peneque, R. J. (1998). *Metodologia de la Investigacion*. La Habana: Editorial Ciencias Médicas.
- Pérez, Z. P. (2010). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: una experiencia correcta. *Revista Electrónica Educare*, 3.
- (s.f.). *Plan de Ordenamiento Forestal Ciudad Dario 2019*. Ciudad Dario.
- POWER Data Access Viewer*. (s.f.). Obtenido de POWER Data Access Viewer.: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- Prediction Of Woedwide Energy*. (s.f.). Obtenido de Prediction Of Woedwide Energy:  
<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- Ramos., I. B. (2020.). LOS RETOS DE LAS ENERGIAS RENOVABLES EN 2020. *ANES.*, 6.
- Roberto Hernández Sampieri, S. M. (2017). *FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACION*. Ciudad de Mexico.: McGRAW-HILLINTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.v. .
- Sepúlveda, S. (2014). RADIACIÓN SOLAR: FACTOR CLAVE PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS. *Dialnet*, 2.
- SICA. (30 de Julio de 2018). Obtenido de SICA:  
<https://www.sica.int/busqueda/Noticias.aspx?IDItem=114310&IDCat=3&IdEnt=1225&Idm=1&IdmStyle=1>
- Sistema de Integracion Centroamericana*. (s.f.). Obtenido de Sistema de Integracion Centroamericana:  
<https://www.sica.int/Iniciativas/usososteniblelenia>

*Solarmexpower.* (2018). Obtenido de Solarmexpowe: <http://www.solarmexpower.com/que-son-los-controladores-de-carga/>

UNIDAS., N. (2015). *Acuerdo de Paris*. Paris.

Urbina, J. C. (2017). *ESTUDIO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN COMUNIDADES DEL OCCIDENTE Y NORTE CENTRO DE NICARAGUA*. Managua, Nicaragua.

*Wather Spark.* (s.f.). Obtenido de Wather Spark: <https://es.weatherspark.com/y/14378/Clima-promedio-en-Ciudad-Dar%C3%ADo-Nicaragua-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Zaragoza, J. L. (30-05-2013). *La Meteorología: Conceptos Basicos al Alcance de Todos*. *3Ciencias*, 8.

*Zunne.* (2021). Obtenido de Zunne: <https://zunne.mx/paneles-solares-interconectados-a-la-red-que-son-y-como-funcionan/>

## **Anexos**

*ANEXO 1. Foto tomada en la comunidad La Montañita en el sitio se encuentra ubicado el pozo en desuso. Fuente propia.*





*ANEXO 2. Foto tomada en la casa de habitación de una familia en La Montañita, la cual se representa el estilo de vida de la comunidad casi todas las personas recolectan leña como alternativa de trabajo. Fuente propia.*

*ANEXO 3. Estimación del factor de emisión con sistema de bombeo convencional para el análisis del beneficio ambiental, estimando la cantidad emitida por sistema convencional lo cual se resumen a la cantidad reducida con un sistema solar. Fuente Excel (propio)*

**FACTOR DE EMISIÓN DE CONSUMO ELÉCTRICO**

	Consumo anual	Unidades de medida física	Factor de emisión (Kg de CO2 eq/kWh)		Kg de CO2 eq
Electricidad	5313	kWh	0.385	Kg de CO2 eq/kWh	<b>2045.505</b>

*ANEXO 4. Encuesta*

**Encuesta en Comunidad La Montañita. Municipio de Darío, Matagalpa.**

**I. Datos Socio demográficos**

Edad: Sexo: M  F   
 Edo Civil: Soltero  Casado  Unión libre   
 Tipo de matrimonio: Civil  Religioso  Unión Libre   
 Escolaridad: Primaria  Secundaria  Técnico  Universidad   
 Analfabeta   
 Creencia Religiosa: Católica  Evangélica  Testigos de Jehová  Otros, especifique: \_\_\_\_\_.

**2. Factores socioeconómicos**

Tipo de empleo: Agricultura  Comerciantes  Ganadería   
 Transporte  Obreros agrícolas  Otros especifique: \_\_\_\_\_

**Dependencia económica:**

- Cuantos viven en la casa \_\_\_\_\_ cuantos trabajan: \_\_\_\_\_
- Cuántos son menores de edad: \_\_\_\_\_ de qué edades \_\_\_\_\_
- Cuántos son mayores de edad \_\_\_\_\_ de qué edades \_\_\_\_\_

**Tenencia de la tierra**

Tienen: Si  No

Si es si, cuantas Mz: \_\_\_\_\_

Cultiva: Si  No

Si es si, cuántas cultiva en Mz: \_\_\_\_\_

Tipos de rubros: Maíz  Frijoles  Cebolla  Chiltomas  Tomate  Pipián   
 Ayote  Musáce  Tubércul  Otros:  \_\_\_\_\_

Especies forestales nativas: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Enfermedades que padecen: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**3. Energía**

Tiene Si  No

Red Publica  Panel  Otro  Explique:

Con medidor Si  No

Cuanto Paga: \_\_\_\_\_

**4. Agua**

Fuente de Agua: Red Pública  Pozo Privado  Pozo Comunitario   
 Pipa  Carretón  O   Cual: \_\_\_\_\_

Si es Red Pública: Cuántos días recibe a la semana: \_\_\_\_\_

Cuántas horas recibe: \_\_\_\_\_

Si es pozo: Cuánto tiempo destina: \_\_\_\_\_

Si compra: A qué precio: \_\_\_\_\_

Almacena: Si  No

Uso: Domestico  Agrícola  Ganadero  Todos

*ANEXO 5. Guía de Observación*

GUIA DE OBSERVACION: LA MONTAÑITA.

¿Qué especies forestales existen en la zona?

¿Cómo consiguen agua?

¿Qué distancia hay hasta la fuente de agua más cercana?

¿De qué manera acceden a la Educación y Salud?

¿Existen personas que viven de la caza?

¿Qué especie de fauna existe?

¿Las autoridades municipales les brindan algún tipo de abastecimiento de agua?

¿Tienen conocimiento del uso de fuentes renovables para el abastecimiento de agua?

¿Cómo es la relación de la población con las autoridades municipales?

¿Cuál es su aceptación sobre el uso de Energía Renovable para abastecimiento de agua y de qué manera les beneficiaría?

*ANEXO 6. Calculo del valor de ejecución de la propuesta el cual sería de \$29,964.9, la inversión sería para el sistema de abastecimiento (tanque almacenamiento, paneles) y la bomba, ya que se cuenta con la fuente que es el pozo, con un TNA del 5% a 10 años la inversión es viable (observar los comentarios en la hoja de cálculo).*

<b>Nombre del proyecto:</b>	<b>Sistema de Abastecimiento</b>	<b>Bomba</b>
<b>TNA de inversión alternativa</b>	<b>5%</b>	
<b>Cantidad de Años</b>	<b>10</b>	

<b>AÑOS</b>	<b>FLUJO DE FONDOS</b>	<b>FLUJO DE FONDOS</b>
0	\$ -50,000.00	\$ -85,000.00
1	\$ 10,000.00	\$ 25,000.00
2	\$ 10,000.00	\$ 25,000.00
3	\$ 25,000.00	\$ 10,000.00
4	\$ 5,000.00	\$ 10,000.00
5	\$ 5,000.00	\$ 10,000.00
6	\$ 5,000.00	\$ 10,000.00
7	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
8	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
9	\$ 2,500.00	\$ 25,000.00
10	\$ 2,500.00	\$ 2,000.00

<b>Sistema de Abastecimiento</b>		<b>Bomba</b>	
<b>TIR</b>	<b>11%</b>	<b>TIR</b>	<b>10.30%</b>
<b>VAN</b>	<b>\$12,036.17</b>	<b>VAN</b>	<b>\$ 17,928.73</b>

*Decisión de realizar los proyectos versus no hacerlos - comparación de TIR vs TNA de mercado*  
 conviene invertir en Sistema de Abastecimiento dado que me da un rendimiento de 011% y el mercado de 005%  
 conviene invertir en Bomba dado que me da un rendimiento de 010% y el mercado de 005%

*Decisión entre proyectos- Comparación de VAN*  
 conviene invertir en Bomba ya que su VAN es mayor que Sistema de Abastecimiento