

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES



TEMA:

**“DESARROLLO DE UNA MICRO-RED SOLAR FOTOVOLTAICA PARA EL
SECTOR RESIDENCIAL DE LA COMUNIDAD SAN CLEMENTE”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ENERGÍAS RENOVABLES**

AUTOR:

CRUEL GONZÁLEZ JEFFERSON EDUARDO

DIRECTOR:

MSc. ÁLVAREZ JÁTIVA LUIS HERNÁN

IBARRA, 2022

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES

**“DESARROLLO DE UNA MICRO-RED SOLAR FOTOVOLTAICA PARA EL
SECTOR RESIDENCIAL DE LA COMUNIDAD SAN CLEMENTE”**

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, previo a la obtención del Título de:

INGENIEROS EN ENERGÍAS RENOVABLES

APROBADA:

Luis Álvarez MSc

DIRECTOR

FIRMA

Juan Guamán MSc

ASESOR

FIRMA

Jorge Granja MSc

ASESOR

FIRMA

IBARRA, 2022



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0803015213		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Cruel Gonzalez Jefferson Eduardo		
DIRECCIÓN:	Elías Liborio Madera y Salinas- Ibarra		
EMAIL:	Jecruelg@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0983775473

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DESARROLLO DE UNA MICRO-RED SOLAR FOTOVOLTAICA PARA EL SECTOR RESIDENCIAL DE LA COMUNIDAD SAN CLEMENTE
AUTOR (ES):	Cruel Gonzalez Jefferson Eduardo
FECHA: DD/MM/AAAA	12-09-2022
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Energías Renovables
ASESOR /DIRECTOR:	MSc. Álvarez Játiva Luis Hernán

1. CONSTANCIAS

El autor Jefferson Eduardo Cruel González manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 12 días del mes de septiembre de 2022

EL AUTOR



Jefferson Eduardo Cruel González

Agradecimiento

Agradezco a Dios por guiarme en todo el camino de mi carrera universitaria proporcionándome fuerzas para superar los obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi madre Narcisa y a mi padre Eduardo, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo, a ellos les dedico la presente investigación, porque han fomentado en mí, el deseo de superación y de triunfo en la vida.

A todos los docentes, que me brindaron sus elevados conocimientos y experiencias vividas en el campo profesional, especialmente al director de Tesis, Msc. Luis Álvarez y los asesores MSc. Juan Guamán y MSc. Jorge Granja, por su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas, ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta Tesis, sino también en mi formación como investigador.

Gracias al presidente de la Comunidad San Clemente, por haber aceptado que se realice esta investigación en su prestigiosa comunidad y en especial al Sr. Fernando Colimba.

Dedicatoria

Este trabajo de investigación con todo mi corazón la dedicó al Rey de Reyes y Señor de señores (Jesucristo) por su inmenso amor e infinita misericordia brindada a mi familia, al proveer de salud, sabiduría, paciencia, gozo y paz.

A mis padres y hermanas, porque me han forjado como la persona que soy hoy en día. Su paciencia, amor y bendición me ha protegido y me ha llevado por el buen camino, motivándome alcanzar todos mis sueños.

A mis tíos: Glovandis, Samuel, Vilma, Julio y Carlos, y toda mi familia, porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento de Problema y Justificación.....	3
1.3. Pregunta Directriz.....	4
1.4. Objetivos de la Investigación	4
1.5. Hipótesis.....	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Radiación Solar	5
2.2. Medición del Recurso Solar	7
2.3. Bases de Datos de Irradiación	12
2.4. Micro-red.....	13
2.5. Equipos de las Micror-redes.....	14
2.3. Metodo Centro Gravedad Para Localización	18
2.4. Software	19
2.5. Marco Legal	19
CAPÍTULO III.....	20
METODOLOGÍA	20
3.1. Área de estudio.....	20
3.2. Materiales	20
3.3. Métodos.....	21
3.3.1. Elaboración de mapa solar del lugar de estudio y ubicación de las centrales fotovoltaicas	21
3.3.2. Evaluación del recurso solar.....	21
3.3.3. Diseño de las micro-redes solar fotovoltaicas para el sector residencial	21
3.3.4. Estudio Económico	24
CAPÍTULO IV.....	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1. Evaluación del recurso solar energético en la Comunidad San Clemente	26
4.1.1. Validación de datos de irradiación	26
4.1.2. Recurso solar de la Comunidad San Clemente	26

4.1.3. Temperatura de la Comunidad San Clemente	27
4.1.4. Mapa de radición solar de la Parroquia La Esperanza	27
4.2. Dimensionamiento de las micro-redes solar fotovoltaicas de acuerdo al modelamiento del consumo energético para el sector residencial de la Comunidad San Clemente	29
4.2.1. Dimensionamiento de las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas para sector residencial de la Comunidad San Clemente	30
4.2.2. Dimensionamiento de las micro-redes solar fotovoltaicas conectada a la red pública para el sector residencial de la Comunidad San Clemente.....	33
4.3. Análisis de viabilidad económica de las micro-redes solar fotovoltaicas.....	35
4.3.1. Análisis de viabilidad económica de las micro-redes solares fotovoltaicas aisladas	36
4.3.2. Análisis de viabilidad económica de las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red	40
CAPÍTULO V	45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
5.1. Conclusiones	45
5.2. Recomendaciones.....	46
ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de piranómetros.....	11
Tabla 2 Equipos y materiales para utilizar en la investigación.....	21
Tabla 3 Interpretación del VAN.....	25
Tabla 4 Interpretación del TIR.....	25
Tabla 5 Parámetros financieros.....	25
Tabla 6 Análisis de varianza entre los datos ínsito y base datos NRSDB	26
Tabla 7 Orientación de módulos fotovoltaicos	29
Tabla 8 Análisis de consumo de energía	29
Tabla 9 Especificaciones técnicas del panel fotovoltaico EOS MONO	31
Tabla 10 Resumen de los materiales y equipos para implementación de las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas.....	32
Tabla 11 Especificaciones técnicas del panel fotovoltaico RESUN.....	34
Tabla 12 Resumen de los materiales y equipos para implementación de las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red pública	34
Tabla 13 Costo del servicio básico de los sistemas fotovoltaicos aislados.....	37
Tabla 14 ¡Error! Marcador no definido.....	37
Tabla 15 Ahorro económico de las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas	37
Tabla 16 Indicadores financieros de las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas.....	38
Tabla 17 Indicadores financieros de las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas con diferentes precios de energía eléctrica	39
Tabla 18 Costo de los servicios básicos para las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red pública.....	41
Tabla 19 Costo de servicio mantenimiento de las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red pública.....	42
Tabla 20 Ahorro económico de las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red	42

Tabla 21 Indicadores financieros de las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red.....	42
Tabla 22 Indicadores financieros de las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red con diferentes precios de energía eléctrica	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Radiación solar terrestre	5
Figura 2 Espectro solar	6
Figura 3 Pirheliómetros.....	10
Figura 4 Piranómetro	11
Figura 5 Heliógrafo.....	12
Figura 6 Micro-redes.....	14
Figura 7 Energía Fotovoltaica.....	15
Figura 8 Regulador de voltaje.....	16
Figura 9 Inversor.....	17
Figura 10 Sistema Almacenamiento	18
Figura 11 Método centro de gravedad	18
Figura 12 Mapa de ubicación de la Comunidad San Clemente	20
Figura 13 Radiación Global de la Comunidad San Clemente	27
Figura 14 Promedio radiación solar por hora de la Comunidad San Clemente	28
Figura 15 Temperatura de la comunidad de la San Clemente	28
Figura 16 Mapa ubicación de centrales fotovoltaicas de la comunidad San Clemente	31
Figura 17 Costo de los equipos y materiales eléctricos para las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas	37
Figura 18 Costo de los equipos y materiales eléctricos para instalación de las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red.....	41

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nombre del estudiante: Jefferson Eduardo Cruel González

RESUMEN

La creciente demanda de energía en el mundo conlleva buscar soluciones en los aspectos políticos, económicos y técnicos para mitigar el colapso de los sistemas ambientales y sociales, mediante las energías renovables y tecnologías avanzadas. La investigación está orientada al diseño y análisis económico de una micro-red solar fotovoltaica para el sector residencial de la Comunidad San Clemente y plantear alternativas viables de energía solar fotovoltaica. En la primera fase se analiza los datos de la base datos NRSDB en donde el recurso solar en la Comunidad San Clemente, alcanza valores entre 5.01 kW/m² a 5.29 kW/m² se puede decir que la comunidad tiene buen potencial energético para desarrollar proyectos fotovoltaicos. La segunda fase comprende el diseño de las micro-redes solar fotovoltaicas con base al consumo de energía residencial en el área de estudio: una configuración consiste en una micro-red solar fotovoltaica distribuida conectada a la red, de potencia 330 Wh/año mediante 3 módulos fotovoltaicos de 110 Wp/12 VDC policristalino y un inversor de red de 750 W por cada domicilio; la segunda configuración son micro-redes solar fotovoltaicas centralizadas aisladas conformadas por 56 módulos de 400 Wp/24 VDC monocristalino, 20 inversores de diferentes potencias y 26 baterías 150 Ah/12 VDC gel de ciclo profundo para cubrir toda la demanda energética de la comunidad. Finalmente, se analizó la viabilidad económica de las dos configuraciones de micro-redes solar fotovoltaicas y ambas no son rentables por el costo de los equipos y subsidio de la energía eléctrica en el Ecuador, en caso de que se pagara la energía eléctrica sin subsidio a 70 ¢/kWh conforme el Decreto Ejecutivo No. 451-A del ARCONEL-2022 las instalaciones solar fotovoltaicas tendrían rentabilidad y favorece el desarrollo de esta tecnología.

Palabras clave: Micro-redes, Recurso Energético, Viabilidad Económico, Diseño

ABSTRACT

The growing demand for energy in the world entails seeking solutions in the political, economic and technical aspects to mitigate the collapse of environmental and social systems, through renewable energies and advanced technologies. The research is oriented to the design and economic analysis of a photovoltaic solar micro-grid for the residential sector of the San Clemente Community and to propose viable alternatives of photovoltaic solar energy. In the first phase, the data from the NRSDB database is analyzed where the solar resource in the San Clemente Community reaches values between $5.01 \text{ kW} / \text{m}^2$ to $5.29 \text{ kW} / \text{m}^2$ it can be said that the community has good energy potential to develop photovoltaic projects. The second phase includes the design of photovoltaic solar micro-grids based on residential energy consumption in the study area: one configuration consists of a distributed photovoltaic solar micro-grid connected to the grid, with a power of 330 Wh/year through 3 photovoltaic modules of 110 Wp/12 polycrystalline VDC and a 750 W grid inverter for each home; the second configuration is isolated centralized photovoltaic solar micro-grids made up of 56 modules of 400 Wp/24 VDC monocrystalline, 20 inverters of different powers and 26 batteries 150 Ah/12 VDC gel of deep cycle to cover all the energy demand of the community. Finally, the economic viability of the two configurations of photovoltaic solar micro-grids was analyzed and both are not profitable due to the cost of equipment and subsidy of electrical energy in Ecuador, in case the electric energy was paid without subsidy at $70 \text{ ¢} / \text{kWh}$ according to Executive Decree No. 451-A of ARCONEL-2022 the photovoltaic solar installations would have profitability and favors the development of this technology.

Keywords: Micro-grids, Energy Resource, Economic Viability, Design

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La creciente demanda de energía a nivel mundial conlleva a buscar soluciones en los aspectos políticos, económicos y técnicos para mitigar el colapso de los sistemas ambientales y sociales, mediante las energías renovables y tecnologías avanzadas (Kazem, 2018). La utilización de las energías alternativas debido a la innovación tecnológica, reduce el coste y fomenta la utilización de fuentes energéticas como la solar, eólica y otras alcanzándose un tercio de energía eléctrica en los últimos años (Shinn, 2018), también permite realizar proyectos en zonas rurales que no cuentan con suministro eléctrico, este tipo de instalación posee alta durabilidad y un bajo mantenimiento, proporcionando así el acceso a la energía eléctrica a millones de personas que no cuentan con este recurso energético, se puede señalar en la cumbre climática celebrada en París en 2015 (COP-21), estableció que el 35% y el 43% de la energía eléctrica doméstica deberían provenir de fuente renovables para los años 2024 y 2030, respectivamente (Naciones unidas, 2015). Actualmente la energía solar fotovoltaica representa aproximadamente el 38.5%, la energía eólica el 19.5%, los biocombustibles líquidos subieron al 11.5%, el biogás 7.5%, la energía solar térmica el 5.5% y finalmente la energía geotérmica el 4% (IAE, 2020).

La generación solar fotovoltaica aumentó el 22% en últimos cinco años y representa el segundo mayor crecimiento de generación absoluta entre todas las tecnologías renovables, ligeramente por detrás de la energía eólica y superior a la energía hidroeléctrica, debido a los recientes cambios de política y las incertidumbres en China que tiene el mayor mercado fotovoltaico a nivel mundial (IAE, 2020). La utilización eficaz de la energía solar fotovoltaica es una buena alternativa para afrontar las crisis energéticas de los países, el desarrollo tecnológico será competitivo en relación con otras fuentes de energía (Villas, 2018). Este tipo de tecnología tiene relación con los aspectos económicos y múltiples beneficios al medio ambiente (García, 2016).

El crecimiento de la energía solar fotovoltaica en los países en desarrollo será rápido y desplazará a los combustibles fósiles, debido a los costes de generación cada vez menores, con una marcada tendencia favorable; atribuible a la reducción de los precios en el mercado bajo condiciones competitiva y menor riesgo (Banco Mundial, 2017). La energía solar fotovoltaica ha demostrado impresionantes avances técnicos, económicos y financieros, integrándose en los

grandes programas de electrificación rural en distintas partes del mundo (Argentina, la India, México, Sudáfrica, los Estados Unidos y Zimbabue) (FAO, 2018).

La transformación de la población en las últimas décadas posiciona a la energía eléctrica como una necesidad primaria para el desarrollo de las actividades cotidianas obliga a identificar las desventajas del sistema eléctrico tradicional y buscar nuevas técnicas y tecnologías para afrontar el incremento de la demanda de forma eficiente y sostenible (Nicolas, s. f.). En la actualidad la idea más avanzada es tender una estructura de aprovechamiento de los sistemas eléctricos distribuidos en numerosas células de generación y consumo de mediana o pequeña potencia, de modo que se gestiona de forma autónoma denominados “micro-redes”, ya que estos sistemas garantizan una mayor conexión de generación con energía renovables y además responde a la estabilidad y la eficiencia del sistema distribución (*Cámara et al.*).

El concepto de micro-redes se viene desarrollando de forma progresiva, se puede señalar que sus inicios se remontan a la década de los 90 con la incorporación de medidores automáticos, además el aumento en el precio de los combustibles fósiles, alimentación de energía eléctrica en lugares remotos, también el deseo de optimizar y monitorear el consumo energético (*Yanchapanta s.f.*). El primer proyecto de este sistema se realizó en Italia en el año 2000 que consistió masivo de contadores que abarcó cerca de 27 millones de hogares, posteriormente en el año 2002 con la ayuda de un simulador se logró estudiar y analizar muchos problemas antes de la experimentación de un sistema real (*Calderón et al., s.f.*).

Con el pasar del tiempo se desarrollaron dispositivos de acumulación de gran capacidad y medidores inteligentes que controlan el gasto energético de cada uno de los consumidores, de la misma forma estos sistemas han evolucionado de diferente forma alrededor del mundo, no todos los gobiernos han creado políticas adecuadas que fomenten su desarrollo. Los países más desarrollados han realizado grandes avances, mientras que el resto de países han comenzado a dar pequeños pasos (*Sanhueza,2020*)

Por otra parte, la capacidad instalada de generación de energía del Ecuador es aproximadamente 8.8 GW, la cual proviene en un 58.45% de la energía hidroeléctrica y 39.25% de la energía térmica y 2.3% proviene de otras fuentes como es solar, biomasa y eólica (*CELEC EP, 2020*). A causa de esto el estado como entidad reguladora busca mejorar la distribución de energía para todos los sectores de la población, pensando en la sustentabilidad, producción de energía más eficiente y productiva para las generaciones futuras (*Maldonado, 2018*).

La cobertura de electrificación del país es de aproximadamente del 91% a nivel nacional y en el sector rural es 85%, dado que en zonas fronterizas y orientales el servicio eléctrico es todavía muy precario, por lo que las metas del gobierno nacional son alcanzar una cobertura

de electrificación rural del 90% en todas las provincias (Espinosa, 2018). La energía eléctrica es un sector estratégico para el gobierno que lo demuestran en los diferentes planes y programas que han puesto en marcha, a través del Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCONEL), que es el actor principal y encargado de la rectoría, planificación, control y desarrollo del sector (Oña, 2018).

En el Ecuador ya existen proyectos y programas de generación eléctrica con sistema fotovoltaico, surgieron para atender el suministro de energía a las viviendas de sectores rurales, debido a su ubicación geográfica no es posible electrificar con redes de distribución (CELEC EP, 2016). La capacidad instalada de energía solar fotovoltaica es de 26.74 MW durante el año 2021, dado que la capacidad de generación se ha mantenido durante cinco años debido a que no se ha implementado otra planta de energía solar de gran escala a la red del país, y también por falta de financiamiento y trabas del sector público regulador (Bellini, 2019).

La Universidad Técnica del Norte en conjunto con la carrera de Energías Renovables tiene su principal objetivo presentar trabajos que beneficios a la comunidad, desarrollar e implementar proyectos que mejoren la calidad de vida de las personas, el presente proyecto se encuentra adicionalmente alineado a las estrategias gubernamentales, que promueven el uso de tecnología ambientales.

1.2. Planteamiento de Problema y Justificación

En el Ecuador la generación de energía eléctrica representa más del 20 % de las emisiones totales y el sector residencial constituye el 25 % del consumo eléctrico (CONELEC, 2011), condiciones apropiadas para fomentar el uso de la energía solar fotovoltaica. La política energética y ambiental en el país está orientada a reducir los costos con base al consumo de electricidad mediante dos opciones: La primera al uso de la energía eléctrica con moderación en el hogar o trabajo, sin descuidar el despilfarro o mediante la implementación de equipos eficientes. La segunda consiste en el uso de otras fuentes alternativas de energía eléctrica.

El aprovechamiento de la tecnología fotovoltaica para la generación de energía eléctrica en el Ecuador alcanza el 0,32 % y en la provincia de Imbabura es poco utilizada, atribuible a la falta de conocimiento en general.

En la Comunidad de San Clemente ubicada en la parroquia La Esperanza no existe el aprovechamiento de la generación fotovoltaica de energía eléctrica y constituye un gran desafío implementarla en forma sostenible a nivel residencial, para satisfacer las necesidades y optimizar la distribución, sobre todo en sistemas de vivienda rurales y dispersos.

Esta investigación se enfocará al diseño y el análisis económico de una micro-red solar fotovoltaica para la Comunidad San Clemente y plantear que las energías renovables (la energía

solar fotovoltaica) es una alternativa viable para dar solución a la generación energía eléctrica a viviendas rurales o dispersas, siendo así un proyecto sustentable de largo plazo debido a que aprovecha la energía solar.

1.3. Pregunta Directriz

¿Es posible satisfacer la demanda energética del sector residencial de la Comunidad San Clemente mediante el aprovechamiento del recurso solar?

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivos General

Diseñar una micro-red solar fotovoltaica para proveer de energía eléctrica al sector residencial para la Comunidad San Clemente.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el recurso solar energético en la Comunidad San Clemente.
2. Dimensionar una micro-red de acuerdo al modelamiento del consumo energético para el sector residencial de la Comunidad San Clemente.
3. Realizar el análisis económico de la micro-red solar fotovoltaica.

1.5. Hipótesis

La micro-red solar fotovoltaica tiene la capacidad de abastecer el 80% de la demanda de energía eléctrica del sector residencial de la Comunidad San Clemente

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

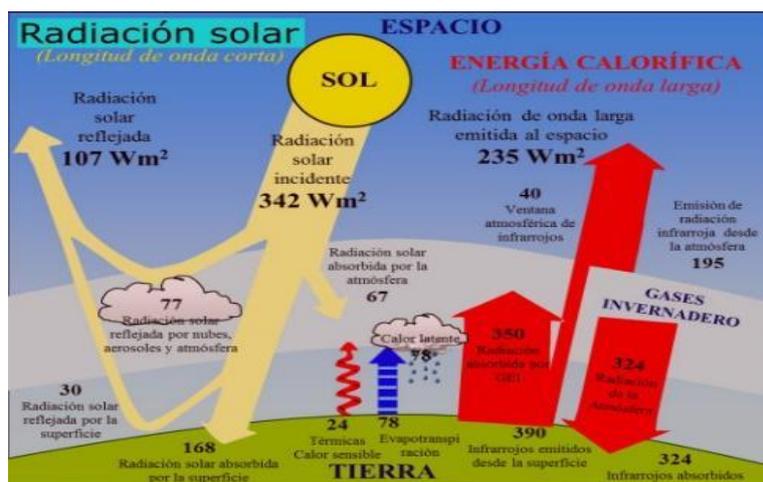
En este capítulo se identifican las fuentes primarias y secundarias sobre las cuales se sustenta la investigación y el diseño de las micro-redes, además, en visión completa de los planteamientos teóricos sobre los cuales se fundamenta la metodología de estudio en las fases de observación, experimentación y conclusión.

2.1. Radiación Solar

La radiación solar es la emisión y propagación de energía electromagnética a través del espacio, dado que esta energía determina la dinámica de los procesos atmosféricos y meteorológicos del planeta tierra (Myers, 2013). La radiación que intercepta la tierra sufre varios fenómenos que amortigua su intensidad de manera espectralmente selectiva a causa de la atmósfera, estos procesos son; reflexión en las nubes, absorción por las moléculas de gases o por partículas en suspensión la radiación solar alcanza la superficie terrestre oceánica y continental la refleja o la absorbe. Por otra parte, la cantidad radiación absorbida por la superficie es devuelta al espacio en forma de calor (IDEAM, 2016).

Figura 1

Radiación solar terrestre



Fuente: Boris (2020)

Las radiaciones electromagnéticas se originan por la aceleración de las cargas eléctricas de modo que llega la superficie terrestre, ya sea de forma directa que no sufre por lo agente atmosférico o difusa que se dispersa en la atmósfera, puesto que el resto de radiaciones son absorbidas o dispersada por los elementos terrestres o se pierden en el espacio, cabe destacar que la suma de las dos radiaciones forma radiación global (Fondriest, 2014). La radiación que

intercepta el planeta tierra está entre 100 nanómetros y 1 micrómetro de manera que esta banda se divide en tres rangos: radiación ultravioleta, visible e infrarroja (Fernández, 2018).

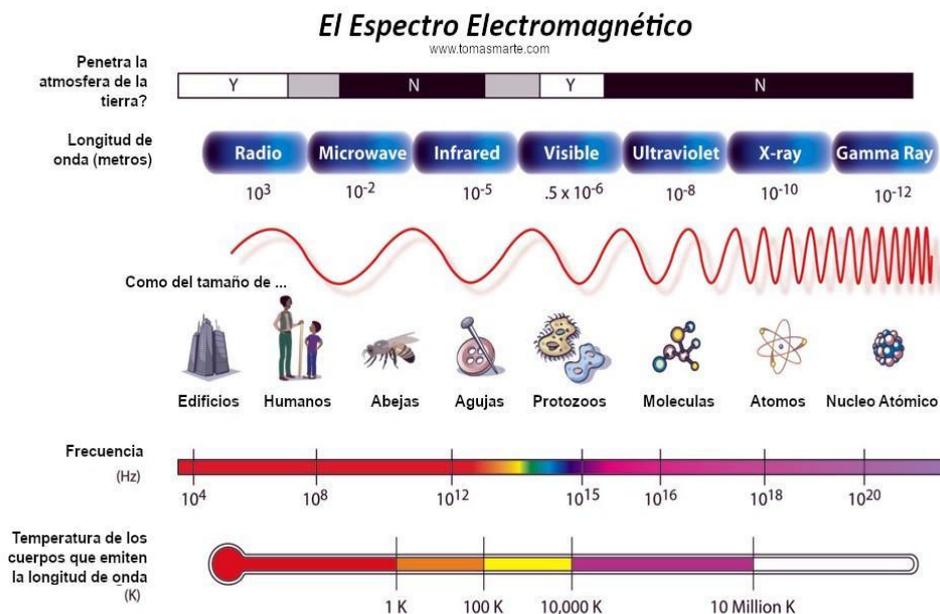
a) **La radiación ultravioleta:** Este tipo de radiación tiene una longitud de onda superior a 100 nanómetros e inferior a 400 nanómetros, ya que este tipo de radiación es absorbida por la capa de ozono y por el oxígeno.

b) **La radiación visible:** Tiene una longitud de onda menor de 700 nanómetros, ya que este tipo de radiación es absorbida fácilmente por el agua y moléculas de dióxido de carbono, además es responsable de calentar la superficie terrestre de la tierra.

c) **La radiación infrarroja:** Se encuentra dentro del rango de 400-700 nanómetros, cabe decir que a medida que la luz visible llega a la tierra una superficie la absorbe o refleja diferentes longitudes de onda produciendo un color visible.

Figura 2

Espectro solar



Fuente: Tomas (2020)

Las ondas electromagnéticas emitida por el sol se produce con una temperatura superficial de unos 5000 °K, se puede señalar que las radiaciones que intercepta el planeta tierra son de longitudes corta como se muestra en la figura 1 van de 100 nanómetro y un milímetro, por ello en la energía solar fotovoltaica se utilizar materiales de emisividad selectiva para mejor aprovechamiento de la energía (Arrieta, 2015).

2.2. Medición del Recurso Solar

Las energías renovables dependen de la evaluación de los recursos para planificar y ver su tecnología de producción, por ello la energía solar fotovoltaica se basa en datos medidos para tomar decisiones económicas y de ingeniería (Stoffel, 2013). La medición del recurso solar es la caracterización de la irradiancia solar disponible para la conversión de energía para una ubicación específica durante un tiempo histórico de hecho, hay dos métodos para realizar una medición: mediciones terrestres *in-situ* se utiliza varios instrumentos de medición o diversos sensores para medir la irradiancia solar en el lugar específico y recopilación de datos satelitales (Aghaei, 2020).

2.2.1. Recopilación de Datos Solares con Satelitales

Los satélites meteorológicos geoestacionario registran la radiación solar del sistema atmosférico a alta frecuencias temporales, por lo cual proporciona un medio para estimar la irradiancia solar de la superficie, además tiene la capacidad de generar series de datos de tiempo que abarcan varias décadas sin tener que esperar la recopilación de datos *in situ* (Janjai, 2013). La ventaja de este método es su capacidad para aplicarse con alta resolución espacial en áreas pequeñas o con una resolución espacial más baja en grandes áreas geográficas, por esta razón la mayoría de estos modelos se desarrollaron para zonas de latitud media y alta (Gurtuna & Prevot, 2011).

La utilización de estos métodos ha permitido aumentar la cobertura espacial y la resolución espacial de regiones, continentes y el mundo con una resolución más baja por lo cual, se basan en largos períodos de registro para lograr un alto grado de representatividad temporal o para describir variaciones estacionales y de más largo plazo (Raush et al., 2016).

La Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) gestiona satélite meteorológico, geoestacionarias y en órbita polar. Estos satélites se distribuyen entre tres programas operativos: el Sistema de satélites polares conjuntos (JPSS), el programa de satélites Ambientales Operacionales Geoestacionarios (GOES) y el programa de satélites ambientales operacionales polares (POES), de modo que estos programas ayudan a monitorear y predecir eventos climáticos y ambientales, incluidos sistemas tropicales, tornados, inundaciones repentinas, tormentas de polvo, erupciones volcánicas e incendios forestales (National Climatic Data Center, 2018).

Para la obtención de datos meteorológicos para el continente Americano de acuerdo con NOAA (2018), se utiliza el programa de satélites ambientales operacionales geoestacionarios (GOES), por ello existen dos satélites: el GOES W y el GOES E los cuales muestran los factores meteorológicos de las zonas específicas estos son: Satélite GOES W este

cubre la zona oeste del territorio norteamericano, teniendo a cargo la toma de datos del Oeste de los Estados Unidos, Noreste de Pacífico, Pacífico Central, Pacífico Oriental, Alaska y Hawái, por otra parte el satélite GOES E cubre la zona este del territorio norteamericano como: Noreste del Pacífico, Montañas Rocosas del Norte, Alto Valle del Mississippi, Grandes Lagos, Noroeste, Suroeste del Pacífico, Montañas Rocosas del Sur, Llanuras del Sur, Valle del Sur de Mississippi y el Sureste. Cabe mencionar que el satélite GOES E cubre el territorio de Ecuador.

2.2.1.1. Modelos de irradiancia basados en satélites

Los modelos para estimar radiación solar a partir de imágenes satelitales se pueden clasificar en modelos estadísticos y modelos físicos, de manera que utilizan parametrización con coeficientes ajustables a partir de datos de radiación solar medidos, por lo cual logran un buen desempeño en regiones específicas para las cuales se cuenta con información de buena calidad (Laguarda et al., 2018).

2.2.1.1.1. Modelos Físicos

Consisten en aplicaciones de leyes físicas para realizar las estimaciones de radiación a partir de parámetros definidos por la climatología en la estructura atmosférica, también es importante considerar el estudio de estos parámetros y sus valores son generalizables para algunas zonas de la tierra (Ernst et al., 2016).

EL modelo físico PSM para NSRDB: Se enfoca en la física de la nube y otras propiedades atmosféricas se recuperan de los datos del Satélite Ambiental Operacional Geostacionario, además utilizan como insumos para un modelo de transferencia radiactiva para calcular la radiación, cabe destacar que los datos solares y meteorológicos Datos Nacional de Radiación Solar (NSRDB) son registrados cada media hora de aproximadamente 2 millones de píxeles, con una superficie de 0.038 grados de latitud por 0.038 grados longitud es decir aproximadamente de una distancia de 4 km² (Datos de EE. UU. - NSRDB, 2021).

2.2.1.1.2. Modelos Estadístico

Se fundamentan en el ajuste de las mediciones captadas por el satélite mediante modelos de regresión, tomando como referencia la correlación existente con las mediciones registradas por instrumentos terrestres como piranómetros y estaciones meteorológicas, además se basa en ajuste empírico de expresiones que relacionan el flujo radiactivo detectado por el satélite e imágenes METEOSAT que realizan una normalización de los valores de píxel entre valores máximos y mínimos del conjunto de píxeles de la imagen analizada (Tsilimigaki et al., 2003).

2.2.2. Instrumentos de Radiación Solar

Para evaluar la disponibilidad de energía solar que llega a un lugar específico se utiliza instrumento de medición, de modo que permite desarrollar modelos empíricos para predecir la disponibilidad de energía solar. Por otra parte, la medición de la radiación solar se utiliza los radiómetros que consiste en transformar la energía proveniente del sol en otro tipo de energía, principalmente electricidad, de forma que esta última pueda ser medida de una forma mucho más sencilla (Gallegos, 2016). La medición con este instrumento depende de la orientación e inclinación que esté situado el sensor, debido a que no sería lo mismo registrar la radiación incidente en una superficie horizontal que en una vertical (Hussein,2016).

Cabe señalar que existe dos tipos de radiómetro que son: piranómetro y pirheliómetros de manera que estos instrumentos se pueden clasificar en diversos criterios: el tipo de variable que se pretende medir, el campo de visión, la respuesta espectral, el empleo principal a que se destina (*Cardona et al. 2016*).

2.2.2.1. Pirheliómetros

Es un tipo de instrumento telescópico con una abertura estrecha de modo que permite mirar hacia el sol y sigue su movimiento, por lo cual permite establecer el nivel de irradiancia y que permite describir la potencia de radiación electromagnética de cualquier tipo que incide por cada unidad de superficie. Su funcionamiento consiste en captar la luz solar mediante una ventana la cual se encuentra ubicada sobre una termopila que le da energía y permite que el calor recibido se convierta en una señal eléctrica que es registrada (Iqbal, 1983). Es necesario que este instrumento de medición se encuentre orientado al sol para mayor efectividad ya que posee una superficie receptora y un obturador que mide la radiación procedente del sol (Dibene, 2020).

Por otra parte, existen varios tipos de pirheliómetros para medir radiación solar dependiendo de la inversión en instrumentos de medición, los objetivos de precisión y condiciones relacionadas para el uso medición. Cabe destacar que existe dos tipos pirheliómetro que son: patrones primarios es un instrumento susceptible de definir la escala de irradiancia total sin recurrir a fuentes o radiadores de referencia y los patrones secundarios son muy adecuado para la calibración de piranómetros y otros pirheliómetros de manera que se utiliza como patrón secundario (*Instrumentos Solarimetricos.pdf*, s. f.).

Figura 3

Pirheliómetros



Fuente: Pirheliómetros (2020)

2.2.2.2. Piranómetro

Es un instrumento diseñado para medir la densidad del flujo de radiación solar en un campo de 180 grados, de modo que los flujos radiantes incidentes del hemisferio superior en el rango de longitud de onda de $0,3 \mu\text{m}$ a $3 \mu\text{m}$, además estos instrumentos se basan en principios termoeléctricos, termo-mecánicos o fotovoltaicos (Marrodán, 2012). El detector del piranómetro se basa en un elemento de detección térmica pasiva llamado termopila, de forma que la radiación total es absorbida por el recubrimiento superficial negro del sensor aumenta la temperatura en la termopila, de forma que el calor generado fluye a través de una resistencia térmica hacia el disipador térmico generando diferencia temperatura en la resistencia térmica del detector, de manera que estas variables se convierte en voltaje como una función lineal de la irradiancia solar absorbida (Lopez, 2018).

Para instalación del piranómetro debe estar libre de obstáculos por encima del plano del elemento sensor y accesible, además este instrumento no debe estar próximo a paredes de color claro y otros objetos que puedan reflejar la luz solar sobre él, ni debe exponerse a fuentes artificiales de radiación (Santana, 2018).

Las propiedades de los piranómetros que hay que tener en cuenta al evaluar la precisión y calidad de la medida de la radiación son: sensibilidad, estabilidad, tiempo de respuesta, respuesta cosenoidal, respuesta azimutal, linealidad, respuesta de temperatura y respuesta, de modo que pueden definirse en tres clases de piranómetro de forma que se detallan en la tabla 1 (Carrasco, s. f.).

Figura 4*Piranómetro*

Fuente: Instrumento de medición (2021)

Tabla 1*Clasificación de piranómetros*

Característica	Patrón secundario	Primera clase	Segunda clase
Resolución (variación mínima detectable en ± 1 W m ⁻²)	± 1	± 5	± 10
Estabilidad (tanto por ciento de totalidad de escala, variación/año)	± 1	± 2	± 5
Respuesta cosenoidal (tanto por ciento de desviación respecto de la ideal para una altura solar de 10° en un día despejado)	$<\pm 3$	$<\pm 7$	$<\pm 15$
Respuesta azimutal (tanto por ciento de desviación de la media para una altura solar de 10° en un día despejado)	$<\pm 3$	$<\pm 5$	$<\pm 10$
Respuesta de temperatura (tanto por ciento de error máximo debido a variación de la temperatura ambiente dentro del intervalo de operación)	± 1	± 2	± 5
No linealidad (tanto por ciento de totalidad de escala)	$\pm 0,5$	± 2	± 5
Sensibilidad espectral (tanto por ciento de desviación de la absorbancia media 0,3 a 3 μm)	± 2	± 5	± 10

Característica	Patrón secundario	Primera clase	Segunda clase
Tiempo de respuesta (respuesta del 99%)	<25s	<1 min	<4 min

2.2.2.3. Heliógrafo

Es un artefacto que sirve para estimar la intensidad y la extensión del tiempo de insolación mediante la reflexión solar. El instrumento se compone de una bola de cristal que hace concentrar la luz del sol sobre una banda, dado que genera datos de duración de la insolación diaria y la posición del sol de un lugar determinado. (Schmetz y Menzel, 2015).

Figura 5

Heliógrafo



Fuente: Germán (2020)

2.3. Bases de Datos de Irradiación

La información proveniente de las bases de datos solares históricas puede ser muy útil en la toma de decisiones en una instalación fotovoltaica, de hecho, permite diseñar sistemas específicos para determinadas regiones o zonas, y además deja realizar la correcta operación y mantenimiento de sistemas de conversión de energía solar (Delbert, 2019).

La base de datos de irradiancia solar para el Ecuador puede ser gratuita, a veces se necesitan requisitos mínimos no monetarios para obtener esa información con el único fin de desarrollar el uso de la energía renovable. Por otra parte, están las fuentes de datos de radiación con costo pues existen empresas dedicadas exclusivamente a la generación y comercialización de bases de datos de radiación solar a nivel mundial (Hayes, 2014).

A continuación, se detalla las bases datos de irradiación con sus respectivas características que aplicará esta investigación:

2.3.1. Atlas Solar de Ecuador

Para la elaboración de esta herramienta se ha empleado los promedios mensuales y anuales de datos satelitales de irradiación solar diaria de la base de datos nacional de radiación solar (NSRDB), de modo que estos datos fueron calculados con una resolución geográfica de 40 km por 40 km manejando el modelo matemático Climatología Solar Radiation Model (CRS) (Macancela, 2016).

Para el desarrollo del atlas solar del Ecuador la empresa CONELEC se basó en proceso de interpolación utilizando la base de datos de NSRDB del año 2008, de forma que ellos generaban 472 puntos sobre el territorio ecuatoriano en celdas de 40 km por 40 km luego utilizó el proceso de interpolación, como resultado la empresa obtuvo celda de un kilómetro (Bases de Datos Solares, 2018).

El Atlas Solar del Ecuador tiene por finalidad incluir la cuantificación del potencial solar disponible en base a mapas mensuales de insolación directa, global y difusa, con el fin de generar proyectos locales y utilizar tecnología para obtener calor y electricidad (Malu, 2015).

2.3.2. The National Solar Radiation Database

Esta base de datos proporciona datos de irradiancia solar con una resolución horizontal de 4 km para cada intervalo de 30 minutos desde 1998 a 2019, de forma que se aplica el modelo solar físico (PSM) del Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL) en los datos que se obtiene del Satélite Ambiental Operacional Geoestacionario de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) o (GOES) (Sarmiento, 2016).

Los datos de irradiancia se han validado y demostrado que concuerdan con las observaciones de superficie con movimientos porcentuales medios dentro del 5% y el 10% para la irradiancia horizontal global e irradiancia normal directa (Sengupta, 2018). Se puede acceder a los datos libremente a través de su página web ya que utilizan una interfaz de programación de aplicaciones, además esta información ha sido ampliamente utilizada por grupos de investigadores y también por industria de energía renovables (Shinn, 2020).

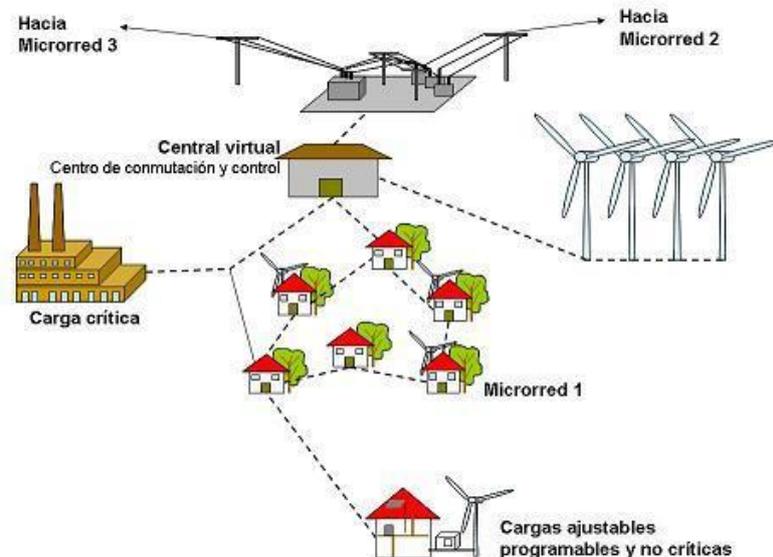
2.4. Micro-red

Las micro-redes son sistemas que integran la generación de electricidad y el almacenamiento energético, ya que son capaces de reducir las pérdidas de transmisión y mejorar la eficiencia de utilización de electricidad (Guadalix, 2018). Este tipo de redes se puede desconectar, permitiendo que funcione de forma autónoma y a su vez son capaces de unificar la generación de pequeña escala y flexible a la energía limpia y los controles inteligentes (Luna, 2016).

En cuanto a su funcionamiento en micro-redes en sistema aislado la red principal y los generadores tienen que ser capaces de responder con rapidez a los cambios en el consumo para que así tanto la tensión como la frecuencia se mantengan estables (Montenegro, 2019). El funcionamiento de las micro-redes en sistema conectado a la red consiste en operar a la misma frecuencia y carga eléctrica del sistema interconectado, de manera que elementos de generación funcionen sin ningún problema cuando esté conectado al sistema de distribución (Cener, 2019). El uso de este tipo de sistema eléctrico consiste en optimizar la transmisión y distribución de energía, y también permite conectar a los consumidores a la red y proporcionar un mayor control sobre el uso de energía (IRENA, 2016).

Figura 6

Micror-redes



Fuente: Bryan (2020)

2.5. Equipos de las Micror-redes

2.5.1. Equipos de Generación

En una micro-red los equipos de generación se pueden seleccionar dependiendo de la energía primaria que utilicen y además representa ventaja para los usuarios. A continuación, se especificará la energía que se va utilizar para la generación y sus principales componentes.

2.5.1.1. Energía Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable que se puede usar para generación de electricidad, mediante el uso de paneles solares fotovoltaicos que convierten la radiación solar en electricidad (Arencibia, 2016). La utilización eficaz y razonable de este tipo de energía es una buena alternativa para afrontar la crisis energética de la actualidad, debido a

que el coste de generación se redujo, y también se ha podido mejorar la eficiencia de la tecnología (Zuluaga, 2014).

El aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica se suele ocupar para sistemas conectados a la red o sistemas autónomos, ya que este se puede utilizar en regiones alejadas del sistema interconectado de energía eléctrica (Hernández, 2015). La generación de electricidad con el método fotovoltaico se utiliza en zonas aisladas o sectores rurales, debido al altos costes de mantenimiento y operación del sistema interconectado, a causa de esto las comunidades de sectores rurales no tengan acceso de electricidad, de manera que resulta más económico estos sistemas (Murcia, 2015). La ventaja del sistema solar fotovoltaico radica en su simplicidad: están formados por sistemas simples eléctrico y modulares, puesto que se puede instalar fácilmente y también la reparación es sencilla, además los sistemas logran adaptarse a la mayoría de comunidades y a sus necesidades.

Figura 7

Energía Fotovoltaica



Fuente: Charlotte (2019)

La eficiencia de los módulos fotovoltaicos se mide de la cantidad de electricidad que puedes producir en vatios y dividida por la cantidad de energía solar que absorbe del sol, es decir, si la eficiencia de un módulo fotovoltaico es 20% significa que es capaz de convertir el 20% de la luz solar en electricidad (Lorenzo, 2018). La eficiencia promedio de los módulos fotovoltaico va 16% al 20%, considerando que las condiciones de estudio se realizan bajo condiciones ambientales y normales, es decir que la ejecución de la prueba de los módulos

fotovoltaicos se hace baja irradiación y temperatura de 25°C y 1000 vatios de luz por metro cuadrado que golpean el dispositivo fotovoltaico (Delbert, 2020).

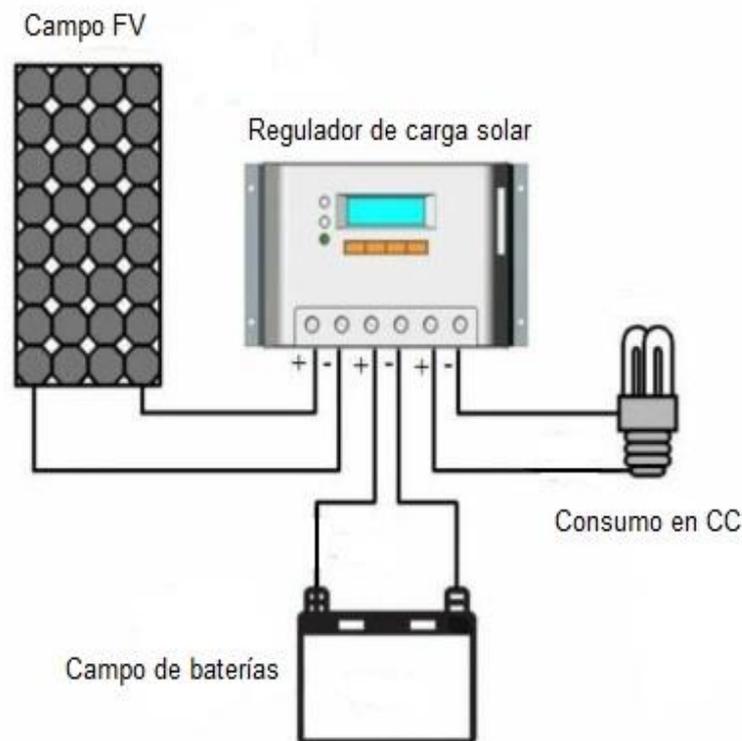
Los factores externos como: aumento de temperatura de las celdas, polvo y suciedad, mal orientación de los paneles y el sombreado, puesto que puede reducir la potencia de salida del panel en un 50% o más (Stone, 2020).

2.5.2. Regulador

Es un equipo electrónico diseñado para cumplir dos funciones; proteger a la batería de ciclo profundo de sobrecargas por parte del panel solar y evitar que los consumos en corriente directa consigan descargar a la batería por debajo de nivel mínimo. El voltaje generado por el panel solar nunca es estable de manera que varía drásticamente según la posición del sol y la intensidad de los rayos solares, de modo que se si alimenta al sistema de almacenamiento de energía o al sistema eléctrico puede causar daños a los componentes electrónicos asociados y las baterías (Anis y El-Samahy, 2016).

Figura 8

Regulador de voltaje



Fuente: Monsolar (2018)

2.2.1. Inversor

Es un equipo electrónico que está formado por un circuito que se encarga de transformar la corriente continua en corriente alterna. El inversor se puede calificar en dos grupos:

monofásicos y trifásicos, cada uno con elementos de electrónica de potencia, (BJT, MOSFET, IGBT) para su activación y desactivación controlada, y modulación de ancho de pulso “PWM” del inglés pulse-width modulation para producir AC. Estos equipos son indispensables en una microrred con fuentes de energías renovables dado que la generación de estos tipos de tecnologías aporta con corriente continua, de tal manera no puede ser utilizado en la red eléctrica convencional (Chica, 2017).

Figura 9

Inversor



Fuente: Victor (2018)

2.2.2. Sistema de Almacenamiento de Energía

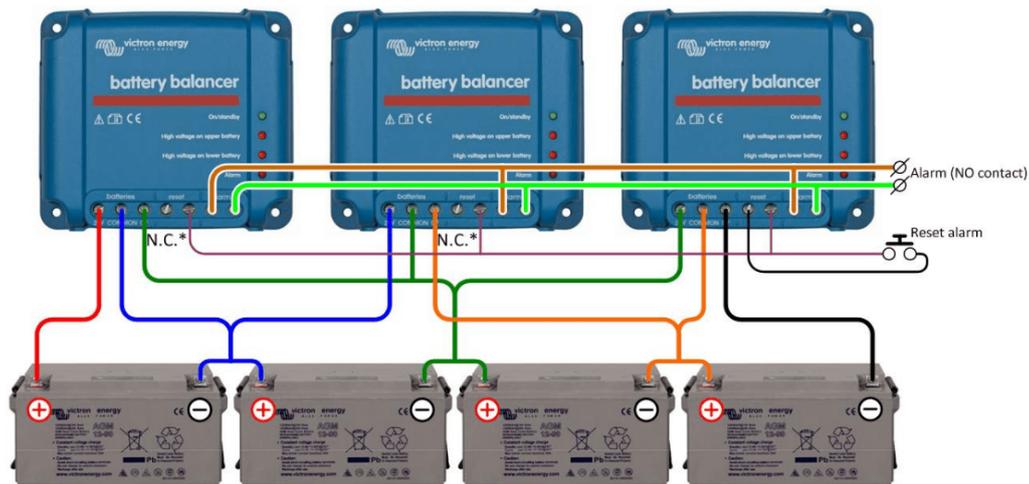
Las grandes variaciones de energía eléctrica que existen en una microrred debido al uso de fuentes de generación intermitentes, exigen el uso de equipos de almacenamiento para solventar la demanda en determinadas horas del día. En la actualidad las baterías son las más utilizadas debido a su tamaño y eficiencia, por ello se debe reducir sus costes y plantear estrategias para manejar sus desechos luego de culminar su vida útil (Priscila, 2017).

La aplicación de este tipo de tecnología depende de los siguientes parámetros;

- **Tiempo de descarga:** es el tiempo que necesita para entregar energía al sistema de manera eficiente y continúa.
- **Tiempo de carga:** El tiempo de carga de las baterías va a depender de la cantidad de unidades que se tiene a disposición y la capacidad eléctrica.
- **Capacidad de almacenamiento:** la cantidad de energía que puede almacenar el equipo expresado en kWh.

Figura 10

Sistema Almacenamiento



Fuente: Censolar (2019)

2.6. Método Centro Gravedad Para Localización

Es un modelo matemático que se utiliza para ubicar plantas de fabricación, almacenes y puntos de distribución, teniendo en cuenta la distancia y ubicación entre ellos, la contribución de cada instalación a la producción o el lugar donde se recoge el producto. El objetivo principal de este método es encontrar la ubicación óptima para una determinada instalación de una empresa en relación con los demás elementos que la componen, con el fin de garantizar los menores costos totales de envío (Roberto 19).

Figura 11

Método centro de gravedad

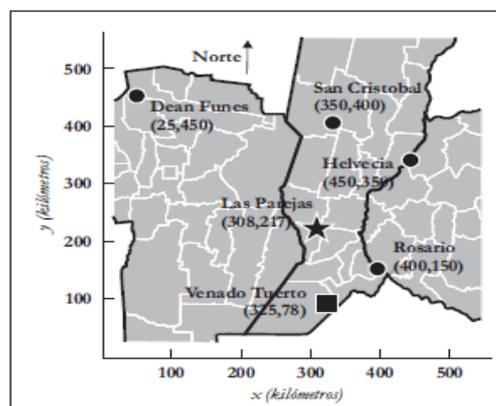


Figura 13.6
Mapa de cuadrícula para ejemplo de centro de gravedad.

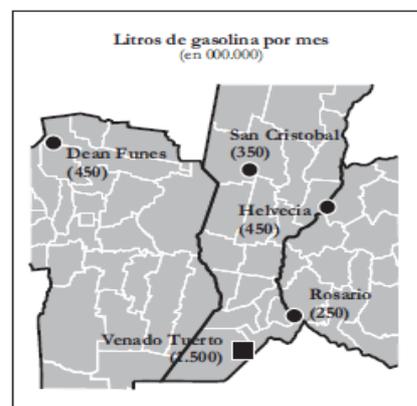


Figura 13.7
Volúmenes de despacho y requerimientos en el ejemplo.

Fuente: Roberto (2019)

2.7. Software

Es una herramienta que permite analizar información y realizar cálculos de una gran cantidad de datos de manera rápida y eficaz, por esta razón se detallaran los siguientes programas que se utilizaran para realizar esta investigación.

2.7.1. ARCGIS

Es un sistema de información geográfica que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica de un lugar específico, además permite que el usuario pueda crear y utilizar sistemas de información geográfica para publicar información geográfica y esté accesible para cualquier persona. Este sistema es utilizado por empresas, gobierno y sector de la educación a nivel mundial (ArcGIS Resource Center, 2021).

2.8. Marco Legal

2.8.1. La Constitución del Ecuador

La investigación contribuirá al uso de tecnología limpias, sanas y sin afectar a la soberanía alimentaria mediante modelos de desarrollo sustentable indicados en los Artículos 413 y 395 de la Constitución del Ecuador, busca la eficiencia energética para fortalecer una sociedad competitiva y solidaria mencionado en el Artículo 2 de la Ley Orgánica de Eficiencia Energética

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

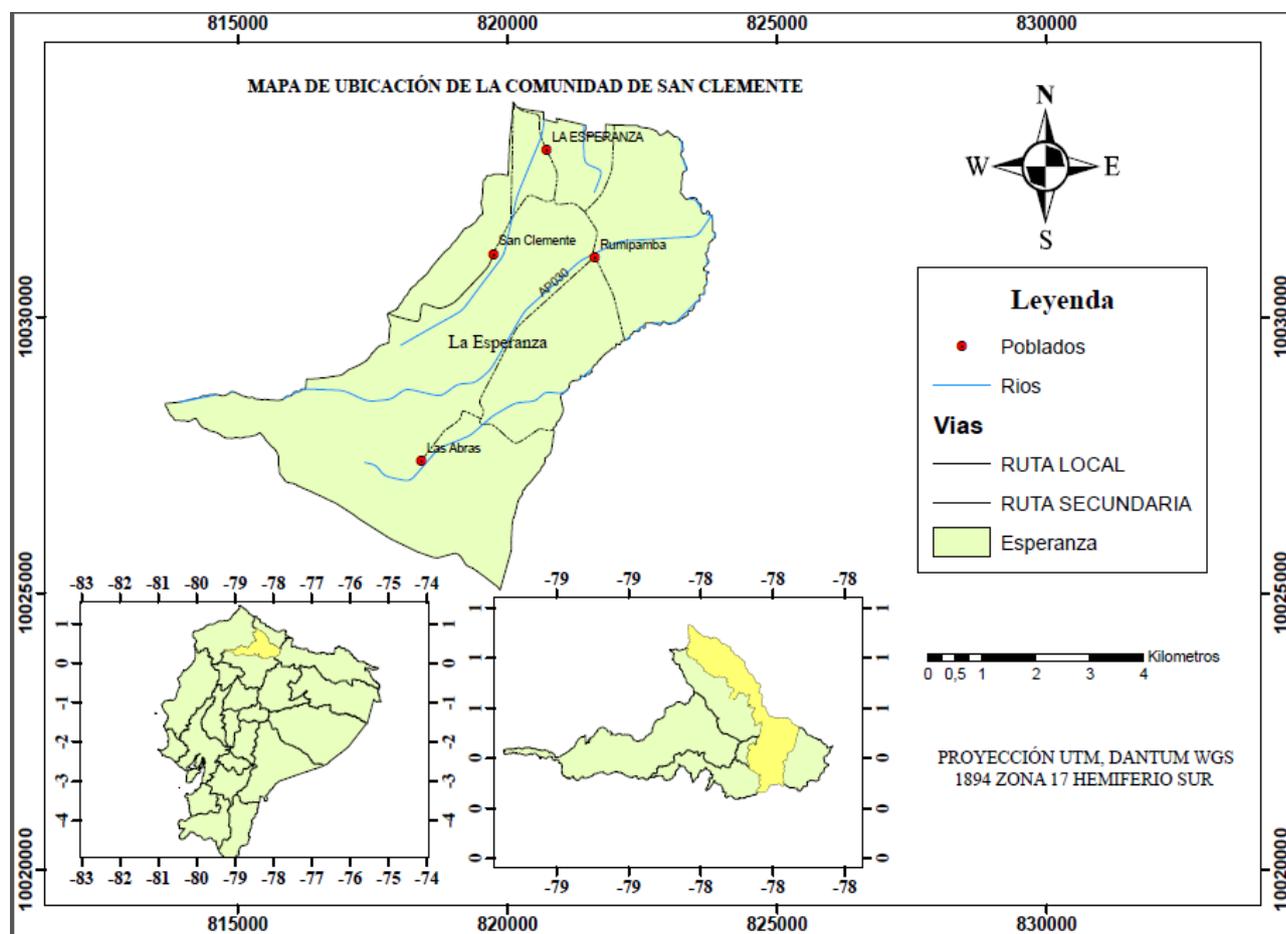
A continuación, se detalla los métodos y técnicas para el cumplimiento de los objetivos planteados, también el uso de materiales y que equipos que se utilizarán durante la investigación

3.1. Área de estudio

La Comunidad San Clemente se encuentra ubicada en la parroquia La Esperanza de la provincia de Imbabura, además la superficie aproximada de la parroquia es de 71.78 Km. Las principales actividades de la comunidad son la agricultura y el turismo comunitario. (GAD Parroquial Esperanza, 2017).

Figura 12

Mapa de ubicación de la Comunidad San Clemente



3.2. Materiales

En la siguiente tabla se detallan los diferentes softwares, equipos y materiales que se van a utilizar para el desarrollo de la investigación.

Tabla 2*Equipos y materiales para utilizar en la investigación*

Materiales	Descripción
Instrumento medición de muestreo	➤ Piranómetro
Software	➤ Sistemas de información geográfica (ARCGIS) ➤ InfoStat ➤ Statgraphic
Laptop	
Libreta de campo	
Cámara fotográfica	

3.3. Métodos

3.3.1. Elaboración de mapa solar del lugar de estudio y ubicación de las centrales fotovoltaicas

Se utilizó el software de sistemas de información geográfica (ARCGIS) para seleccionar la ubicación adecuada de las centrales fotovoltaicas teniendo en cuenta los factores ambientales y técnicos como el método de centro de gravedad (Anexo 5), permite geoposicionar las centrales, así mismo, se usó los datos de radiación solar de la NRSDB para la elaboración del mapa solar (Anexo 3) (Choi, 2019).

3.3.2. Evaluación del recurso solar

Para la evaluación del recurso solar en la zona de estudio se utilizó el instrumento de medición piranómetro para obtener valores reales de radiación, durante 83 días obteniendo un nivel de confianza del 95% con un margen de error del 8%; el almacenamiento de los datos se realizó en intervalos de 30 minutos, arrojando 2 864 datos diarios (Anexo 1), además se aplicó estadística descriptiva para obtener la normalidad y conocer la correlación con la base de datos NRSDB (Yanchapanta, s. f.).

3.3.3. Diseño de las micro-redes solar fotovoltaicas para el sector residencial

3.3.3.1. Análisis del consumo de energía

En el estudio de la demanda energética del sector residencial de la comunidad San Clemente se ocupó los datos de consumo de energía residencial del año 2021 de la empresa eléctrica regional norte (EMELNORTE, 2021), esto permitió realizar el dimensionamiento de las micro-redes solar fotovoltaicas conectada a la red y aislada, según la metodología de Sánchez (2017).

3.3.3.2. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

Para el dimensionamiento de las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red y aisladas, se basó en la metodología de Mascarós (2016), en donde se hizo de acuerdo a los siguientes pasos y ecuaciones, para obtener la información del diseño de elementos a utilizar

en los diferentes sistemas fotovoltaicos y obtener valores más reales. Cabe señalar que para la evaluación del sistema solar fotovoltaico conectado a la red no se utiliza la fórmula de dimensionamiento de almacenamiento de energía, por la razón que está conectado a la red distribución de energía eléctrica y no requiere almacenar energía.

3.3.3.2.1. Ángulo de inclinación de los paneles solares.

Para obtener la inclinación óptima de los módulos fotovoltaicos se aplicó la siguiente fórmula Ec (1), con el objetivo de poder captar la mayor cantidad de radiación posible. Un panel fotovoltaico alcanza su máxima eficiencia cuando está orientado directamente hacia el sol, es por eso que se debe tomar en cuenta la línea Ecuatorial para saber que hemisferio se encuentra residencia para realizar una orientación óptima.

$$\beta_{optima} = 3.7 + 0.69 * \phi \quad \text{Ec (1)}$$

Donde:

β_{optima} = representa la inclinación óptima de los paneles[°]

ϕ = es la latitud donde se van a instalar los paneles solares [°]

3.3.3.2.2. Estimación del valor promedio mensual de irradiación diaria sobre el plano del generador fotovoltaico

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = G_{dm}(0) * k * FI * FS \quad \text{Ec 2}$$

Donde:

$G_{dm}(0)$ = Irr – adiación media sobre la horizontal

FI = Factor de irradiación

FS = Factor de sombreado

k = Factor de corrección

Factor de corrección k para superficies inclinadas representa el cociente entre energía incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el Ecuador e inclinada un determinado ángulo, y otra horizontal (Erazo & Cortez, s. f.).

El factor de irradiación es el porcentaje de radiación que incide para un generador de orientación e inclinación, para obtener el valor se aplica la siguiente fórmula.

$$FI = 1 - [1.2 * 10^{-4} (\beta - \beta_{opt})^2] \quad \text{Ec (3)}$$

Donde:

FI = factor de irradiación [sin unidades]

β = inclinación real de la superficie [°]

β_{opt} = inclinación óptima de la superficie [°]

3.3.3.2.3. Cálculo de la potencia mínima del generador fotovoltaico necesaria para cubrir la demanda

Para saber el número de paneles fotovoltaicos, se calcula el consumo real de energía, como medida de seguridad se incrementa un 20 % de su valor, obteniendo así una energía de consumo máximo. Una vez conocido el consumo se procede a obtener la potencia nominal con la ayuda de la siguiente ecuación:

$$Pmp = \frac{ED * GCEM}{Gdm(\alpha, \beta) * PR} \quad \text{Ec (4)}$$

Donde:

Pmp = Potencia pico del generador [kW]

$GCEM$ = Irradiación en Condiciones Estándar de Medida [1 kW/m²]

ED = Consumo de la carga [kWh/día]

$Gdm(\alpha, \beta)$ = irradiación mensual media diaria sobre el plano del generador fotovoltaico.

PR = rendimiento energético de la instalación “performance ratio” estimado. Eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo para el período de diseño.

3.3.3.2.4. Número de paneles en serie

Conociendo el rango del voltaje del inversor se procede a calcular el número de paneles que pueden ser conectados en serie, de manera que se aplica la siguiente fórmula:

$$Ns = \frac{Vnominal(inversor)}{Vmp(módulofv)} \quad \text{Ec (5).}$$

Donde:

Ns = Numero de modulo en serie

$Vnominal(regulador)$ = Voltaje nominal del regulador de carga [V]

$Vmp(módulofv)$ = Voltaje en máxima potencia del panel fotovoltaico [V]

3.3.3.2.5. Número de ramas en paralelo

En el cálculo de los módulos fotovoltaicos en paralelo se utiliza la ecuación

$$Np = 1,2 * \frac{Pmp,min}{Ns * Imp,MFV} \quad \text{Ec (6).}$$

Donde:

Np = Número de paneles en paralelo

Pmp, min = Potencia mínima del generador fotovoltaico [W]

Ns = Número de paneles en serie

Vn = Voltaje nominal [V]

Imp, MF = Intensidad en máxima potencia del módulo fotovoltaico [A]

3.3.3.2.6. Dimensionamiento del inversor

El dimensionamiento del inversor se debe realizar de manera que estos operen con un buen rendimiento y alta eficiencia, además se debe considerar la potencia pico del sistema fotovoltaico y voltaje del funcionamiento del sistema fotovoltaico.

$$P_{inv} = P_{mp, GFV} \times 1.2 \quad \text{Ec (7).}$$

Donde:

P_{inv} = Potencia del inversor

$P_{mp, GFV}$ = Potencia pico del generador [kW]

3.3.3.2.7. Dimensionamiento del sistema de almacenamiento de energía

El almacenamiento de energía, se utilizará únicamente para la instalación del sistema fotovoltaico aislado. Se establece el voltaje de trabajo del sistema fotovoltaico y se conoce el consumo de energía en donde se incrementa un 20% de este valor como factor de seguridad.

$$C_{ne}(Ah) = \frac{L_{md} \times N}{V_{bat} \times P_{D,max} \times F_{ct}} \quad \text{Ec (8).}$$

L_{md} = Consumo medio energético diario [W.h]

V_{bat} = Voltaje nominal del sistema [V]

N = Numero de dias de autonomia

$P_{D,max}$ = Porcentaje máximo de descarga de batería [%]

F_{ct} = Factor de compensación térmica

3.3.4. Estudio Económico

En este apartado se presentó una evaluación económica de las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red y aisladas, tomando en cuenta los indicadores financieros como el VAN, TIR y el consumo de energía residencial anual y precio de la electricidad establecido por Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCONEL), no se toma en cuenta la tasa de crecimiento de costo a largo tiempo debido a la variabilidad del mercado actual (*Calderón et al. s. f.*).

3.3.4.1.1. Ratios financieros de evaluación

El TIR es la tasa interna de retorno y el VAN es el valor actual neto, son fundamentales al momento de realizar la viabilidad económica de un proyecto, es decir, con estos indicadores financieros se comprueba si la implementación de las micro-redes solar fotovoltaicas, son económicamente viables, se calcula las ganancias futuras y la rentabilidad que tendrá este proyecto. En los cálculos del VAN y TIR es posible tener tres resultados:

Tabla 3*Interpretación del VAN*

VAN	
VAN>0	El proyecto es rentable y se obtienen beneficios a largo plazo.
VAN=0	Es considerado rentable debido a que los beneficios son iguales a la inversión realizada.
VAN<0	El proyecto se considera no rentable ya que la inversión realizada es mayor que los ingresos que se obtienen.

Tabla 4*Interpretación del TIR*

TIR	
TIR<i	El proyecto no es viable ni tiene una mínima rentabilidad.
TIR=i	Se puede decir que el proyecto es viable si no existe mejores alternativas
TIR>i	El proyecto se acepta declarándose viable.

Para lo cual, es importante tomar en cuenta parámetros como:

Tabla 5*Parámetros financieros*

Indicadores financieros	
Tasa de descuento (i)	Es el costo de capital aplicado para determinar el valor presente de un pago futuro, es aplicada para evaluar proyectos de inversión.
Rotación de la inversión	Indica la capacidad de los activos totales para generar ingresos.
Flujo neto del proyecto	Es un indicador que mide la liquidez de una empresa o proyecto en un período determinado.
ROI (Rendimiento sobre patrimonio)	Permite evaluar la capacidad de generar beneficios de una empresa a partir de la inversión realizada.
ROA (Rendimiento sobre activo)	Mide la capacidad de los activos totales para producir utilidades con los activos disponibles.
ROE (Rendimiento sobre inversión)	Mide la rentabilidad obtenida por la empresa o proyecto sobre sus fondos propios.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación del recurso solar energético en la Comunidad San Clemente

4.1.1. Validación de datos de irradiación

En la validación de los datos se utilizó estadística descriptiva mediante la prueba de normalidad a los datos *in-situ* con la prueba de cuantil-cuantil (Q-Q plot), se obtuvo como resultado que existe normalidad en los datos, por esta razón se utilizó el método paramétrico para el desarrollo de dicha actividad. Para la validación de los datos se analizó la varianza (ANOVA), encontrado que hay diferencia significativa entre los datos *in-situ* y la base de datos NRSDB, tabla 6 y Anexo 2; los valores de la medición *in-situ* son menores a los correspondiente en la base de datos NRSDB y la media son diferente en consecuencia no hay correlación, para que haya correlación entre los grupos el valor p debe ser mayor a 5% (Molina Arias & Molina Arias, 2017).

El dimensionamiento de las micro-redes solar fotovoltaicas conectada a la red y aislada se considera los datos NRSDB, por mejor resolución temporal, espacial, organizados en forma diaria y horaria, validados por el: Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), Instituto de Investigación Geológico y Energético y la Escuela Politécnica Nacional.

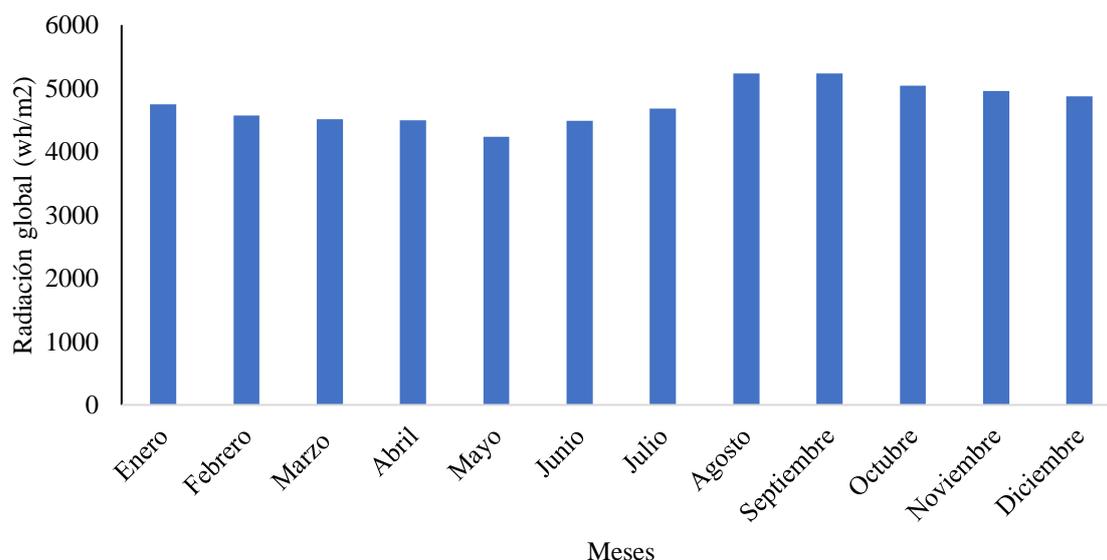
Tabla 6

*Análisis de varianza entre los datos *in-situ* y base datos NRSDB*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	4,26236E7	8	5.32795E6	60,79	0,0000
Intra grupos	2,10541E9	24021	87648.6		
Total (Corr.)	2,14803E9	24029			

4.1.2. Recurso solar de la Comunidad San Clemente

Los valores de radiación global se pueden observar en la Figura 13, los meses que presentan mayor radiación son agosto, septiembre y octubre en orden descendente siendo la máxima radiación 436 W/m² que corresponde al primer mes mencionado anteriormente. Los meses con menor radiación, son mayo y junio, los cuales son meses de presencia de alta nubosidad y lluvia por tanto la radiación disminuye; si se analizan los meses restantes, se observa que tienen condiciones adecuadas para el aprovechamiento del recurso solar (NRSDB, 2020).

Figura 13*Radiación Global de la Comunidad San Clemente*

La radiación solar pico de la comunidad se puede observar en la Figura 14, ocurre en el intervalo de tiempo de cuatro horas, iniciando a partir de 10:00 am hasta 13:00 pm, alcanzando valores promedio de 628 a 658 Watts por metro cuadrado durante todo el año. Por otra parte, durante este tiempo alcanza valores máximos desde 1 017 a 1 079 Watts por metro cuadrado durante días soleados y despejados, así mismo alcanza valores mínimos de 78 a 102 Watts por metro cuadrado durante días nublados y lluviosos.

4.1.3. Temperatura de la Comunidad San Clemente

La variable de temperatura tiene un comportamiento diferente a la radiación, se puede observar en la figura 15, que los meses más fríos son de junio a septiembre alcanzando valores de 11.8 a 12.7 °C, si se compara con los meses restantes alcanza valores promedio de 13 a 13.4 °C durante todo el año. Cabe recalcar que la temperatura de la zona es óptima para el funcionamiento de los equipos eléctricos y módulos fotovoltaicos debido a que no afecta al rendimiento del sistema fotovoltaico por temperaturas elevadas (Norma, 2008).

4.1.4. Mapa de radiación solar de la Parroquia La Esperanza

El mapa de radiación solar de la parroquia de La Esperanza alcanza valores de 4.43 kW/m² a 5.29 kW/m² como se puede observar en el Anexo 3. La Comunidad San Clemente se encuentra ubicada en la franja roja donde la radiación es alta y puede alcanzar valores de 5.01 kW/m² a 5.29 kW/m², se puede decir que la comunidad tiene buen potencial energético para desarrollar proyectos fotovoltaicos, de acuerdo al estudio realizado por Cevallos y Sierra

(2018) en Ecuador, en el cual se establece que una radiación de 3.8 kW/m² permite la viabilidad a un proyecto fotovoltaico.

Figura 14

Promedio radiación solar por hora de la Comunidad San Clemente

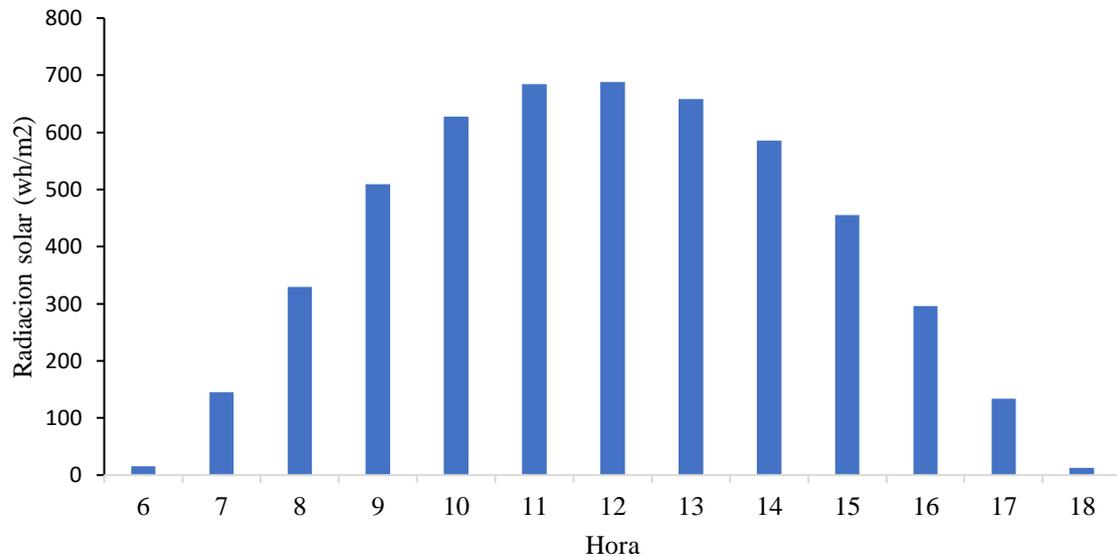
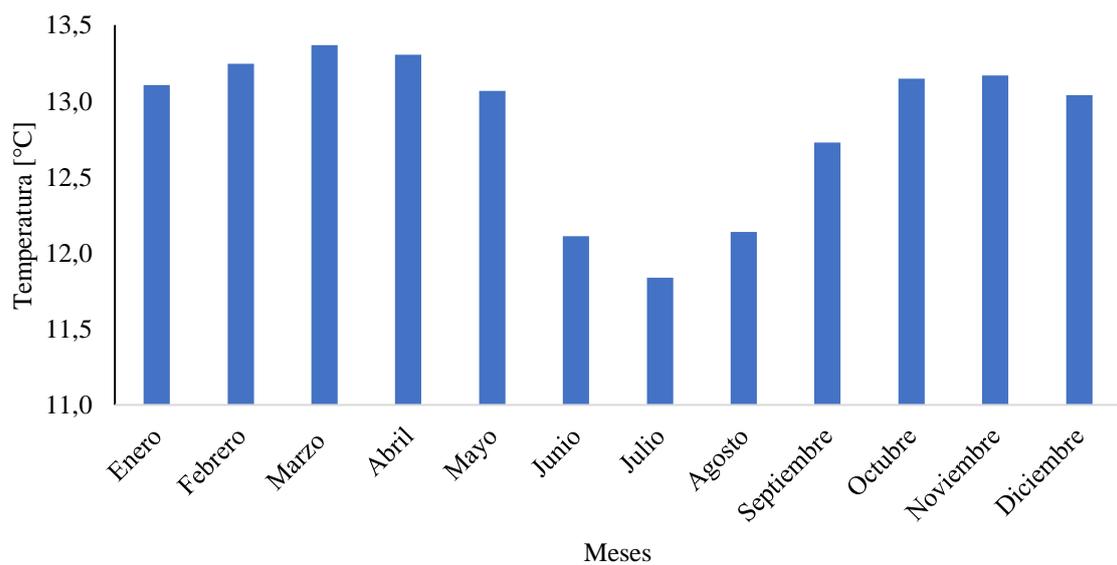


Figura 15

Temperatura de la comunidad de la San Clemente



4.2. Dimensionamiento de las micro-redes solar fotovoltaicas de acuerdo al modelamiento del consumo energético para el sector residencial de la Comunidad San Clemente

Se dimensionó para dos tipos de micro-redes solar fotovoltaicas: las micro-redes aisladas que diseñaron para alimentar de energía eléctrica por zonas y la otra es micro-redes por vivienda conectadas a la red pública, en base a la regulación del ARCONEL 013/2021 que consiste método del balance neto.

➤ **Inclinación de los módulos fotovoltaicos**

Haciendo el uso de la ecuación del ángulo de inclinación de los paneles solares en la tabla 7 se muestra los parámetros de la comunidad, teniendo en cuenta que el β no debe ser menor a 10° , con el objetivo de que la lluvia fluya con normalidad y permite la autolimpieza del panel, además las pérdidas por reflexión son considerables a partir de los 70° debidos que los módulos fotovoltaicos son planos.

Tabla 7

Orientación de módulos fotovoltaicos

Comunidad	San Clemente
Ubicación	Norte de la línea Ecuatorial
Ángulo Azimut α ($^\circ$)	0
Latitud \emptyset ($^\circ$)	0.292
Dirección de los paneles	De acuerdo con la línea ecuatorial, los paneles deben ubicarse en dirección sur.
β óptimo ($^\circ$)	En base a la ecuación 4 el valor del β óptimo es de 4.39.
Inclinación de los paneles	Se colocarán los paneles a 10° tomando la inclinación mínima.

➤ **Análisis de consumo energía de la Comunidad San Clemente**

En la tabla 8 se detalla el consumo energía del año 2021 y el uso de energía para obtener este resultado se realizó mediante encuesta realizada a los habitantes (Pinedo,2010). En el Anexo 4 se detalla los resultados de la encuesta realizada a los habitantes. Los puntos de carga que alimenta de energía al sector residencial algunos de ellos abastecen a dos domicilios.

Tabla 8

Análisis de consumo de energía

VARIABLES ELÉCTRICAS	Resultados
Consumo de energía de la Comunidad San Clemente	100 770 kWh/año
El promedio de consumo anual de energía de un domicilio	74.84 kWh
El uso de energía por vivienda	5 horas diarias

➤ **Dimensionamiento de las micro-redes solar fotovoltaicas para el sector residencial de la Comunidad San Clemente**

Para realizar el dimensionamiento de las micro-redes solar fotovoltaicas se utilizó el mes con menor radiación, el cual es mayo, donde alcanza un promedio de 4 568 W/m², porque permite cubrir los requerimientos energéticos de las viviendas de la comunidad. Con respecto a la temperatura del lugar de emplazamiento de las micro-redes solar fotovoltaicas se tiene un promedio de 12.8 °C, de manera que no presenta grandes variaciones, además no están marcadas las estaciones climáticas por estar ubicadas en la zona ecuatorial, ya que no es necesario el uso de sistemas de refrigeración y calefacción.

4.2.1. Dimensionamiento de las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas para sector residencial de la Comunidad San Clemente

➤ **Ubicación de las centrales fotovoltaicas aisladas en la Comunidad San Clemente**

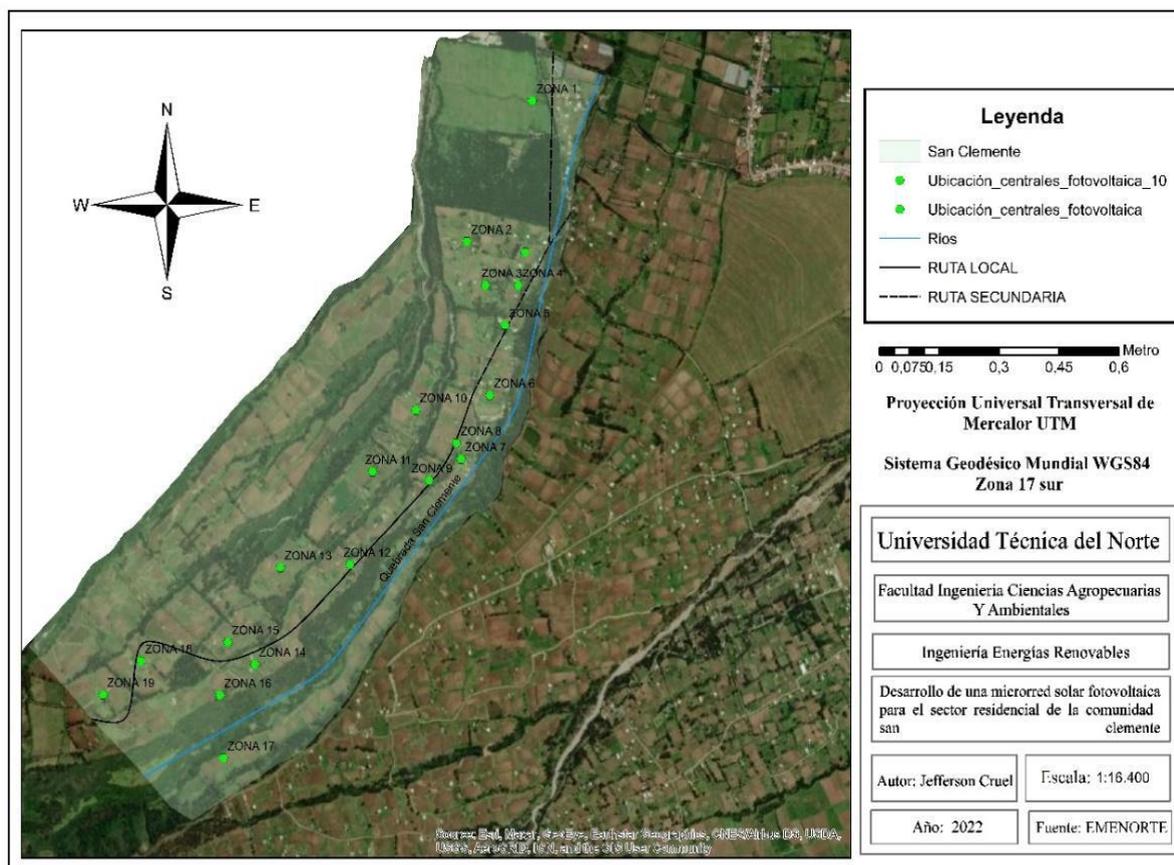
En la Comunidad San Clemente existen 113 puntos de carga eléctrica que alimentan al sector residencial (Anexo 5), se agrupó en varias zonas para mejorar la distribución de energía eléctrica y abastecer a toda la comunidad. Para la ubicación de las centrales fotovoltaicas se tomó en cuenta varios factores: distancia entre puntos de carga eléctrica, cuerpos de agua, vías y bosques, usando el software ArcGIS con las variables antes descritas, se realizó un análisis espacial para obtener los diferentes puntos de emplazamientos que cumplan con todos los parámetros para implementación de las micro centrales fotovoltaicas y de esta manera no tener conflictos con la comunidad. Se debe agregar que se obtuvo 20 puntos óptimos para la ejecución de centrales como se puede observar en la figura 16, cabe señalar que en los lugares donde van las instalaciones, actualmente son espacios que se utilizan para agricultura (Anexo 6), no se encontró espacios de terreno que no sean usados para esta actividad.

➤ **Selección de módulos fotovoltaicos para la micro-redes solar fotovoltaicas aisladas**

Después de hacer una revisión detallada de las especificaciones técnicas y rendimientos de los paneles fotovoltaicos se eligió el módulo EOS MONO 400Wp/24VDC Monocristalino, debido a que las características eléctricas son idóneas para centrales fotovoltaicas. A continuación, en la tabla 9 se muestran las características técnicas de los módulos seleccionados.

Figura 16

Mapa ubicación de centrales fotovoltaicas de la Comunidad San Clemente

**Tabla 9**

Especificaciones técnicas del panel fotovoltaico EOS MONO

Panel Solar 400 Wp /24VDC Monocristalino

Tipo	Monocristalino
Modificación	72 células de 158mm
Voltaje Circuito Abierto Voc	48,6
Voltaje Potencia Máximo Vmpp	39,92
Corriente Circuito Cerrado Isc	10,4
Corriente Potencia Máxima Imp	10,02
Eficiencia Panel	20,61%
Dimensiones	1980×1002×40mm
Peso	22.9 kg
Voltaje(V)	24
Potencia (Wp)	400

➤ **Cálculo del número de paneles fotovoltaicos**

Para saber el número de paneles solares que se ocupará en toda la comunidad se utiliza la fórmula de número de paneles en serie y paralelo, se obtuvo como resultado 56 módulos

fotovoltaicos para abastecer de energía al sector residencial, en donde el sector 1 tiene la mayor cantidad de módulos, debido a que el consumo de energía es mayor.

➤ **Inversor para las micro-redes aisladas**

Para la selección del inversor se debe saber la potencia de generación de los módulos fotovoltaicos, voltaje y corriente de trabajo del sistema, en relación con esto selecciona el inversor, en donde se escogió la marca Xtender de origen suizo porque cumple con las especificaciones eléctricas del sistema fotovoltaico de cada zona y además este equipo puede trabajar como cargador de baterías, inversor on-grid, sistema de transferencia, inversor aislado o como asistencia a la fuente AC. Cabe mencionar que se necesitan 20 inversores para la implementación de las micro-redes fotovoltaicas aisladas.

➤ **Baterías**

Para dimensionar la bancada de baterías se toma en cuenta los factores eléctricos de la metodología y se trabaja con la batería que cumplan con las características eléctricas del sistema fotovoltaico, este caso se optó 150 Ah/12VC gel de ciclo profundo, porque tiene mejor eficiencia de trabajo y cumple con características eléctricas del sistema. Se dimensionó para el consumo de energía eléctrica de cada zona y se consideró que el sistema tendrá dos días autonomía, dado que para el sector rural para día autonomía se considera de 2 a 4 días y la profundidad de descarga máxima será del 80% (Luna, 2014). Con esta especificación se necesitan 28 baterías para implementación del sistema de almacenamiento de energía para las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas.

Después de hacer el dimensionamiento detallado de los equipos y materiales que se utilizará en las centrales fotovoltaicas aisladas, en la tabla 10 se presenta cuantificado los equipos y materiales, en el Anexo 9 se puede ver más detallado por cada zona.

Tabla 10

Resumen de los materiales y equipos para implementación de las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas

EQUIPOS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DE INSTALACIÓN
Panel fotovoltaico	56	\$ 240.00	\$ 17 472.00
Inversor DC/AC	20	\$ 3.360.00	\$ 87 360.00
Baterías	28	\$ 504.00	\$ 18 345.60
Breaker 20A AC	20	\$ 11.30	\$ 226.00
Breaker 32A CC	1	\$ 11.30	\$ 11.30
Breaker 16A CC	19	\$ 11.30	\$ 214.70
Interrupción diferencial	20	\$ 10.30	\$ 206.00
DPS de Uc 500 Vdc. Up 1.5 kV. I _{max} 40 kA. In 50 kA	20	\$ 39.20	\$ 1 019.20
Estructura soporte	20	\$ 400.00	\$ 10 400.00
Barra de cobre	20	\$ 0.75	\$ 175.50

EQUIPOS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DE INSTALACIÓN
Módulo de comunicación	20	\$ 107.69	\$ 2 799.94
Cable del 12 AWG enchaquetado tipo sucre (metro)	12 315	\$ 1.10	\$ 13 546.50
Computadora	1	\$ 287.00	\$ 1 673.10
Materiales eléctricos	20	\$ 120.00	\$ 2 798.60
Armario eléctrico metálico	20	\$ 196.00	\$ 3 920.00
Excavación (m ³)	9 236.25	\$ 2.17	\$ 20 042.66
Relleno compactado (m ³)	9 236.25	\$ 5.17	\$ 47 751.41
Total			\$ 227 962.52

➤ **Diseño de las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas para el sector residencial de la Comunidad San Clemente**

Para el diseño se utiliza los resultados de ubicación de las centrales fotovoltaicas y dimensionamientos de los equipos fotovoltaicos, por ello permite hacer la distribución de energía hacia los puntos cargas de una manera eficiente (Anexo 4) y realizar los planos eléctricos de los sistemas fotovoltaicos aislados en dónde está formado por sistema generación, inversor, protecciones eléctricas y banco de baterías (Anexo 11) (Hayes, 2017). Estas micro-redes no van a estar enlazado a la red distribución de energía debido a que cada zona cuenta con más de dos domicilios, a causa de esto están incumpliendo la regulación del ARCONEL “Marco normativo de la Generación Distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica” dado que esta norma solo puede abastecer a una residencia y no a varias. Para cubrir toda la demanda energética de la comunidad se requiere de 56 módulos de 400 Wp/24 VDC, 20 inversores de diferentes potencias y 26 baterías 150 Ah/12 VDC gel de ciclo, además esta instalación va a tener sistema de comunicación inalámbricos en donde permitirá monitorear las diferentes centrales y la información va a llegar un solo punto de comunicación de forma inalámbrica como se puede apreciar en el Anexo 10.

4.2.2. Dimensionamiento de las micro-redes solar fotovoltaicas conectada a la red pública para el sector residencial de la Comunidad San Clemente

➤ **Selección de módulos fotovoltaicos para las micro-redes solar fotovoltaicas conectados a la red**

Después de hacer una revisión detallada de las especificaciones técnicas y rendimientos de los paneles fotovoltaicos se eligió la marca Resun 110Wp / 12VDC policristalino debido a las características eléctricas son idóneas en el sector residencial. A continuación, en la tabla 11 se muestran las características técnicas de los módulos seleccionados.

➤ **Cálculo del número de paneles fotovoltaicos**

Para saber el número de paneles solares que se ocupará en los domicilios de la comunidad, se utiliza la fórmula de número paneles en serie y paralelo, como resultado se obtuvo 3 módulos fotovoltaicos para abastecer de energía a cada domicilio.

Tabla 11

Especificaciones técnicas del panel fotovoltaico RESUN

Panel Solar 110 Wp / 12VDC Policristalino	
Tipo	Policristalino
Modificación	36 células. 4 x 9. 5 bushbars
Voltaje Circuito Abierto Voc	21.88
Voltaje Potencia Máximo Vmpp	17.9
Corriente Circuito Cerrado Isc	6.26
Corriente Potencia Máxima Imp	5.88
Eficiencia Panel	14.66%
Dimensiones	1020×670×30 mm
Peso	7.0 kg
Voltaje (V)	12
Potencia (Wp)	110

➤ **Inversor para las micro-redes conectadas a la red**

Para la selección del inversor se toma en cuenta la potencia de generación de los módulos fotovoltaicos y el voltaje de trabajo del sistema fotovoltaico, en relación con esto se selecciona el inverso, en donde se escogió la marca Growatt de origen chino porque cumple con las especificaciones eléctricas del sistema, además este equipo cuenta con protecciones eléctricas y de temperatura, sistema de transferencia, permite monitorear el sistema eléctrico de la instalación, además arranca a bajo voltaje es decir puede generar energía con baja radiación y funciona a clima adverso (lluvia, nieve o baja luminosidad). Por otra parte, se necesita un solo inversor por cada domicilió para la implementación del sistema fotovoltaico conectado a la red.

Después de hacer el dimensionamiento detallado de los equipos y materiales que se utilizará en las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red, a continuación, en la tabla 12 se presenta cuantificado los equipos y materiales. Cabe señalar que en la tabla se muestra la cuantificación de un domicilio.

Tabla 12

Resumen de los materiales y equipos para implementación de las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red pública

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Panel fotovoltaico 110W policristalino	3	\$ 80.00	\$ 240.00
Inversor on-grid Growatt 750/50v	1	\$ 380.00	\$ 380.00
Breaker 20A AC	2	\$ 11.30	\$ 22.60
Breaker 16A CC	2	\$ 11.30	\$ 22.60
Interruptor diferencial	2	\$ 10.30	\$ 20.60
DPS de Uc 500 Vdc. Up 1.5 kV. I _{max} 40 kA. In 50 KA	1	\$ 39.20	\$ 39.20
Estructura soporte	1	\$ 200.00	\$ 200.00
Barra de cobre	1	\$ 6.75	\$ 6.75
Cable del 12 AWG tipo sucre (metros)	30	\$ 1.10	\$ 33.00
Materiales eléctricos	1	\$ 50.00	\$ 50.00
Armario eléctrico metálico	1	\$ 58.23	\$ 58.23
TOTAL			\$ 1 072.98

➤ **Diseño de la micro-red solar fotovoltaica conectada a la red para sector residencial de la Comunidad San Clemente**

Para el diseño se analiza el consumo de energía eléctrica de cada residencia, se realiza el dimensionamiento de los equipos que se utilizarán en estas instalaciones y se hace el plano eléctrico del sistema fotovoltaico, como resultado se obtuvo que se necesita tres paneles fotovoltaicos y un inversor on-grid para cubrir la demanda eléctrica de cada domicilio (Anexo15). Este tipo de instalación va a estar conectado a la red pública porque los equipos que se escogió cumplen con los requisitos eléctricos establecidos por la empresa distribuidora de energía EMELNORTE, al mismo tiempo se cumple con la normativa del ARCONEL: “Marco normativo de la generación Distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica” porque se está suministrando energía a un solo domicilio y la generación de cada residencia va a ser de 330 Watts, ya que el límite permitido es hasta un megavatio. Para implementación de estos sistemas fotovoltaicos se debe notificar a la empresa distribuidora de energía eléctrica EMELNORTE para el proceso de conexión a la red pública y cambio del medidor bidireccional, de hecho, este tipo de trámites no tienen costo.

4.3. Análisis de viabilidad económica de las micro-redes solar fotovoltaicas

Para realizar el análisis económico de las micro-redes solar fotovoltaicas se requiere conocer los costos de los materiales y servicio de construcción, además el consumo de energía de la comunidad, para así obtener los indicadores financieros del proyecto.

4.3.1. Análisis de viabilidad económica de las micro-redes centralizadas solares fotovoltaicas aisladas

➤ Inversión fija

En la sección anterior se muestra una tabla de resumen de los equipos necesarios y costos fijos para la implementación de las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas para toda la comunidad, además está incluido el precio de servicio de instalación de los equipos eléctricos. El costo de inversión fija para esta instalación solar fotovoltaica es de USD 227 962.52, la mayor parte del dinero se gasta en inversores, excavación y relleno compacto como se observa en la figura 17, debido a que todo el sistema cableado es soterrado.

➤ Costos operativos

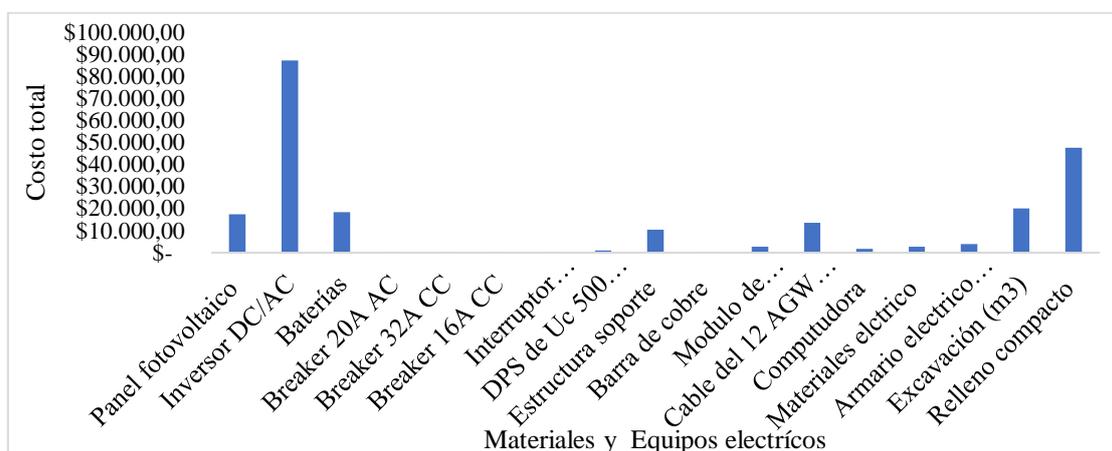
En este apartado se detalla los gastos de servicio básico y mantenimiento que van a ocupar para la operación de las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas, para obtener el valor de mantenimiento se basó en la metodología del Laboratorio Nacional de Energía Renovable de los Estados Unidos, en la tabla 13 se muestra el valor económico para realizar el mantenimiento a estas instalaciones. En la tabla 14 se muestra el servicio básico que va a utilizar estas instalaciones, cabe mencionar que se trabaja con el precio venta de la empresa distribuidora de agua potable (EMAPA) para obtener el gasto de dicho servicio.

➤ Proyección de ingresos

Los ingresos representan el ahorro económico que genera estas instalaciones, para obtener dicho valor se debe multiplicar el consumo total de energía de la comunidad por el precio de venta de la energía para el sector residencial que establece Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCONEL), como resultado se obtuvo 10 520.39 dólares estadounidenses. No se utiliza el precio de la energía solar fotovoltaica que establece la regulación “009/06 *precios de la energía producida con recursos energéticos renovables no convencionales*” este proyecto no va vender energía eléctrica a la comunidad, por lo contrario, va a cubrir la demanda energética del sector residencial. Por otra parte, el costo de la energía eléctrica generada por las micro-redes fotovoltaicas es de \$0.06 centavos estadounidenses (Anexo 16).

Figura 17

Costo de los equipos y materiales eléctricos para las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas

**Tabla 13**

Costo del servicio básico de los sistemas fotovoltaicos aislados

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	\$/Mes	\$/Año
Agua	[m ³]	10	0.67	8

Tabla 14

Costo de servicio mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos aislados

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	V UNITARIO (\$)	\$/Día	\$/Mes	\$/Año
Repuestos generales	[u]	2	227.36	7.58	37.89	454.72
Mantenimiento Sistema eléctrico	[u]	2	494.61	16.49	82.44	989.22
Total				24	120	1443.94

Nota: El precio de servicio de ingeniería está referenciado a la tabla Contraloría General del Estado 2022

Tabla 15

Ahorro económico de las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas

DETALLE	UNIDAD	DEMANDA DE ENERGÍA (kWh/AÑO)	PRECIO ENERGÍA (\$/kWh)	AHORRO ANUAL (\$)
Sistemas fotovoltaicos aislados	[u]	100 770	\$0.1044	\$ 10 520.39

➤ Mano de obra

La empresa proveedora de los sistemas fotovoltaicos será la encargada de realizar la instalación de los mismos; se va a capacitar a los habitantes de la comunidad como se debe realizar el mantenimiento preventivo para estas instalaciones y para el mantenimiento correctivo, se contrata los servicios de un ingeniero eléctrico, los costos de esta mano de obra calificada están incluidos en los costos operativos, que se ejecutan una vez al año.

➤ **Modelo de Financiamiento**

El análisis financiero muestra la viabilidad económica del proyecto, se determina el capital necesario, su adquisición tasa de interés para la inversión, para este proyecto la inversión la cubre un préstamo del banco, con una tasa interés del 5.73% para un periodo de 5 años (Anexo 17).

➤ **Flujo de caja**

En el flujo de caja se detalla los egresos e ingresos de dinero, para el proyecto se utilizó un periodo de 25 años, también se toma en cuenta el impuesto a la renta que es el 22% de la utilidad bruta y la tasa descuento calculada del 14% (Anexo 21), lo cual significa la tasa de interés del dinero actual que recibiremos en el año 25. Los indicadores financieros de los resultados del flujo de caja indican que los valores; el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno son negativos (Tabla 16), significa que no recuperará la inversión, ni generar beneficio económico, los motivos por los cuales el proyecto no es rentable son que la energía eléctrica en Ecuador está subsidiada por el gobierno, es decir el costo real del kWh residencial es de 0.70 ¢/kWh y el gobierno subsidia 9.20 ¢/kWh (ARCONEL,2022), el costo de la tecnología importada es alta ya que no cuenta con exoneración de impuestos por ser tecnología amigable con el ambiente como los países miembros de la Unión Europea (Parlamento Europeo, s. f.), además este proyecto será financiado completamente con deuda bancaria a cinco años y no se consideró un porcentaje de capital privado en la inversión, sin embargo, los pasivos del proyecto son bajos y precio de la energía eléctrica puede variar, por ende, es ventajoso para la comunidad porque ayuda aumentar el número total de acciones en circulación, es decir buscar inversionistas para reducir la deuda y para que el proyecto sea rentable (Vera, 2010).

Tabla 16

Indicadores financieros de las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas

Indicadores financieros	Resultado
TASA DE DESCUENTO	14%
VAN	\$-323.346.28
TIR	-12%
ROTACIÓN DE INVERSIÓN	-0.71
FLUJO NETO DEL PROYECTO	-\$106.947.54
ROI	-46.91%
ROA	-46.35%
RATIO DE ENDEUDAMIENTO	-468%
ROS	-30.73%
ROE	139.54%

Nota: Se trabaja con los indicadores financiero que regula el Banco Central del Ecuador

Por otro lado, en la tabla 17 se muestra los resultados de los indicadores financieros para los cinco precios de energía eléctrica aplicados en este estudio, con los precios de 18.44 ¢/kWh hasta 29.44 ¢/kWh el VAN y TIR son negativos, significa que no recupera la inversión, ni genera rentabilidad económica, a diferencia de los precios de 30.44 ¢/kWh y 40.45 ¢/kWh el TIR es mayor que el VAN, indica recupera la inversión, pero la ganancia económica va a ser menor que la inversión; en caso de que se pagará la energía eléctrica sin subsidio a 70 ¢/kWh conforme el Decreto Ejecutivo No. 451-A del ARCONEL-2022 se obtendrá los mismos resultados que la sección anterior.

Tabla 17

Indicadores financieros de las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas con diferentes precios de energía eléctrica

Detalles	Resultado 18.44 ¢/kWh	Resultado 20.44 ¢/kWh	Resultado 30.44 ¢/kWh	Resultado 40.44 ¢/kWh	Resultado 70 ¢/kWh
TASA DE DESCUENTO	14%	14%	14%	13.72%	13.72%
VAN	\$-286 606.71	\$-277 910.96	\$-234 432.18	\$-190 953.41	\$-62 473.62
TIR	-4%	-3%	1%	4%	11%
ROTACIÓN DE INVERSIÓN	-0.80	-0.82	-0.97	-1.19%	-3.65%
FLUJO NETO DEL PROYECTO	\$49 039.01	\$85 958.91	\$270 558.38	455 157,84%	1 000 649,28
ROI	21.51%	37.71%	118.69%	199.66%	438.95%
ROA	11.52%	18.22%	38.51%	48.76%	61.95%
RATIO DE ENDEUDAMIENTO	1021%	582%	185%	110%	50%
ROS	7.64%	12.08%	25.53%	32.33%	41.07%
ROE	35.25%	55.05%	112.08%	139.35%	172.97%

4.3.2. Análisis de viabilidad económica de las micro-redes solar fotovoltaicas distribuida conectadas a la red

➤ Inversión inicial

En las secciones anteriores se muestra la tabla de resumen de los equipos necesarios para la implementación de las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red. El precio de inversión fija para esta instalación es de 121 635.72 dólares estadounidenses la mayor parte del dinero se gastan en los inversores y paneles solares como se observa en la figura 18, además que el precio de instalación de este sistema depende de la demanda energía que tiene cada residencia como se puede observar en el Anexo 16.

➤ Costo operativo

Este apartado se detalla los gastos de los servicios básicos y mantenimiento que van ocupar para la operación de las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red, para obtener valor el mantenimiento se toma como referencia proyectos realizados en el país, en tabla 18 se muestra el valor económico para realizar el mantenimiento para este tipo de micro-red. En la tabla 19 se muestra los servicios básicos que va utilizar estas instalaciones, cabe indicar que está cubriendo el 80% de la demanda eléctrica de las viviendas, además, se trabajó con el precio que vende la empresa distribuidora de agua potable EMAPA y el precio actual de la energía eléctrica para el sector residencial que establece Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCONEL) para así obtener los gastos de los servicios básicos.

➤ Proyección de Ingresos

Los ingresos son el ahorro económico que genera estas instalaciones, para obtener dicho valor se debe multiplicar el consumo total de energía de la comunidad por el precio de venta de la energía para el sector residencial que establece Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCONEL), como resultado se obtuvo 10 520.39 dólares estadounidenses. No se utiliza el precio de la energía solar fotovoltaica que establece la regulación “009/06 precios de la energía producida con recursos energéticos renovables no convencionales” ya que este proyecto no va vender energía eléctrica a la comunidad, por lo contrario, va a cubrir la demanda energética del sector residencial. Por otra parte, el costo de la energía eléctrica generada por las micro-redes fotovoltaicas es de \$0.05 centavos estadounidenses (Anexo 16).

➤ Mano de obra

No se va contratar personal para la implementación de estas micro-redes, porque estas instalaciones se trabajan por servicio de instalación, además el servicio de mantenimiento correctivo se contrata el servicio de un ingeniero eléctrico para realizar dicha actividad, por ello el precio de esta actividad está incluido en los costos operativos además este trabajo se ejecuta una vez al año.

➤ Modelo de Financiamiento

El análisis financiero muestra la viabilidad económica del proyecto, se determina el capital necesario, su adquisición tasa de interés para la inversión, para este proyecto la inversión la cubre un préstamo del banco, con una tasa interés del 5.73% para un periodo de 5 años (Anexo 17).

Figura 18

Costo de los equipos y materiales eléctricos para instalación de las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red

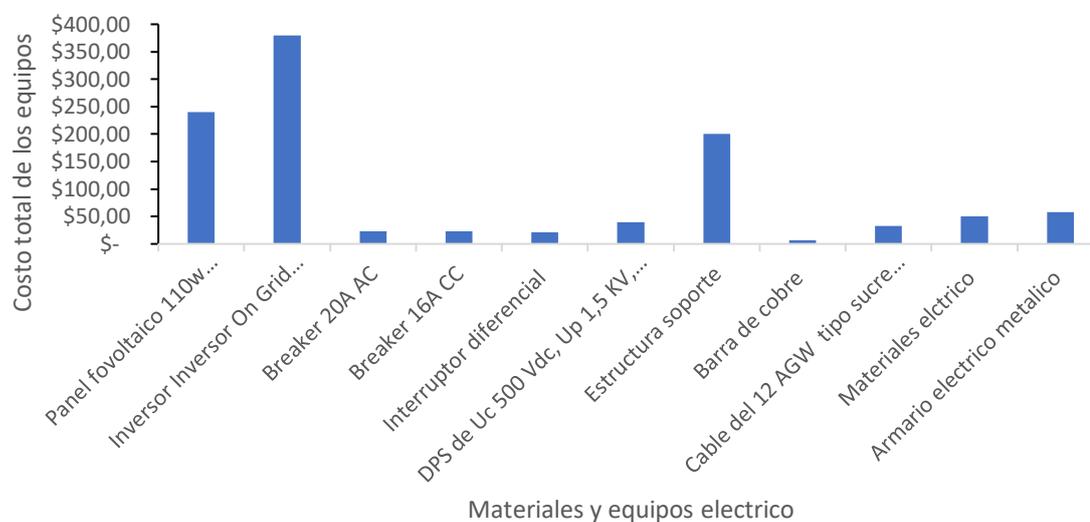


Tabla 18

Costo de los servicios básicos para las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red pública

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	\$/Mes	\$/Año
Agua	[m ³]	2	\$ 3.30	\$ 39.60
Electricidad	[KWh]	15	\$ 1.57	\$ 18.79
Total			\$ 4.87	\$ 58.39

Nota: En la tabla muestra la cantidad de servicio básico que va a ocupar una vivienda

Tabla 19

Costo de servicio mantenimiento de las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red pública

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	V UNITARIO (\$)	\$/Día	\$/Mes	\$/Año
Repuestos generales	[u]	1	20	0.67	1.67	20
Mantenimiento Sistema eléctrico	[u]	1	29.04	0.97	2.42	29.04
Total				2	4	49.04

Tabla 20

Ahorro económico de las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red

DETALLE	UNIDAD	DEMANDA DE ENERGÍA (kWh/AÑO)	PRECIO ENERGÍA (\$/kWh)	AHORRO ANUAL (\$)
Sistemas fotovoltaicos conectadas a la red	[u]	100 770	\$0.1044	\$ 10 520.39

➤ **Flujo de caja**

En el flujo de caja se detalla los egresos e ingresos de dinero, para el proyecto se utilizó un periodo de 25 años, también se toma en cuenta el impuesto a la renta que es el 22% de la utilidad bruta y la tasa descuento calculada del 14% (Anexo 19), lo cual significa la tasa de interés del dinero actual que recibiremos en el año 25. Los indicadores financieros de los resultados del flujo de caja indican que los valores; el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno son negativos (Tabla 21), señala que no recuperará la inversión, ni genera beneficio económico, el motivo del proyecto no es rentable debido a que la energía eléctrica en Ecuador está subsidiada por el gobierno, es decir el costo real del kWh residencial es de 0.70 ¢/kWh y el gobierno subsidia 9.20 ¢/kWh (ARCONEL, 2022), además este proyecto será financiado completamente con deuda bancaria a cinco años y no se consideró un porcentaje de capital privado en la inversión, sin embargo, los pasivos del proyecto son bajos y precio de la energía eléctrica puede variar, por ende, es ventajoso para la comunidad porque ayuda aumentar el número total de acciones en circulación, es decir buscar inversionistas para reducir la deuda y para que el proyecto sea rentable (Vera, 2010).

Tabla 21

Indicadores financieros de las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red

Indicadores financieros	Resultado
TASA DE DESCUENTO	14%
VAN	-\$173 621.33
TIR	-9%
ROTACIÓN DE INVERSIÓN	-0.70

Indicadores financieros	Resultado
FLUJO NETO DEL PROYECTO	-\$47.539.34
ROI	-39.08%
ROA	-19.73%
RATIO DE ENDEUDAMIENTO	-945%
ROS	-13.08%
ROE	-146.60%

Nota: Se trabaja con los indicadores financiero que regula el Banco Central del Ecuador

Por otro lado, en la tabla 22 se muestra los resultados de los indicadores financieros para los cinco precios de energía eléctrica que se utilizaron para este estudio, se obtuvo para el precio de 18.45 ¢/kWh el VAN y TIR son negativos, señala que no recupera la inversión, ni generar la rentabilidad económica, a diferencia de los precios de 20.45 ¢/kWh hasta 40.45 ¢/kWh el TIR es mayor que el VAN, indica que se recupera la inversión, pero la ganancia económica va a ser menor la inversión; en caso de que se pagará la energía eléctrica sin subsidio a 70 ¢/kWh conforme el Decreto Ejecutivo No. 451-A del ARCONEL-2022 se recupera la inversión del proyecto, además generará una rentabilidad aceptable, cabe recalcar que la distribuidora no paga los excedentes inyectados a la red, pero si existe un balance neto en el sistema eléctrico que favorece la interconexión.

Tabla 22

Indicadores financieros de las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red con diferentes precios de energía eléctrica

Indicadores financieros	Resultado 18.45 ¢/kWh	Resultado 20.45 ¢/kWh	Resultado 30.45 ¢/kWh	Resultado 40.45 ¢/kWh	Resultado 70 ¢/kWh
TASA DE DESCUENTO	14%	14%	14%	14%	14%
VAN	\$-138 794.83	\$-130 099.08	\$-86 620.30	\$-43 141.53	\$78.599.05
TIR	-1%	1%	6%	10%	20%
ROTACIÓN DE INVERSIÓN	-0.88	-0.93	-1.40	-2.82	1.55
FLUJO NETO DEL PROYECTO	\$100.324.83	\$137.244.73	\$321.844.20	\$506.443.67	\$1.023.322.19
ROI	82.48%	112.83%	264.60%	416.36%	841.30%
ROA	23.57%	29.08%	45.81%	54.26%	64.79%
RATIO DE ENDEUDAMIENTO	448%	327%	140%	89%	44%
ROS	15.62%	19.28%	30.37%	35.97%	42.95%
ROE	99.62%	116.55%	158.55%	175.70%	194.21%

En resumen, las micro-redes solar fotovoltaicas técnicamente se pueden implementar en la comunidad por las razones explicadas en los anteriores párrafos, pero económicamente no es rentable debido a factores económicos, normativos y políticos que impiden el desarrollo de estos proyectos. Las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red son más económicas

que las micro-redes solar aisladas, debido a que en el país existe variedad de tecnología, los equipos son accesibles. Por otra parte, para que los proyectos de energía solar fotovoltaica sean rentables de acuerdo con el Laboratorio Nacional de Energía Renovable de los Estados Unidos (2020), sugieren eliminar las restricciones a la importación de tecnología fotovoltaica, eliminar distorsiones económicas como impuestos y subsidios, la prima económica (lo que es un incentivo económico) por las ganancias de divisas que se acumulan del proyecto genere beneficio a la población.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El promedio mensual de radiación solar en la Comunidad San Clemente es 5.15 kWh/m², es aceptable para implementación de proyectos energéticos fotovoltaicos en el sector residencial.

Para cubrir la demanda residencial de la Comunidad San Clemente mediante la configuración de la micro-red solar fotovoltaica distribuida conectada a la red comprende de 3 módulos fotovoltaicos de 110 W, 1 inversor de red de 750 W, CON CAPACIDAD DE 330 Wh/mes para cubrir la demanda energética de una vivienda; y la configuración de las micro-redes centralizadas aisladas comprende 56 modelos fotovoltaicos de 400 W, 26 inversores y 26 baterías 150 Ah/12 VDC gel de ciclo profundo para cubrir toda la demanda energética de la comunidad.

Las micro-redes solar fotovoltaicas de la Comunidad San Clemente aplicadas a la autogeneración no son rentables, debido al subsidio de la energía eléctrica para sector residencial de acuerdo a la resolución ARCERNNR-009/2022 el precio es 9.20 ¢/kWh y al alto costo de los equipos fotovoltaicos.

Del estudio realizado con diferentes precios de energía eléctrica, se concluye que para que haya rentabilidad económica en las micro-redes solar fotovoltaicas; en las configuraciones centralizadas el precio de la energía eléctrica debe ser mayor a los 30.45 ¢/kWh, mientras que las configuraciones distribuidas conectada a la red deben ser mayor a los 20.45 ¢/kWh, en caso de que se pagará la energía eléctrica sin subsidio a 70 ¢/kWh conforme el Decreto Ejecutivo No. 451-A del ARCONEL-2022 las instalaciones solar fotovoltaicas tendrían rentabilidad económica y favorece el desarrollo del sector.

5.2. Recomendaciones

Para diseñar una micro-red usando paneles fotovoltaicos, es necesario analizar la tasa de energía requerida para cargas bajas, así como las pérdidas por el autoconsumo de los equipamientos y determinar si la instalación es aislada o conectada a la red.

La micro-red eléctrica o generación distribuida para las comunidades rurales es una solución viable a las exigencias de la creciente proyección de la demanda eléctrica o carga en las mismas, por este motivo, se debe promover a los ciudadanos a la cogeneración de energías renovables, es decir aprovechar dos tipos de energías renovables que produzca electricidad simultáneamente brindando alternativas para su financiamiento y asesoramiento.

Se recomienda desarrollar el estudio integral de balance energético de una micro-red solar fotovoltaica con la participación del consumidor.

La existencia de una normativa y de un plan de incentivo para la utilización de las energías renovables, por parte del Estado Ecuatoriano siendo el rol principal y protagónico, brindando alternativas como créditos, tarifas preferenciales, reducción de subsidios que permita atraer la atención de los ciudadanos y brindar una mejor cobertura de electrificación.

Se debe elaborar y presentar un plan de capacitación con el fin de concientizar a las comunidades rurales sobre los efectos contaminantes relacionados al consumo eléctrico indiscriminado, así como, las ventajas de usar dispositivos amigables con el medio ambiente desde un punto de vista técnico, operativo y económico.

Usar los aportes de este proyecto para la implementación de las micro-redes en la Comunidad San Clemente, así también tomar como guía para futuras instalaciones fotovoltaica en zona residenciales rural o ciudad que opten por abastecimiento de energía eléctrica con el uso de energía renovable.

REFERENCIAS

- ¿Qué es ArcGIS? | ArcGIS Resource Center. (s. f.).
<https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- ¿Qué son y para qué sirven los piranómetros y los pirheliómetros? (2018, marzo 21). Energy News. <https://www.energynews.es/que-son-y-para-que-sirven-los-piranometros/10850903.pdf>. (s. f.). Recuperado 17 de mayo de 2021.
<https://core.ac.uk/download/pdf/10850903.pdf>
- Aghaei, M., Eskandari, A., Vaezi, S., & Chopra, S. S. (2020). Chapter 10—Solar PV power plants. En S. Gorjian & A. Shukla (Eds.), *Photovoltaic Solar Energy Conversion* (pp. 313-348). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819610-6.00010-7>
- Alonso, M. (julio de 2017). CIEMAT. Obtenido de CIEMAT: [dqc](https://www.ciemat.es/medios/imagenes/2017/07/20170707-dqc)
- Alvarado, J. (2017). Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de Universidad Politécnica de Madrid.
http://oa.upm.es/52204/1/PFC_JORGE_ALVARADO_LADRON_DE_GUEVARA.pdf
- Álvarez, F. C. (agosto de 2016). SCIELO.COM.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s2218-36202016000300024
- Anis, W. R., & El-Samahy, A. E.-S. M. (1997). Microprocessor based load voltage regulator for photovoltaic systems. *Energy Conversion and Management*, 38(1), 13-20.
[https://doi.org/10.1016/0196-8904\(95\)00358-4](https://doi.org/10.1016/0196-8904(95)00358-4)
- Arencibia, G. (16 de septiembre de 2016). REDVET - Revista electrónica de Veterinaria.
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63647456002.pdf>
- Banco mundial. (29 de noviembre de 2017). [Bancomundial.org](https://www.bancomundial.org).
<https://www.bancomundial.org/es/results/2017/11/29/solar>
- Bellini, E. (23 de julio de 2019). PV magazine. Obtenido de PV magazine: <https://www.pv-magazine-latam.com/2019/07/23/proyecto-solar-de-200-mw-sera-licitado-en-ecuador/>
- Berrío, L. H. (02 de julio de 2014). Universidad del Norte Colombia.
<https://www.redalyc.org/pdf/852/85232596010.pdf>
- Boris, T. (2020). Radiación Solar terrestre. <https://ingenieriaambiental.net/radiacion-solar/>
- Bryan, Q (2020). Funcionamiento de las microrredes:Micro-redes.
<https://bryandavid15.wordpress.com/>.

Calderón et al. - DISEÑO DE UNA MICRO RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA.pdf.
(s. f.). <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21577/1/CD%2011078.pdf>

Calderón, N. D. A., Valladares, P. E. O., & Ibarra, D. J. J. (s. f.). DISEÑO DE UNA MICRO RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON GENERACIÓN HÍBRIDA FOTOVOLTAICA- TÉRMICA PARA ATENDER A LA COMUNIDAD AISLADA ZANCUDOCOCHA. 160.

Cámara et al. - DISEÑO DE UNA MICRO RED ELÉCTRICA INTELIGENTE CON .pdf.
(s. f.). <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/viewFile/566/501>

Cardona et al. - 2008—Diseño y construcción de un medidor de radiación s.pdf. (s. f.).
<https://www.redalyc.org/pdf/2570/257020605003.pdf>

Carrasco—3. MEDIDA DE LA RADIACIÓN SOLAR.pdf. (s. f.). Recuperado 14 de julio de 2021, de
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/4443/fichero/Memoria+PFC%252F3.pdf>

CELEC EP. (2016 a junio de 2016). Corporación Eléctrica del Ecuador.
<https://www.celec.gob.ec/termopichincha/index.php/retos-empresariales/proyectos-de-generacion-no-convencional/energia-fotovoltaica>

CELEC EP. (abril de 2020). Agencia de regulación y control de electricidad.
<https://www.regulacionelectrica.gob.ec/balance-nacional/>

Cener. (15 de junio de 2019). Centro Nacional de Energía Renovable de España.
<http://www.cener.com/introduccion-a-las-microrredes/>

Censolar (2019). Conexión del sistema de almacenamiento.
<https://www.censolar.org/baterias-paralelo2/>

Charlotte, B (2019). Energía solar fotovoltaica: Una micro-red de un sistema fotovoltaico.
<https://sites.google.com/site/solarfotovoltaicaenergia/>

CNEL: Alza en planillas es por fin subsidio a consumo eléctrico. (2022).
<https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/cnel-protesta-guayaquil-tarifas-electricas/>

Datos de EE. UU. - NSRDB. (s. f.). <https://nserdb.nrel.gov/about/u-s-data.html>

Delbert. C. (20 de abril de 2020). Popular Mechanics.
<https://www.popularmechanics.com/science/a32202373/solar-panel-record-efficiency/>

Dörte Ohlhorst. B. W. (29 de octubre de 2016). SpringerLink:
link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-90-481-9905-1_5

Erazo, B. L. C., & Cortez, N. J. M. (s. f.). INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL. 121.

- Ernst, M., Thomson, A., Haedrich, I., & Blakers, A. (2016). Comparison of Ground-based and Satellite-based Irradiance Data for Photovoltaic Yield Estimation. *Energy Procedia*, 92, 546-553. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.07.139>
- Espinosa, F. J. (diciembre de 2018). UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO. <http://192.188.53.14/bitstream/23000/3035/1/109432.pdf>
- FAO. (15 de octubre de 2018). FAO.org. <http://www.fao.org/uploads/media/Solar%20photovoltaic%20for%20SARD%20ES.pdf>
- Fernández, B. Bases de Datos Solares. (s. f.). 26.
- GAD Parroquial Esperanza. (2017). Gobierno Parroquia La Esperanza.: <http://www.gadlaesperanza.gob.ec/>
- GARCÉS, F. D. (diciembre de 2016). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/11352/10097742.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, F. M. (2016). *Energía Solar Fotovoltaica*. Madrid: COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN.
- Germán, P (2020). *Meteorología en red: Heliógrafo*. <https://www.meteorologiaenred.com/heliografo.html>.
- Goswami, Y. (2017). ELSEVIER.COM. <https://www.journals.elsevier.com/solar-energy>
- Guadalix, J. J. (enero de 2018). Open Mind BBVA. <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/medioambiente/las-microrredes-como-herramienta-de-gestion-energetica/>
- Guardiola, R. (2016). Universidad Rovira. <http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/1276pub.pdf>
- Gurtuna, O., & Prevot, A. (2011). An overview of solar resource assessment using meteorological satellite data. *Proceedings of 5th International Conference on Recent Advances in Space Technologies - RAST2011*, 209-212. <https://doi.org/10.1109/RAST.2011.5966825>
- Hayes, B. (15 de marzo de 2017). Elsavier. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/electric-power-distribution>
- Heffernan, B. (2019). BUSSINESS AS UNUSUAL. <https://www.accion.com/renewable-energy/solar-energy/photovoltaic/>
- Hernández, J. M. (31 de diciembre de 2015). *Hábitat Sustentable*. <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RHS/article/view/421/383>

- IAE. (2020). International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/solar-pv>
- IAE. (junio de 2019). Agencia Internacional de la Energía.
<https://www.iea.org/reports/renewables-information-overview>
- IAE. (junio de 2020). Agencia Internacional de la Energía.
<https://www.iea.org/reports/renewables-information-overview>
- Instrumentos de medición, (2021). Piranómetro: Descubre todo sobre este instrumento.
<https://instrumentosdemedicion.org/radiacion/piranometro/>
- Instrumentos Solarimétricos.pdf. (s. f.).
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/013320/InstrumentosSolarimetricos.pdf>
- Iqbal, M. (1983). Chapter 12—SOLAR RADIATION MEASURING INSTRUMENTS. En M. Iqbal (Ed.), *An Introduction to Solar Radiation* (pp. 335-373). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373750-2.50017-3>
- IRENA. (13 de octubre de 2016). Agencia Internacional de las Energías Renovables.
<https://irena.org/newsroom/articles/2016/Oct/Solving-the-Energy-Access-Problem-with-Renewable-Mini-Grids>
- Kazem. M. T. (25 de abril de 2018). SpringerLink.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-75031-6_1
- La política energética: Principios generales | Fichas temáticas sobre la Unión Europea | Parlamento Europeo. (2021).
<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/68/la-politica-energetica-principios-generales>
- Laguarda, A., Alonso-Suárez, R., & Abal, G. (2018). MODELO SEMI-EMPÍRICO SIMPLE DE IRRADIACIÓN SOLAR GLOBAL A PARTIR DE IMÁGENES SATELITALES GOES. 9.
- Lamigueiro. O. P. (14 de agosto de 2018). ENER CITY.
https://oscarperpinan.github.io/esf/SFA_Componentes.pdf
- LAMIGUEIRO. O. P. (15 de marzo de 2015). researchgate.net.:
https://www.researchgate.net/profile/Oscar_Perpinan_Lamigueiro/publication/249012821_Energia_Solar_Fotovoltaica/links/02e7e51e80783f1d9f000000/Energia-Solar-Fotovoltaica.pdf
- Lorenzo. J. A. (junio de 2018). SUNFIELDS EUROPE. <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/los-10-paneles-solares-mas-eficientes-del-mercado/>

Luna. E. G. (21 de mayo de 2016). Dialnet.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7345819>

Macancela. W. (mayo de 2016). Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11039/1/Analisis%20tecnico%20de%20un%20central%20solar%20para%20la%20produccion%20de%20energia%20elec%20c%81ctrica%20en%20el%20canton%20Santa%20Isabel%20de%20la%20provincia%20del%20Azuay.pdf>

Maldonado. J. (10 de octubre de 2018). Revista tecnológica ESPOL.

<http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/282/207>

Malu. S. (2018). Escuela superior de Barcelona.

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/114079/tfg-silvia-malu.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Manzano. S. (25 de abril de 2016). Universidad Técnica de Ambato.

<https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/731/659>

María Rodríguez Gámez. A. V. (julio de 2017). REVISTA DE INVESTIGACIONES EN ENERGÍA. MEDIO AMBIENTE Y TECNOLOGÍA.

<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Riemat/article/view/1143/999>

Marianela Garcia Villas. L. A. (2018). Energia Solar Fotovoltaica y Cooperacion Al Desarrollo.

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=43uE8RFk_6YC&oi=fnd&pg=PA22&dq=desarrollo+de+la+energ%C3%ADa+solar+fotovoltaica++en+ecuador+.&ots=1T5Z6Exgch&sig=xJQdyS2t76ntb6mOH2QlLdD8KBA#v=onepage&q=desarrollo%20de%20la%20energ%C3%ADa%20solar%20fotovoltaica%](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=43uE8RFk_6YC&oi=fnd&pg=PA22&dq=desarrollo+de+la+energ%C3%ADa+solar+fotovoltaica++en+ecuador+.&ots=1T5Z6Exgch&sig=xJQdyS2t76ntb6mOH2QlLdD8KBA#v=onepage&q=desarrollo%20de%20la%20energ%C3%ADa%20solar%20fotovoltaica%20)

Martín. T. (14 de junio de 2013). Universidad de Barcelona.

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/19411/TamaraTolon_MemoriaTFM_Deposito.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Meehan. C. (11 de mayo de 2020). Solar Reviews. <https://www.solarreviews.com/blog/what-are-the-most-efficient-solar-panels>

MEER. (2017). MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍA RENOVABLE.

<https://cdn.flipsnack.com/widget/v2/flipsnackwidget.html?hash=fdz94jcze&bgcolor=EEEEEE&t=1496354811>

- Modelo de estado estacionario de la microrred del laboratorio de Balzay de la Universidad de Cuenca. (s. f.). <https://1library.co/document/yrk6ee8z-modelo-estado-estacionario-microrred-laboratorio-balzay-universidad-cuenca.html>
- Molina Arias, M., & Molina Arias, M. (2017). ¿Qué significa realmente el valor de p? *Pediatría Atención Primaria*, 19(76), 377-381.
- Monsolar (2018). Funcionamiento del regulador. <https://www.monsolar.com/blog/que-es-y-que-hace-un-regulador-de-carga-solar/>
- Montenegro. J. M. (Julio de 2019). Universidad Binacional de Colombia. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ingenv/article/view/74786/74034>
- Muñiz. J. M. (2017). *Energía Solar Fotovoltaica*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Muñoz. J. P. (junio de 2018). *INGENIUS*. [file:///C:/Users/User/Downloads/2108-Texto%20del%20art%C3%ADculo-11702-4-10-20180109%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/2108-Texto%20del%20art%C3%ADculo-11702-4-10-20180109%20(1).pdf)
- Murcia. H. R. (30 de diciembre de 2015). Universidad de Los Andes Colombia. <https://www.redalyc.org/pdf/1210/121015051011.pdf>
- Murillo. W. (2015). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. https://www.researchgate.net/profile/Andres_Aristizabal8/publication/275024834_ENERGIA_SOLAR_EN_LA_CIUADAD_DE_QUIBDO_EXPERIENCIA_EN_SISTEMAS_FOTOVOLTAICOS_AUTONOMOS_DE_LA_UNIVERSIDAD_TECNOLOGICA_DEL_CHOCO/links/577a78e808ae355e74f06c55/ENERGIA-SOLAR-EN-LA-
- Nicolas, D. C. V. (s. f.). *DISEÑO, DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MICRORRED DE 5kVA CON CARGAS DINÁMICAS Y DESEQUILIBRIOS PROGRAMABLES.PARTE I: ESTRUCTURA DE MANIOBRA Y CONTROL DE CARGAS ACTIVAS REGULABLES*. 250.
- Norma Rosario flores Rivera, Miguel Ángel Domínguez Ramírez Maestría en Energías Renovables.pdf. (s. f.). <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/791/1/Norma%20Rosario%20flores%20Rivera%20Miguel%20Dom%20nguez%20Ram%20drez%20Maestr%20Da%20en%20Energ%20Das%20Renovables.pdf>
- ONUDI. (2017). Programa de capacitación en energía renovable. <http://etm2021.com/sbiblioteca/Libros/ENERGIAS%20ALTERNATIVAS/ENERGIA%20SOLAS%20FOTOVOLTAICA%20-%20ONUDI.pdf>
- Oña. M. (2018). ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/163>

PIRHELIÓMETRO: TODA LA INFORMACIÓN QUE NECESITAS. (marzo 2020).

Instrumentos de Medición. https://instrumentosdemedicion.org/general/pirheliometro/Radiacion_Solar.pdf. (s. f.).

http://www.aemet.es/documentos/es/eltiempo/observacion/radiacion/Radiacion_Solar.pdf

Raush, J. R., Chambers, T. L., Russo, B., & Crump, K. (2016). Assessment of local solar resource measurement and predictions in south Louisiana. *Energy, Sustainability and Society*, 6(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s13705-016-0083-y>

Resch, R. (4 de julio de 2015). Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/chronicle/article/la-promesa-de-la-energia-solar-estrategia-energetica-para-reducir-las-emisiones-de-carbono-en-el>

Roberto, C. (2019). Localización de instalaciones. El método centro de gravedad

Rodríguez, C. G. (julio de 2016). SCIELO. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59442011000100002&script=sci_arttext&tlng=en

Sánchez, C. F. (2017). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.

https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/83964/P030153316_TFM_14867660672271275997430684805011.pdf?sequence=2

Sanhueza—DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE CONTROL PREDICTIVAS PARA .pdf.

(2021). http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/114570/cf-ahumada_cs.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Santana y Rodríguez—Protocolo y procedimiento aplicado a instrumentación.pdf. (2021).

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1776&context=ing_automatizacion

Sarmiento, A. (julio de 2016). SCIELO. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59442011000100002&script=sci_arttext&tlng=en

Satellite Data | National Centers for Environmental Information (NCEI) formerly known as National Climatic Data Center (NCDC). (2021.). <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/satellite-data>

Schmetz, J., & Menzel, W. P. (2015). A Look at the Evolution of Meteorological Satellites: Advancing Capabilities and Meeting User Requirements. *Weather, Climate, and Society*, 7(4), 309-320. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-15-0017.1>

Sengupta, M., Xie, Y., Lopez, A., Habte, A., Maclaurin, G., & Shelby, J. (2018). The National Solar Radiation Data Base (NSRDB). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 89, 51-60. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.003>

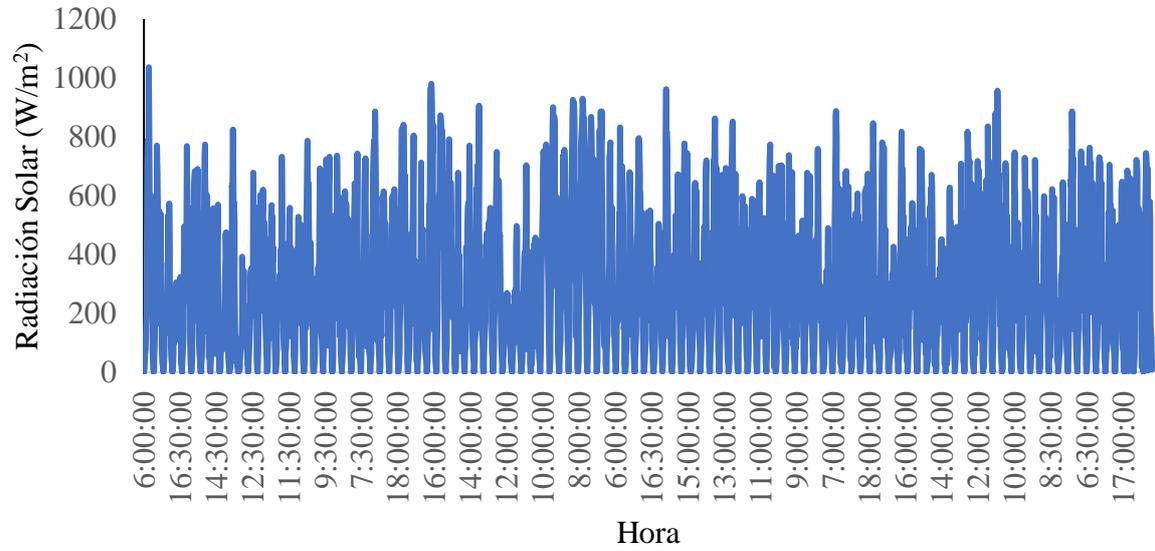
- Senplades. (2017). Secretaría Técnica Planifica Ecuador.
<https://www.planificacion.gob.ec/plan-nacional-de-desarrollo-2017-2021-toda-una-vida/>
- Shinn. L. (15 de junio de 2018). NRCD. <https://www.nrdc.org/stories/renewable-energy-clean-facts>
- Stoffel, T. (2013). Chapter 1—Terms and Definitions. En J. Kleissl (Ed.), *Solar Energy Forecasting and Resource Assessment* (pp. 1-19). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397177-7.00001-2>
- Stone. M. (14 de mayo de 2020). GRIST. <https://grist.org/energy/solar-panels-are-more-efficient-than-youve-heard-this-material-could-make-them-even-better/>
- Svarc. J. (19 de enero de 2020). CLEAN ENERGY REVIEWS.
<https://www.cleanenergyreviews.info/blog/most-efficient-solar-panels>
- Yasser.H.(2016). Instalación y análisis de datos de la estación solarimétrica de la Universidad de Quintana Roo.
<http://risisbi.uqroo.mx/bitstream/handle/20.500.12249/1378/TJ810.AL101.2014-1900.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tomas, M. (2020). Espectro electromagnético. <https://www.tomasmarte.com/2020/07/03/el-espectro-electromagnetico/>
- Tsilimigaki, S. I., Messini-Nikolaki, N., Kanariou, M., & Piperakis, S. M. (2003). A study on the effects of seasonal solar radiation on exposed populations. *Mutagenesis*, 18(2), 139-143. <https://doi.org/10.1093/mutage/18.2.139>
- Vera, G. R. (2010). *Finanzas para directivos*. Guayaquil: Estudio y Ediciones IDE.
- Victor, F (2018), Nak Energy: Inversor solar. <https://www.nakenergy.com/blog/inversor-solar-te-ayudamos-a-elegir>
- Villar. P. D. (2014). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID.
http://oa.upm.es/169/1/PABLO_DIAZ_VILLAR.pdf
- Vinogradova. O. (agosto de 2016). Instituto Balserio.
<http://www2.ib.edu.ar/becaib/bib2006/trabajos/vinogradova.pdf>
- Yanchapanta, G. X. Á. (s. f.). Diseño de una microred híbrida a base de energía fotovoltaica y energía térmica diesel para reducir la contaminación ambiental. 5.
- Yanchapanta—Diseño de una microred híbrida a base de energía f.pdf. (s. f.).
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/9068/AC-ESPEL-EMI-0265.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zanabria. P. (2016). DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ZONAS RURALES. https://guzlop-editoras.com/web_des/ener01/addenda/pld0213.pdf

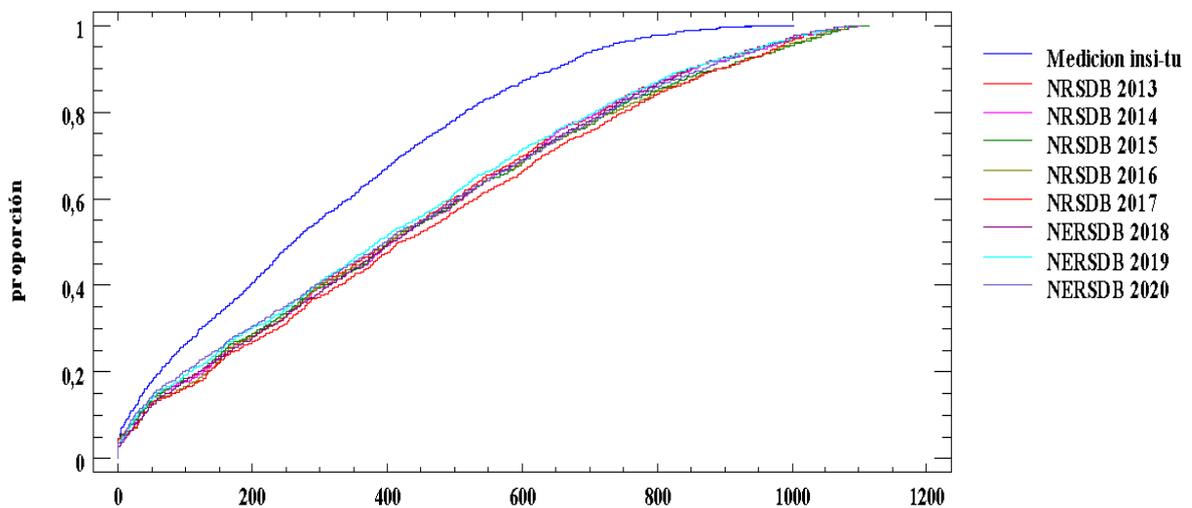
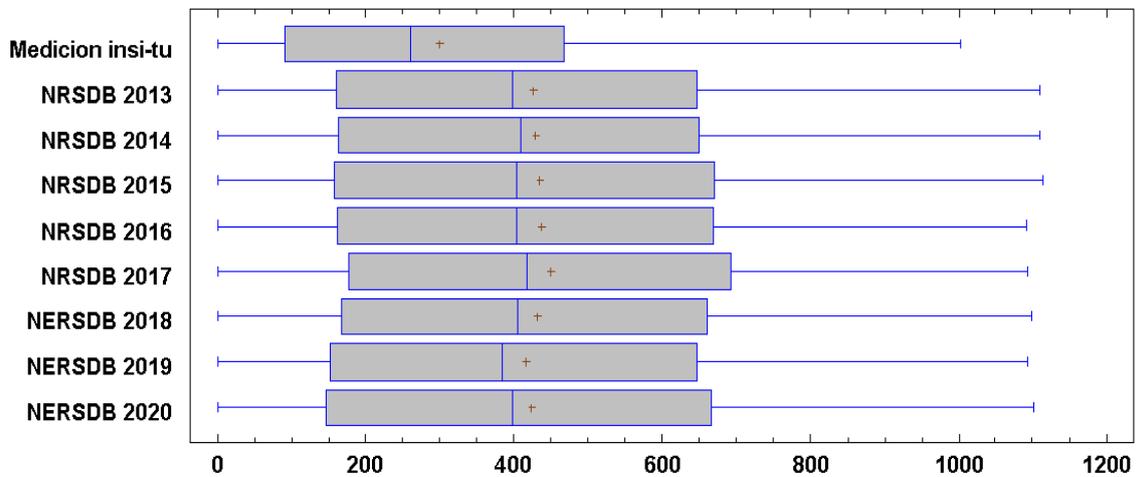
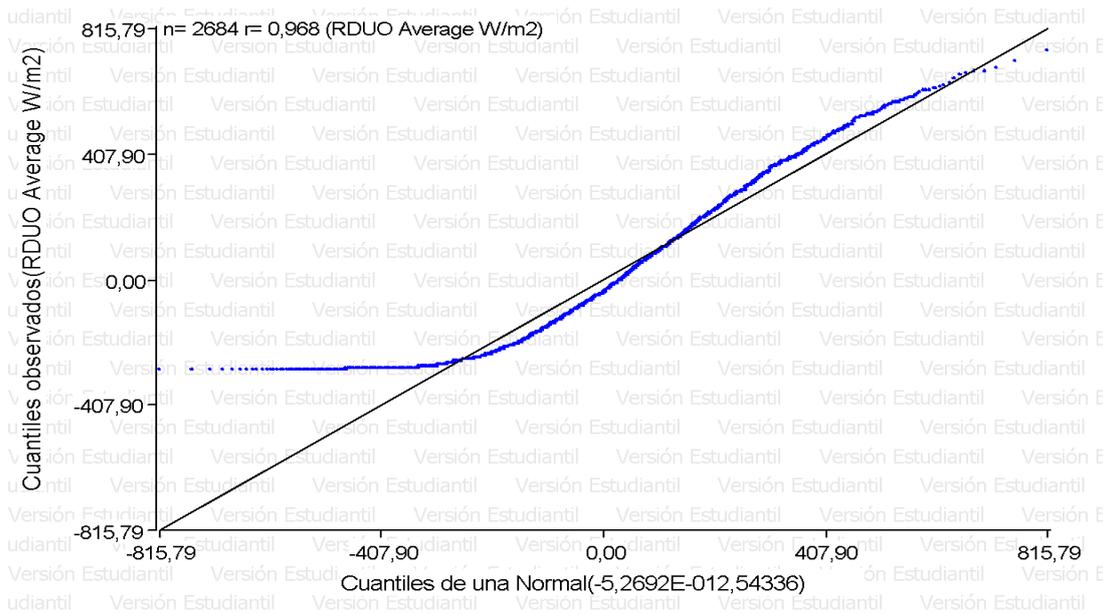
Zuluaga. L. H. (2014). Universidad del Norte Colombia.
<https://www.redalyc.org/pdf/852/85232596010.pdf>

ANEXOS

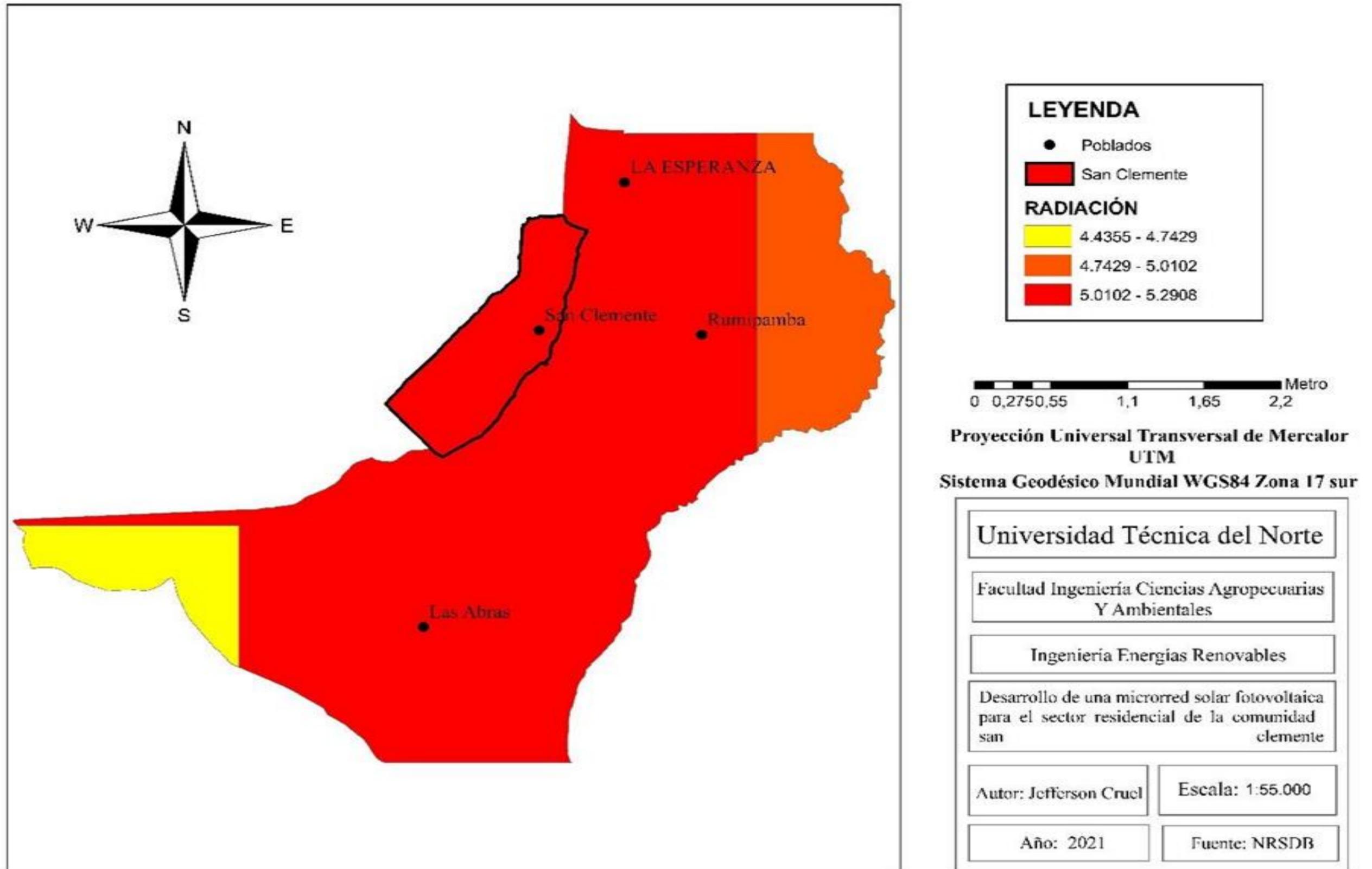
Anexo 1 Curva de radiación solar



Anexo 2 Análisis estadísticos de los datos Insi-ti



Anexo 3 Mapa de radiación solar de la parroquia de La Esperanza



Consumo energía por viviendas en la comunidad de San Clemente								
Electrodoméstico	Familia 17	Familia 18	Familia 19	Familia 20	Familia 21	Familia 22	Familia 23	Familia 24
Cargadores de celulares	2	2	2		2	1	1	
Nevera	1500	1500				250		
Equipo de sonido o Parlante		10		40			40	
Luminarias	75	75	45	30	60	140	45	5
Ducha eléctrica					0	330		

Consumo energía por viviendas en la comunidad de San Clemente								
Electrodoméstico	Familia 33	Familia 34	Familia 35	Familia 36	Familia 37	Familia 38	Familia 39	Familia 40
Televisión					65		33	16
Licuadora	29	7	7	7	7		15	7
Plancha		167			250	125	1500	83
Modem de internet		72				72	72	
Computadora o laptop						16.8	115	
Lavadora								
Decodificadores de tv pagada								
Cargadores de celulares	2.25	9	10	7	2	7	5	0.3
Nevera			1500				125	1500
Equipo de sonido o Parlante	240	90	40	22.5	7.5	30		
Luminarias	30	100	100	75	60	75	100	135
Ducha eléctrica	330			500				

Consumo energía de viviendas en la comunidad de San Clemente								
Electrodoméstico	Familia 41	Familia 42	Familia 43	Familia 44	Familia 45	Familia 46	Familia 47	Familia 48
Televisión		65	520	97.5	65	8.75	32.5	97.5
Licuadora	2.71	7.29	7.26	7.26	7.29		7.26	4.38
Plancha		75	4000	125	166.65	125	125	125
Modem de internet		72	72		72	72		
Computadora o laptop						690		
Lavadora		525						525
Decodificadores de tv pagada								
Cargadores de celulares	2.25	2.25	2.25	13.5	3.38	6.75	1.125	2.25
Nevera	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Equipo de sonido o Parlante	15		240	60	120		60	20
Luminarias	60		105	80	175	220	105	600
Ducha eléctrica		40	500			500	500	250

Consumo energía de viviendas en la comunidad de San Clemente								
	Familia							
Electrodoméstico	49	50	51	52	53	54	55	56
Televisión	65		120	65			65	32.5
Licuada	7.28875	7.28875		7.28875	7.28875	7.28875	350	4.375
Plancha	83.35	72		250	83.35		125	7500
Modem de internet	72		72		72	72	72	
Computadora o laptop	172.5					690		
Lavadora	262.5							
Decodificadores de tv pagada								
Cargadores de celulares	3.375	4.5	30	1.125	2.25	2.25	1.125	
Nevera	1500					1500	1500	
Equipo de sonido o Parlante	10		30				180	80
Luminarias	140	40	45	60	60	100	70	25
Ducha eléctrica	500	500	500		500	750	500	

Uso de la energía eléctrica por vivienda diario	
Familia	Hora
Familia 1	6,87
Familia 2	7,21
Familia 3	9,19
Familia 4	10,00
Familia 5	7,77
Familia 6	1,05
Familia 7	7,10
Familia 8	7,18
Familia 9	7,54
Familia 10	9,27
Familia 11	8,06
Familia 12	8,07
Familia 13	7,25
Familia 14	11,01
Familia 15	6,98
Familia 16	7,37
Familia 17	4,80
Familia 18	6,31
Familia 19	5,73
Familia 20	1,33
Familia 21	2,00
Familia 22	1,27
Familia 23	4,52
Familia 24	1,50
Familia 25	2,00
Familia 26	2,00
Familia 27	5,50

Uso de la energía eléctrica por vivienda diario	
Familia	Hora
Familia 28	4,00
Familia 29	4,00
Familia 30	1,31
Familia 31	1,00
Familia 32	8,72
Familia 33	7,65
Familia 34	4,46
Familia 35	3,53
Familia 36	7,40
Familia 37	7,02
Familia 38	1,92
Familia 39	1,26
Familia 40	2,45
Familia 41	4,26
Familia 42	4,67
Familia 43	6,02
Familia 44	6,90
Familia 45	9,06
Familia 46	5,76
Familia 47	8,68
Familia 48	8,36
Familia 49	4,48
Familia 50	4,84
Familia 51	5,48
Familia 52	6,12
Familia 53	5,75
Familia 54	1,32
Familia 55	4,79
Familia 56	9,12

Anexo 5 Coordenadas geográficas y consumo de energía de las diferentes zonas de la Comunidad San Clemente

ZONA 1							
CARGA	CÓDIGO	MEDIDOR	COORD	COORD	CONSUMO	DX	DY
A	CLIENTE		X	Y	PROMEDIO		
					O Wh		
1	300840	131964	820048.0 73	10032456.9 85	14.50	2804564.4 1	34311002.8 9
2	300837	131991	820106.1 75	10032207.4 82	91.00	62598704. 37	765758397. 1
3	410691	2.01702E+ 11	815236.1 88	10036829.0 22	43.50	3464753.7 99	42656523.3 5
4	316354;208 07	139351; M36382	819985.8 08	10032267.5 03	1161.00	903484962 .9	110538533 03
5	354431	185432	820067.1 6	10032356.4 79	104.00	70730792. 54	865290746. 3

ZONA 1							
CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO Wh	DX	DY
6	300842	131962	820074.5 13	10032315.7 38	66.00	109684966 .1	134182223 0
7	351496	196687	820062.0 69	10032428.7 25	46.00	38813537. 7	474834851. 6
8	110599	36492	820001.7 34	10032462.4 60	68.00	37375679. 05	457279638. 9
9	350017	194705	820021.5 69	10032554.3 53	26.00	94302480. 47	115374375 1

ZONA 2							
CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
1	165817	M286254	819703.560 2	10031765.81 01	201.00	12975907.3 6	158802852. 8
2	354390	194767	819738.557 4	10031837.91 46	105.00	23567483.5 3	288415340
3	200249	M2114319	819825.817 6	10031813.04 98	66.00	41671746.3 1	509917057. 3
4	392929	100115801 1	821630.326 3	10031622.27 39	81.00	52313202.8 8	638713390. 2
5	111204	195433	821630.326 3	10031622.27 39	86.00	65114203.3 6	795006065. 2
6	415372		819791.064 0	10031805.76 40	78.50	819791.064	10031805.7 6
7	150327	B37152	819678.176 1	10031748.31 62	72.00	95763001.3 1	117200915 6
8	140271	M264269	819698.421 6	10031786.66 23	11.50	120839941. 3	147888599 0
9	20726	M260103	819789.880 6	10031742.74 13	1.00	819789.880 6	10031742.7 4
10	181882	M298761	819774.891 6	10031755.03 06	201.00	27052571.4 2	331047916
11	136026	M260649	819840.534 0	10031814.99 95	105.00	65587.2427 2	802545.2
12	20737	36003	819703.596 7	10031709.18 00	66.00	46042751.0 3	563481104. 6
13	181888	M298772	819777.364 7	10031772.11 21	81.00	12772131.3 4	156295009. 5

ZONA 3							
CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
1	20733	M36659	820007.12 4	10031683.1 1	17.50	152586925. 7	1866695593
2	136191	M260052	820050.53 5	10031772.3 8	39.00	74690202.7 1	913693828. 6
3	383196	47237	821630.32 6	10031622.2 7	26.00	59633929.0 8	728095144. 6
4	338775	174657	820060.16 4	10031810.3 5	62.00	55149046.0 4	674639246. 2

ZONA 3							
CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
5	345637	10404	821630.32 6	10031622.2 7	76.50	83535155.2 7	1019915037
6	90112	30661	819925.79 6	10031793.5	0.00	65044713.3 6	795822178. 5
7	376662	B339805	821630.32 6	10031622.2 7	91.50	52789748.4 6	644531731. 1
8	20731	M260100	820026.36 8	10031793.9 5	147.00	10045323.0 1	122889475. 9
9	444444		819888.00 7	10031712.7 3	11.00	270563.042 3	3310465.20 2

ZONA 4							
CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
1	121143	B305711	819831.083 9	10031634.361 5	184.00	180772754	221197537 7
2	312912	76735	819843.798 1	10031554.979 6	63.50	131584929. 6	161006457 4
3	443499		819870.439 0	10031527.422 0	86.50	37443482.9 5	458139857. 4
4	443155		819741.322 0	10031619.497 0	45.00	32789652.8 8	401264779. 9
5	135120	35607	819687.809 6	10031615.425 4	56.00	47951736.8 6	586849502. 4
6	20734	178232	819803.042 9	10031675.785 7	79.00	80070163.2	979793774
7	435590	177981	819729.877 8	10031623.052 8	64.00	38183017.7 1	467273001. 8
8			819756.139 0	10031530.597 0	0	0	0
9	443794		819803.764 0	10031544.355 0	80.00	36620634.1 4	448109086. 3

ZONA 5							
CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
1	20742	M260102	819918.737 4	10031544.8 6	45.50	46940347.7 2	574305943. 1
2	135988	M260555	819936.676 3	10031595.5 1	79.00	74819221.7 1	915383090. 1
3	303531	144420	819920.236 4	10031618.6 6	43.00	28836594.7 1	352812028. 2
4	176529	M2R7059 4	819935.071 5	10031620.9 5	128.50	124490741. 9	152310100 1
5	125625	175978	819972.786 1	10031631.2 5	80.50	66352197.8 5	811759600. 6

ZONA 6

CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
1	26503	M206961 I	819843.857 3	10031419.1 2	126.00	102546069. 7	125472990 3
2	204749	35709	819878.995 4	10031411	79.00	53226544.3 8	651239202
3	136268	36059	819860.231 2	10031399.8 2	121.00	96399165.9 8	117949199 1
4	20741	36053	819913.873 2	10031443.2 9	126.00	101529934. 9	124219362 3
5	355889	200048	819887.381 9	10031380.7	6.00	2664633.99 1	32601987.2 9
6	402480	100112466 7	821630.326 3	10031622.2 7	228.00	139882563. 1	170788369 2
7		194706	819914.063 2	10031491.0 5	98	80556556.7 1	985593995. 9

ZONA 7

CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
1	20745	47308	819818.825 8	10031220.9	100.50	47893815.8	586023924. 9
2	165828	35631	819750.555 6	10031200.7 3	110.00	91262829.3 5	111677357 7
3	166053	M286257	819874.118 4	10031140.5 3	20.00	26096593.1 9	319291203. 1
4	182416	35630	819788.522 9	10031273.7 3	168.00	130411958. 2	159577502 5
5	302006	137408	819739.778 3	10031183.8 8	17.00	25346353.9 5	310164205. 5
6	346436	M2175448	819861.252	10031093.8 2	119.50	72213379.0 8	883538743. 4
7	312092	36052	821630.326 3	10031622.2 7	36.00	39093170.9 3	477304587. 8
8	344460	188865	819776.910 1	10031179.9	65.50	51441001.1 1	629456538. 8
9	300181	35701	819774.077 5	10031163.9 4	81.00	33471375.5 8	409572423. 6
10	175422	35609	821630.326 3	10031622.2 7	111.50	89697382.7 2	109515220 4
11	202751	36055	819768.098 7	10031313.6 4	127.50	65442087.3 2	800799767. 6
12	20746	35707	819761.169 9	10031249.1 6	31.00	20903909.8 3	255796853. 5
13	20749	112210; M2120143	819809.949 7	10031093.1 2	91.50	36211005.4 8	443073383. 2

ZONA 8

CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
1	347090	100112439 6	819721.905 7	10030969.4 9	110.50	108137713. 8	132328549 5
2	20750	M280755	819732.659 7	10030942.9 6	36.50	37092902.8 5	453900169
3	340497	179782	819718.067 1	10030931.1 7	65.00	64347868.2 7	787428096. 9
4	445682		819688.421	10030909.6 8	26.50	22951275.7 9	280865471
5	181890	M298786	819594.918 6	10030819.8 6	72.50	54093264.6 3	662034110. 8
6	181462	M298785	819809.386 8	10031065.2 4	144.00	64764941.5 6	792454154. 3
7	165814	M286258	819696.735 9	10030896.6 2	0.00	475424.106 8	5817920.04 2
8	321378	163646	819653.124 2	10030841.4 6	38.50	12024311.3 3	147152444. 2
9	20759	P453 I	819546.637 4	10030710.5 3	45.50	39813575.6 4	487291917. 6
10	181892	100115755 0	819779.938 2	10031020.6 5	66.50	63188637.6 4	773191072

ZONA 9

CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
1	349683	35610	819689.968 1	10030991.5 2	16.00	47271520.4 6	578487281. 1
2	20751	154060	819689.894 1	10031074.2 3	2.00	4713216.89 1	57678676.8
3	20752	22710	819661.540 7	10030938.3 4	41.00	33466780.7 1	409563212. 4
4	20754	35612	819704.701 4	10031027.6 9	60.50	70970033.0 5	868486377. 4

ZONA 10

CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
1	181891	M298780	819500.727 9	10030779.9 9	68.00	49514233.9 8	606059726. 9
2		M298769	819572.902	10030869.9 9	1.5	1434252.57 9	17554022.4 9
3	190645	144418	821630.326 3	10031622.2 7	62.00	85038738.7 7	103827290 5
4	181884	M298773	819540.729 1	10030808.9 1	116.50	86322225	105654510 3
5	392170	38800	821630.326 3	10031622.2 7	89.00	47999643.6 6	586047373. 2

6	175199	M294285	821630.326 3	10031622.2 7	24.00	45945567.8 5	560968317. 6
---	--------	---------	-----------------	-----------------	-------	-----------------	-----------------

ZONA 11

CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
1	178023	P359 I	819612.802 8	10031250.8 9	57.00	22473783.0 5	275056899. 4
2	333840	B313177	819538.939 6	10031146.5 3	71.00	98205351.1 3	120203228 9
3	20756	M2625 I	819441.441	10030995.8 2	20.00	11947456.2 1	146251919. 1
4	313730	104138	819479.970 8	10031053.3 4	36.50	45825319.9 7	560936502. 7

ZONA 12

CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
1	91825	P7798	819401.314 8	10030949.1 6	55.00	56063437.9 6	686317541. 5
2	311994	127317	821630.326 3	10031622.2 7	48.00	34508473.7	421328135. 5

ZONA 13

CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
1	301288	131335	819293.927 5	10030535.55	16.50	36802683.2 2	450571657
2	20761	195429	819363.755 7	10030672.84	23.00	3343004.12 3	40925145.1 9
3	165791	M286256	819189.411 2	10030484.44	37.50	35364406.8 8	433016013. 2
4	441946		819278.051 0	10030594.82 2	28.00	55055485.0 3	674055972
5	181724	M298759	819263.856 0	10030481.56 8	66.00	53522507.7 1	655291360. 8

ZONA 14

CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
1	388596	12377	819094.47 61	10030595.6 27	29.50	26481324. 41	324289156 .6

2	175749;3153 96	M2525 I;101859	818891.95 41	10030443.1 09	95.00	70563919. 68	864323282 .7
---	-------------------	-------------------	-----------------	------------------	-------	-----------------	-----------------

ZONA 15

CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
1	344528	1001157838	818821.833 2	10030147.6 5	91.00	70623383.1 1	865100234. 7
2	364070		818934.092	10030111.1 6	18.00	34804698.9 1	426279724. 4
3	20781	206084	818898.411 9	10030122.1 1	35.50	21291358.7 1	260783175
4	415491	2.01702E+1 1	821822.073 4	10036495.0 7	85.00	66090931.1 4	807134933. 4
5	145042	M266610	818868.809 2	10030167.6 2	62.00	63396823.2 1	776535577. 5
6	176118	35611	818932.228 8	10030185.2 2	41.00	17672557.5	216451397. 1
7	314468	107350	818797.378 4	10030120.2 9	41.00	34323986.1	420462642. 7
8	20764	M2526 I	819002.467 3	10030220.5 7	13.00	10851782.6 9	132900422. 6

ZONA 16

CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
1	24870	P7174 I	818769.268 5	10030231.4 3	55.50	46735349.8 5	572525610. 3

ZONA 17

CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
1	316814;207 80	19933;1694 7	818737.70 6	10030027.5 8	178.50	110464091. 3	135325132 1

ZONA 18

CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
1	25096		818751.58 4	10029785.9 5	0.83	548563.561 3	6719956.58 8

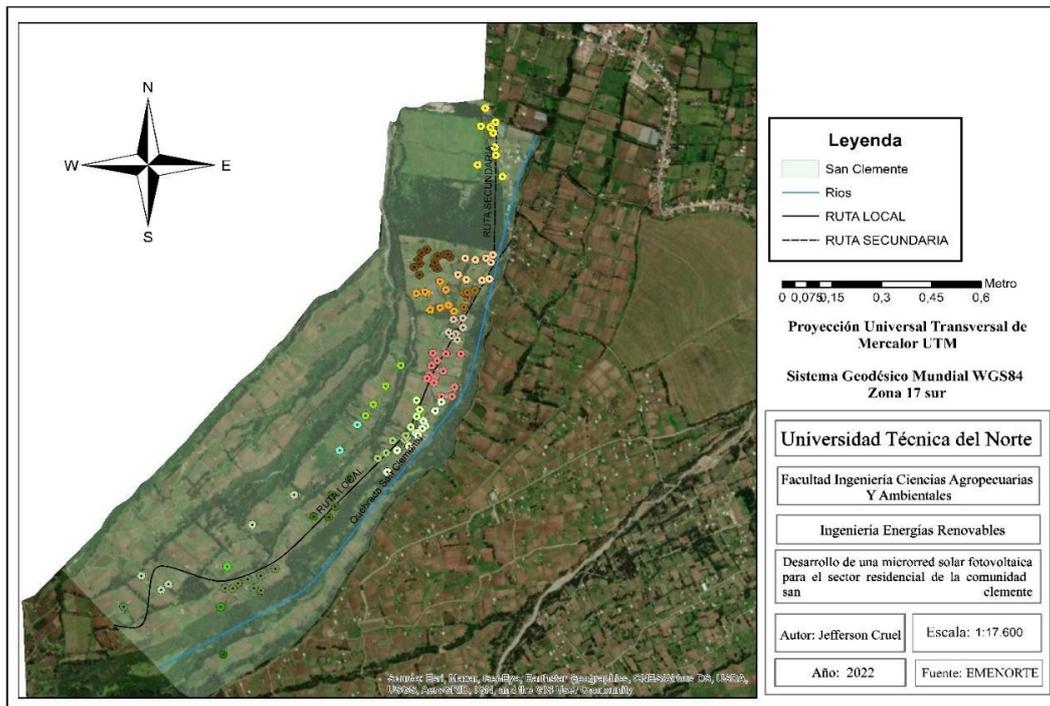
ZONA 19							
CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
1	358544	199691	821630.326 3	10031622.2 7	36.67	11437094.1 4	139640182. 1
2	443391		818446.572	10030114.2 5	0.25	548359.203 2	6720176.54 6
3	102772	M226652; M280754	818352.679 9	10030183.7 2	4.25	6685941.39 5	81946601.0 3

ZONA 20							
CARGA	CÓDIGO CLIENTE	MEDIDOR	COORD X	COORD Y	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
1	20778	P409 I	818266.868 4	10030028.5 2	1.20	1636533.73 7	20060057.0 4

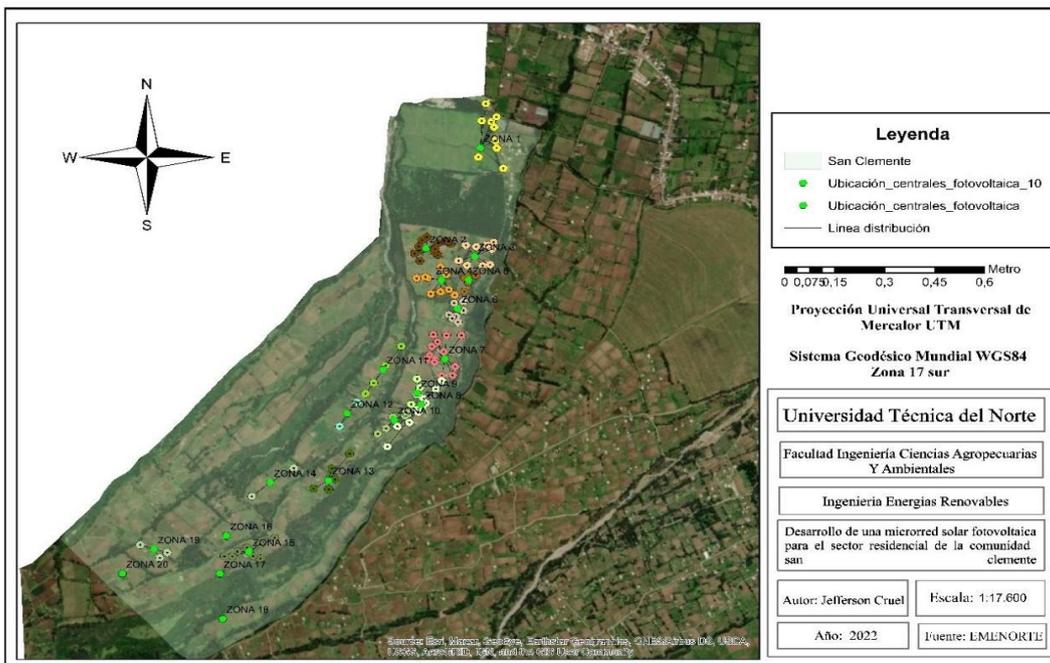
Tabla de resumen ubicación y consumo de energía de las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas

ZONA	Nº DE CARGA	CONSUMO PROMEDIO KW	DX	DY
ZONA 1	9	1613.74	819996.06	10032316.51
ZONA 2	9	674.82	821800.20	10046566.48
ZONA 3	13	609.41	820167.22	10031735.57
ZONA 4	9	714.09	819807.55	10031606.59
ZONA 5	5	416.42	819939.25	10031606.70
ZONA 6	7	703.16	820304.72	10031478.46
ZONA 7	13	889.49	820115.87	10031279.09
ZONA 8	10	569.58	819709.11	10030936.57
ZONA 9	4	190.83	819690.57	10030999.04
ZONA 10	6	385.34	820715.89	10031264.46
ZONA 11	4	217.75	819526.57	10031125.65
ZONA 12	2	110.42	820249.15	10031205.19
ZONA 13	5	224.7	819261.62	10030530.25
ZONA 14	2	118.5	818947.21	10030484.72
ZONA 15	8	389.34	819477.89	10031458.64
ZONA 16	1	57.08	818769.27	10030231.43
ZONA 17	1	134.92	818737.71	10030027.58
ZONA 18	1	0.67	818751.58	10029785.95
ZONA 19	3	22.76	820360.05	10031061.50
ZONA 20	1	2	818266.868	10030028.52
Total	113	8045.02		

Mapa de ubicación de los puntos de carga que alimenta a las residencias de la Comunidad San Clemente



Mapa de ubicación de las micro-redes aisladas con los puntos de carga



Anexo 6 Lugares de las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas

Zona 1



Zona 2



Zona 3



Zona 4



Zona 5



Zona 6



Zona 7

Zona 8



Zona 9



Zona 10



Zona 11



Zona 12



Zona 13



Zona 14



Zona 15



Zona 16



Zona 17



Zona 18





Anexo 7 Data ficha del panel solar fotovoltaico EOS MONO 400W/24VDC

ELECTRICAL DATA AT STC*

Power output (Pmax)	380 W	385 W	390 W	395 W	400 W
Power tolerance	0→+5 W				
Module efficiency	19.15 %	19.41 %	19.66 %	19.91 %	20.16%
Maximum power voltage (Vmp)	39.50 V	39.65 V	39.76 V	39.86 V	39.92 V
Maximum power current (Imp)	9.62 A	9.71 A	9.81 A	9.91 A	10.02 A
Open circuit voltage (Voc)	48.20 V	48.25 V	48.37 V	48.48 V	48.6 V
Short circuit current (Isc)	9.99 A	10.08 A	10.18 A	10.28 A	10.4 A

*Standard Test Conditions: Irradiance: 1 000 W / m² • Cell temperature: 25°C • AM: 1.5

ELECTRICAL DATA AT NMOT*

Power output (Pmax)	283.34 W	287.07 W	290.79 W	294.52 W	298.25 W
Maximum power voltage (Vmp)	37.03 V	37.17 V	37.27 V	37.37 V	37.42 V
Maximum power current (Imp)	7.64 A	7.71 A	7.79 A	7.87 A	7.96 A
Open circuit voltage (Voc)	44.70 V	44.74 V	44.86 V	44.96 V	45.07 V
Short circuit current (Isc)	8.12 A	8.19 A	8.28 A	8.36 A	8.45 A

*Nominal Operating Cell Temperature: Irradiance: 800 W / m² • Ambient temperature: 20°C • AM: 1.5 • Wind speed: 1 m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Cell type	Monocrystalline (158.75x158.75 mm)
Number of cells	72
Dimensions	1980x1002x40mm
Weight	22.9 kg
Glass	3.2 mm tempered glass, High transmission (>94%), Anti-Reflective Coating
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction box	IP68 rated (3 by pass diodes)
Cable	4mm ² , 900mm (+) 900mm (-); length can be customized
Connector	MC4 or MC4 compatible
Max front load (e.g.: snow)	5400 Pa
Max back load (e.g.: wind)	2400 Pa

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

NOCT	45 °C ±2 °C
Temperature coefficient of Pmax	-0.39%/°C
Temperature coefficient of Voc	-0.37%/°C
Temperature coefficient of Isc	+0.06%/°C

MAXIMUM RATINGS

Operating temperature range	-45 °C ~+85 °C
Maximum system voltage	1500V(DC)(IEC)
	1500V(DC)(UL)
Max series fuse rating	25 A

PACKAGING (1980x1002x40mm)

Type	Pcs	Weight
Per pallet	27 pcs	663 kg
40ft HQ Container	696 pcs	17.1 t

PV MODULE : EGE-400W-72M

PV MODULE : EGE-400W-72M

Dimension of PV Module (mm)

Specifications included in this datasheet are subject to change without prior notice. Refer to our website for further information or contact one of our sales staff. www.ecogreenenergy.com

Anexo 8 Data ficha técnica del inversor Gama Xtender

Gama Xtender



Modelo	XTS 900-12	XTS 1200-24	XTS 1400-48	XTM 1500-12	XTM 2000-12	XTM 2400-24	XTM 2500-48	XTM 3500-24	XTM 4000-48	XTH 3000-12	XTH 5000-24	XTH 6000-48	XTH 8000-48	
Inversor														
Tensión nominal de batería	12Vdc	24Vdc	48Vdc	12Vdc			24Vdc	48Vdc	24Vdc	48Vdc	12Vdc	24Vdc	48Vdc	
Campo de tensión de entrada	9.5 - 17Vdc	19 - 34Vdc	38 - 68Vdc	9.5 - 17Vdc			19 - 34Vdc	38 - 68Vdc	19 - 34Vdc	38 - 68Vdc	9.5 - 17Vdc	19 - 34Vdc	38 - 68Vdc	
Potencia continua @ 25°C	650**500VA	800**650VA	900**750VA	1500VA	2000VA	2000VA	2000VA	3000VA	3500VA	3500VA	2500VA	4500VA	7000VA	
Potencia 30 min. @ 25°C	900**700VA	1200**1000VA	1400**1200VA	1500VA	2000VA	2400VA	2600VA	3500VA	4000VA	3000VA	5000VA	6000VA	8000VA	
Potencia 5 sec. @ 25°C	2.3kVA	2.9kVA	2.8kVA	3.4kVA	4.8kVA	6kVA	6.9kVA	9kVA	10.5kVA	7.9kVA	12kVA	15kVA	21kVA	
Carga máxima	Hasta corto circuito													
Carga asimétrica máxima	Hasta Pcont													
Detección de carga (stand-by)	2 a 25 W													
Cos φ	0.1-1													
Rendimiento máximo	93%	93%	93%	93%			94%	96%	94%	96%	93%	94%	96%	
Consumo OFF/Stand-by/ON	1.1W/1.4W/17W	1.2W/1.5W/18W	1.3W/1.6W/18W	1.2W/1.4W/18W	1.2W/1.4W/10W	1.4W/1.6W/9W	1.8W/2W/10W	1.4W/1.6W/12W	1.8W/2.1W/14W	1.2W/1.4W/14W	1.4W/1.6W/15W	1.8W/2.2W/22W	1.8W/2.4W/30W	
Tensión de salida	Sinusoidal pura 230Vac (+/- 2%) / 120Vac (1)													
Frecuencia de salida	50Hz / 60Hz (1) +/- 0.05% (controlado por cuarzo)													
Distorsión armónica	<2%													
Protección de sobrecarga y corto circuito	Desconexión automática con 3 intentos de reinicio													
Protección de sobre temperatura	Alarma antes de corte y reinicio automático													
Cargador de batería	6 etapas: Bulk-Absorción-Flotación-Ecualización-Flotación reducida-Absorción periódica													
Características de carga	Número de etapas, umbrales, corriente de fin de etapa y tiempos completamente ajustables con el RCC-02-03													
Corriente de carga máxima	35A	25A	12A	70A	100A	55A	30A	30A	50A	50A	160A	140A	100A	120A
Compensación por temperatura	Con BT9-01 o B9P 500/1200													
Corrección del factor de potencia (PFC)	EN 61000-3-2													
Datos generales	XTS 900-12	XTS 1200-24	XTS 1400-48	XTM 1500-12	XTM 2000-12	XTM 2400-24	XTM 2500-48	XTM 3500-24	XTM 4000-48	XTH 3000-12	XTH 5000-24	XTH 6000-48	XTH 8000-48	
Rango de tensión de entrada	150 a 265Vac / 50 a 140Vac (1)													
Frecuencia de entrada	45 - 65Hz													
Corriente máx. de entrada (noí de transferencia) / corriente máx. de salida	16Aac/20Aac						50Aac/56Aac						50Aac/80Aac	
Tiempo de transferencia (UPS)	<15ms													
Contactos multifuncionales	2 contactos independientes (línea de potencia) con 3 puntos, 16Aac/5Aac													
Peso	8.2 kg	9 kg	9.3 kg	15 kg	18.5 kg	16.2 kg	21.2 kg	22.9 kg	34 kg	40 kg	42 kg	46 kg		
Dimensiones AxaxL [mm]	110x210x310			133x322x466						230x300x500				
Índice de protección	IP54													
Conformidad	Directiva CEM 2004/108/CE: EN 61000-6-1, EN 61000-6-3, EN 55014, EN 55022, EN 61000-3-2, 62040-2 Directiva de baja tensión 2006/95/CE: EN 62040-1-1, EN 50091-2, EN 60950-1													
Rango de temperatura de trabajo	-20 a 55°C													
Humedad relativa de funcionamiento	100%						95% sin condensación						95% sin condensación	
Ventilación	Módulo de ventilación ECF-01 en opción						Forzada a partir de 55°C						Forzada a partir de 55°C	
Nivel acústico	<40dB / <45dB (sin/ con ventilación)													
Garantía	5 años													

Anexo 9 Ficha técnica de la batería gel de ciclo profundo 150 Ah/12VC



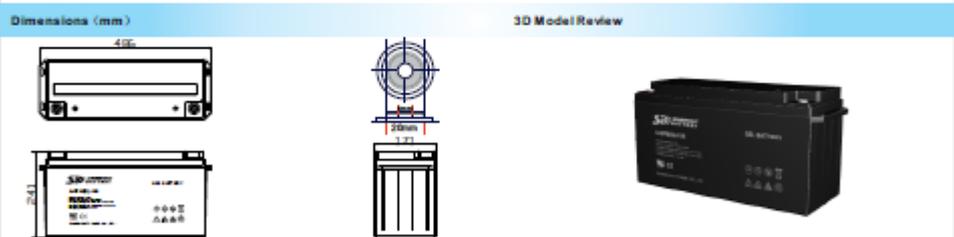
Sunbright Power Co., LTD.

6-GFM(G)-150Ah Gel Battery Specification

We are an ISO9001 certified organization. And the products are approved by CE & UL. The nominal voltage of this series is 12V. And the capacity ranges from 33Ah to 250 Ah. Their typical applications include: emergency lighting systems, electricity power supply systems, communication systems, UPS systems, starting systems, solar systems etc.

Battery Construction		General Features
Component	Material	Maintenance free
Positive plate	Lead dioxide	Convenient for installation
Negative plate	Lead	Safety and no leakage
Container	ABS	Excellent recharge and discharge performance
Cover	ABS	Low self-discharge rate, charge each standby 6 months, temperature 25°C
Safety valve	Rubber	Adapt to high or low temperature
Terminal	Copper	Good deep discharge performance
Electrolyte	Gelated acid	Longer cycle life
		UL approval

Performance Characteristics	
1. Dimension and weight	
Length	486mm
Width	175mm
Height	245mm
Total Height	245mm
Reference Weight	47kg
2. Functional Parameter	
Rated Voltage	12V
Numbers of cells	6 Cells
Designed Life	10-12 Years
3. Rated Capacity at 25°C (77° F)	
10 hr rate (0.1C, 10.8V)	150Ah
3 hr rate (0.25C, 10.8V)	108.7Ah
1 hr rate (0.55C, 10.5V)	82.4Ah
4. Capacity affected by Temperature (10hour rate)	
40 °C (104° F)	103%
25 °C (77° F)	100%
0 °C (32° F)	85%
-15°C (5° F)	85%
5. Charge Method: constant-voltage charging at 25°C (77° F)	
Cyclic use	14.4-14.9V
Maximum charging current	37.5A
Temperature Compensation	-30mV/°C
Flood Use	13.6-13.8V
Temperature Compensation	-20mV/°C
6. Environment Temperature Requirements	
Discharge Temperature	-20-60°C
Charge Temperature	0-50°C
Storage Temperature	-20-60°C
7. Inner Resistance & Max. Discharge Current	
A fully charged battery at 25°C (77° F)	4mΩ
Max. Discharge Current	2250A(5s)
Short Circuit Current	7500A
8. Self-discharge	
3% Of the capacity per month at 25°C (77° F)	
Capacity after 3 month storage	9%
Capacity after 6 month storage	8%
Capacity after 12 month storage	6%



Constant-current discharge parameter Unit: A (25°C)

F.V/Time	20min	30min	45min	1h	2h	3h	5h	6h	8h	10h	20h
1.80V/cell	159.51	122.20	91.95	77.07	47.93	36.22	25.37	21.83	17.44	15.00	8.23
1.75V/cell	179.27	134.39	99.39	82.44	50.73	38.17	26.34	22.68	17.93	15.32	8.40
1.70V/cell	193.17	143.90	105.61	87.32	53.78	39.76	27.20	23.41	18.54	15.73	8.50
1.65V/cell	200.98	149.51	109.27	90.61	55.24	41.10	27.68	23.78	18.78	15.85	8.59
1.60V/cell	217.80	160.00	117.44	96.10	57.44	42.68	28.54	24.39	19.15	16.22	8.71

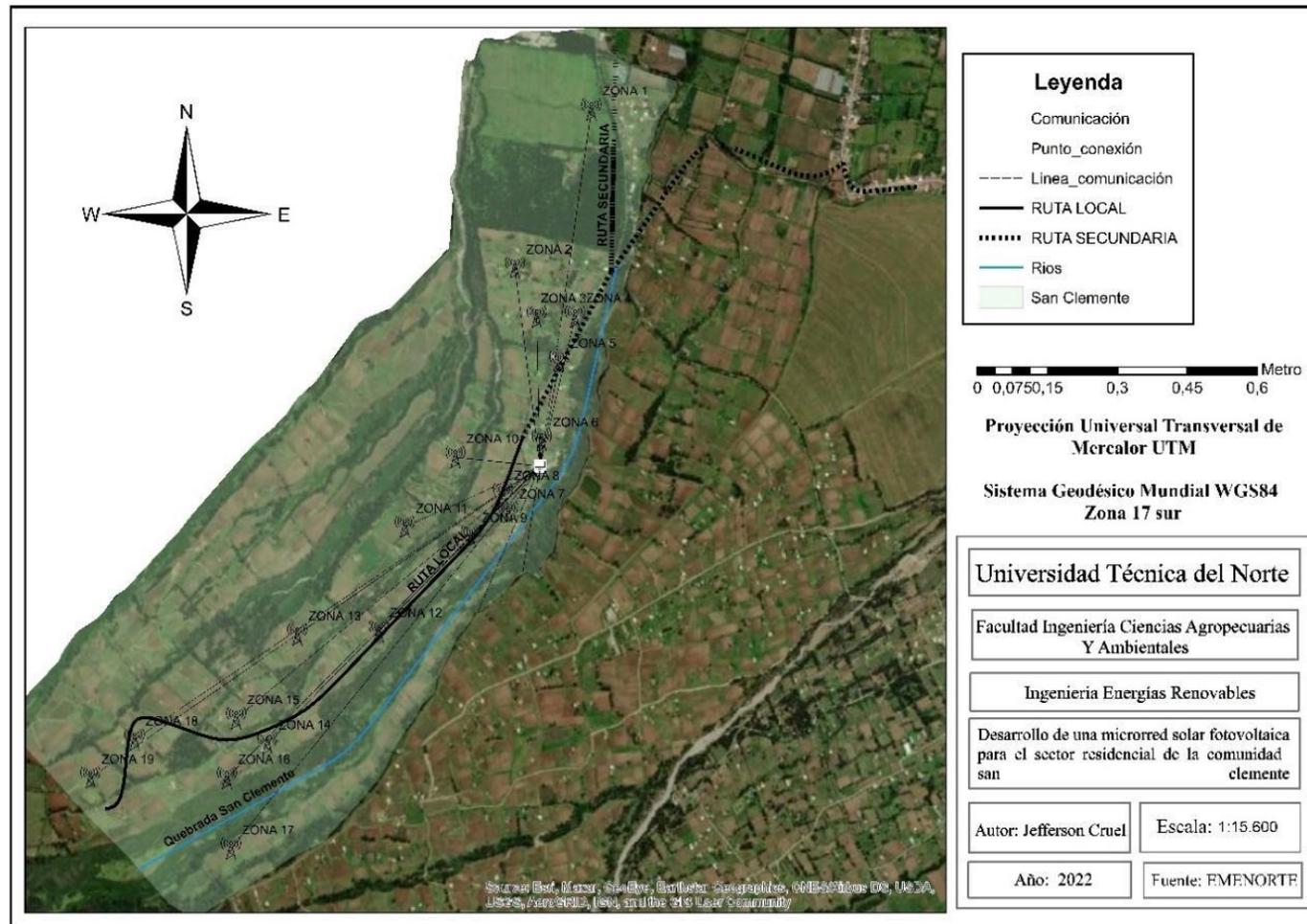
Constant-current discharge parameter Unit: V (25°C)

F.V/Time	20min	30min	45min	1h	2h	3h	5h	6h	8h	10h	20h
1.80V/cell	301.34	233.17	177.07	149.27	93.17	70.61	49.88	43.17	34.63	29.88	16.46
1.75V/cell	334.88	254.15	190.00	158.90	98.54	74.39	51.71	44.51	35.61	30.49	16.71
1.70V/cell	356.83	269.76	200.24	167.20	103.90	77.32	53.17	45.98	36.59	31.10	16.95
1.65V/cell	367.32	277.44	205.98	172.44	106.10	79.39	54.02	46.59	37.07	31.46	17.07
1.60V/cell	393.54	294.15	219.63	182.20	109.76	82.20	55.61	47.56	37.67	32.01	17.32

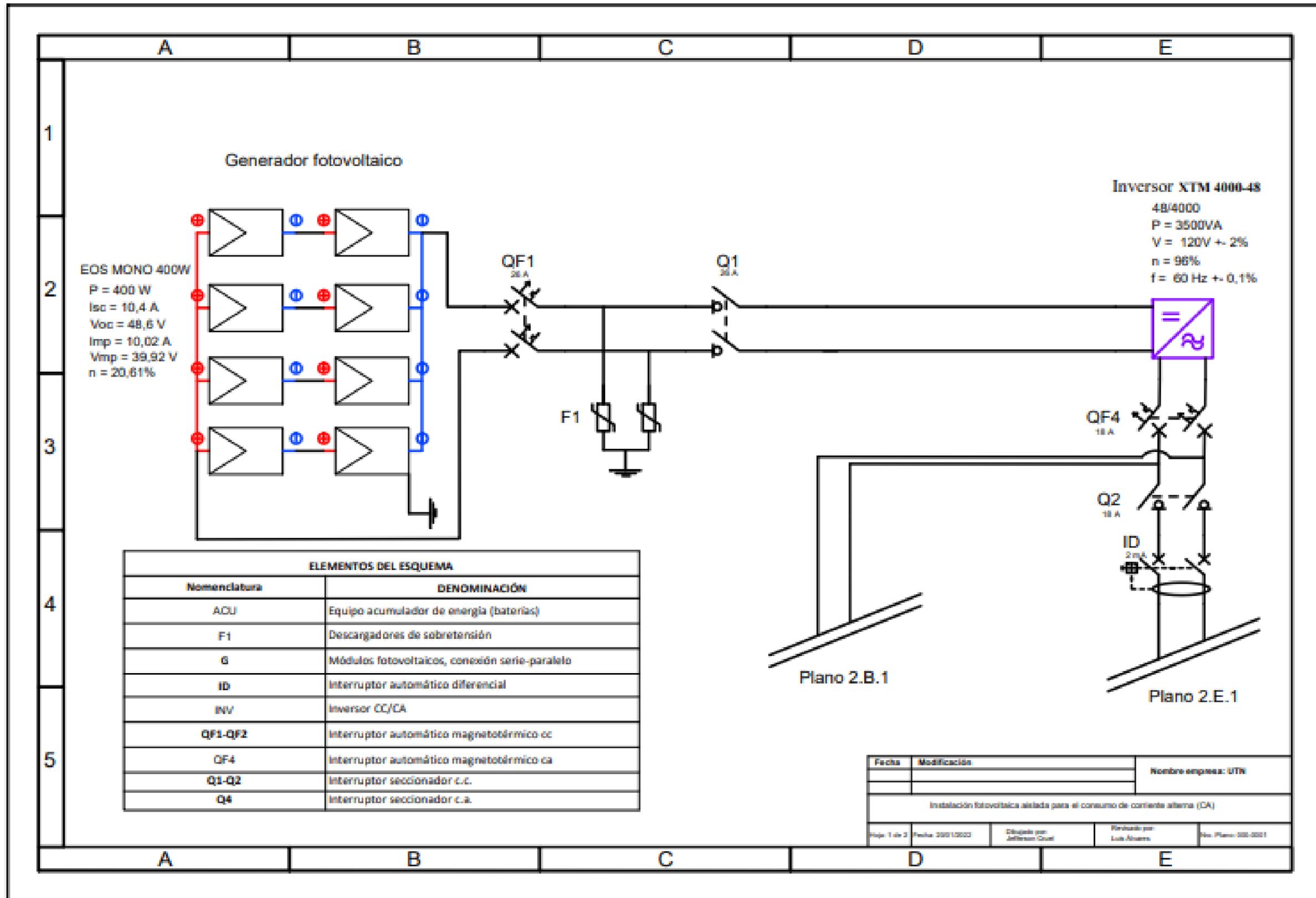
EDITION 2014

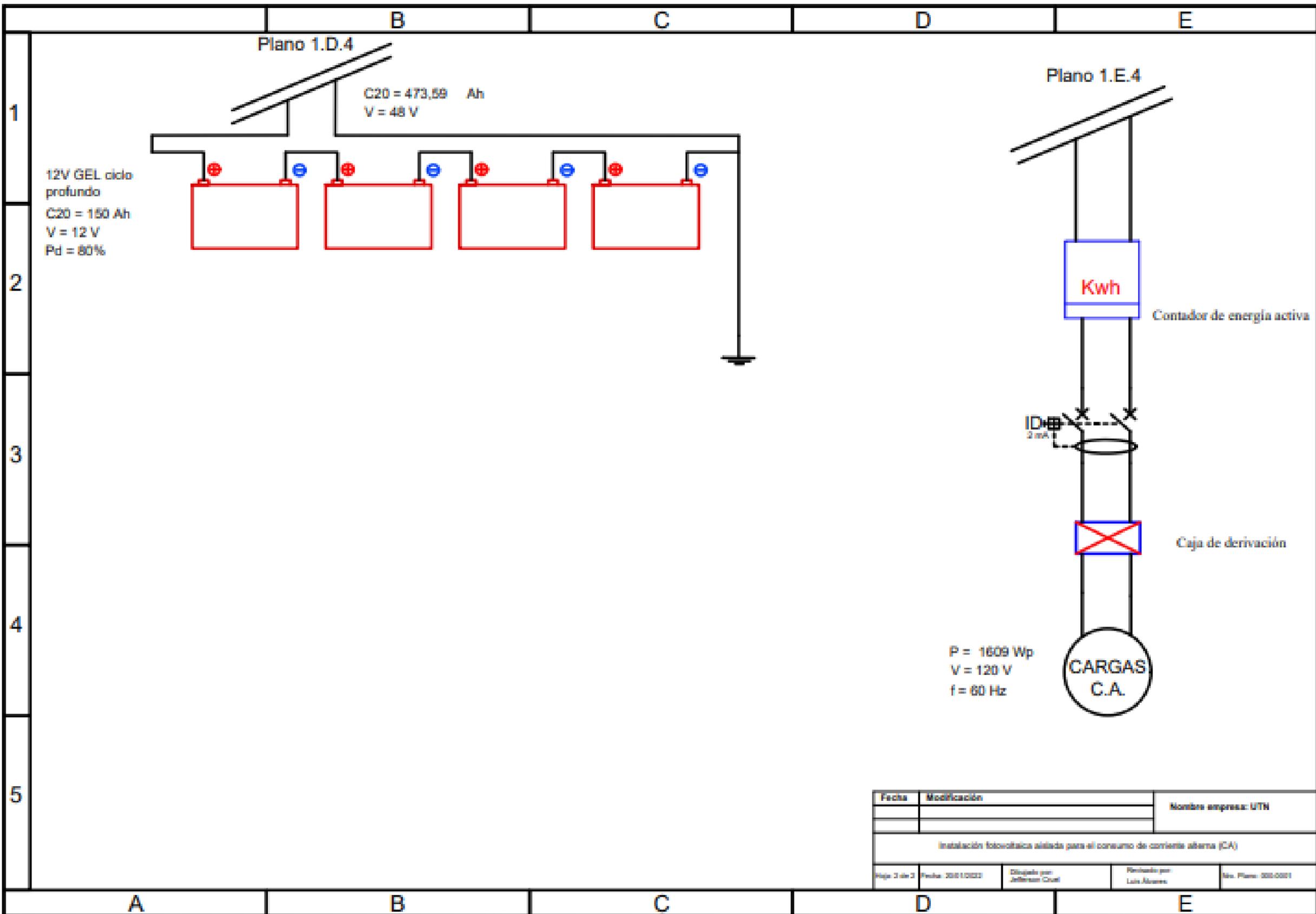
Descripción	Zona 11	Zona 12	Zona 13	Zona 14	Zona 15	Zona 16	Zona 17	Zona 18	Zona 19	Zona 20
DPS de Uc 500 Vdc. Up 1.5 KV. I _{max} 40 KA. In 50 KA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Barra de cobre	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Armario eléctrico metálico	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Pernos para sujetar los paneles	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Módulos XBee 900 vs 2.4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Estructura soporte	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Excavación (m3)	416.25	172.5	412.5	236.25	641.25	75	112.5	75	210	75
Relleno compactado (m3)	416.25	172.5	412.5	236.25	641.25	75	112.5	75	210	75
Cable distribución (metros)	555	230	550	315	855	100	150	100	280	100

Anexo 11 Mapa de comunicación de las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas de la Comunidad San Clemente



Anexo 12 Plano eléctrico de la micro-red solar fotovoltaica centralizada aislada de la zona 1





Fecha	Modificación	Nombre empresa: UTH
Instalación fotovoltaica aislada para el consumo de corriente alterna (CA)		
Hoja 2 de 2	Fecha: 2019/02/27	Diseñado por: Jefferson Curi
		Revisado por: Luis Álvarez
		Nro. Plano: 000-0001

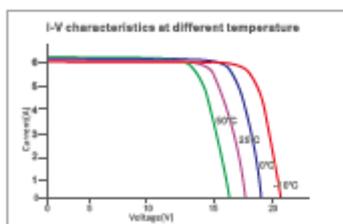
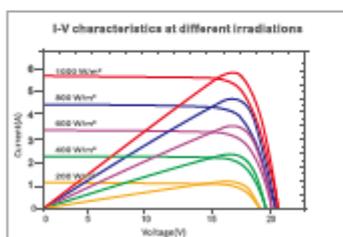
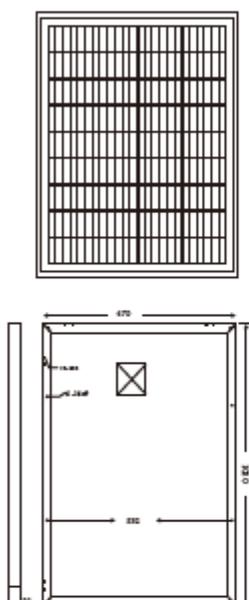
Anexo 13 Ficha técnica del panel fotovoltaico RESUN POLI 110w/12 DVC

RSM110P



GLOBAL PROFESSIONAL PV PRODUCTS INTEGRATED SOLUTIONS SUPPLIER

Dimension of PV Modules Unit: mm



A: No. 15 Puzhuang Avenue, Wuzhong District,
Suzhou, Jiangsu China, 21500
P: +86512-85292101 T: +86 512-85293053
W: www.resun solar.com E: info@resun solar.com

ELECTRICAL DATA(STC)

Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	110W
Open Circuit Voltage-Voc(V)	21.88V
Short Circuit Current-Isc(A)	6.26A
Maximum Power Voltage-Vmp(V)	17.90V
Maximum Power Current-Imp(A)	5.88A
Module Efficiency (%)	16.0%

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.

ELECTRICAL DATA(NOCT)

Maximum Power-Pmax (Wp)	73.9W
Open Circuit Voltage-Voc (V)	20.6V
Short Circuit Current-Isc (A)	4.99A
Maximum Power Voltage-Vmp(V)	16.98V
Maximum Power Current-Imp(A)	4.60A

NOCT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar cells	Poly-crystalline 156.75x91mm 5 Bus bars
Cell configuration	36 cells(4x9)
Module dimensions	1020x670x30 mm
Weight	7KG/S
Front Cover	3.2mm Tempered Glass
Frame Material	Anodized Aluminum Alloy
J-BOX	IP65 or IP67, 6 Diodes
Cable	4mm ² (IEC)/12AWG(UL),900mm
Connectors	MC4 or MC4 Comparable
Standard Packaging	4pcs/suite box

TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.32%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.05%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	+0.39%/°C
Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1000V(IEC)/600V(UL)
Max Series Fuse Rating	10A
Limiting Reverse Current	10A

PACKAGING CONFIGURATION

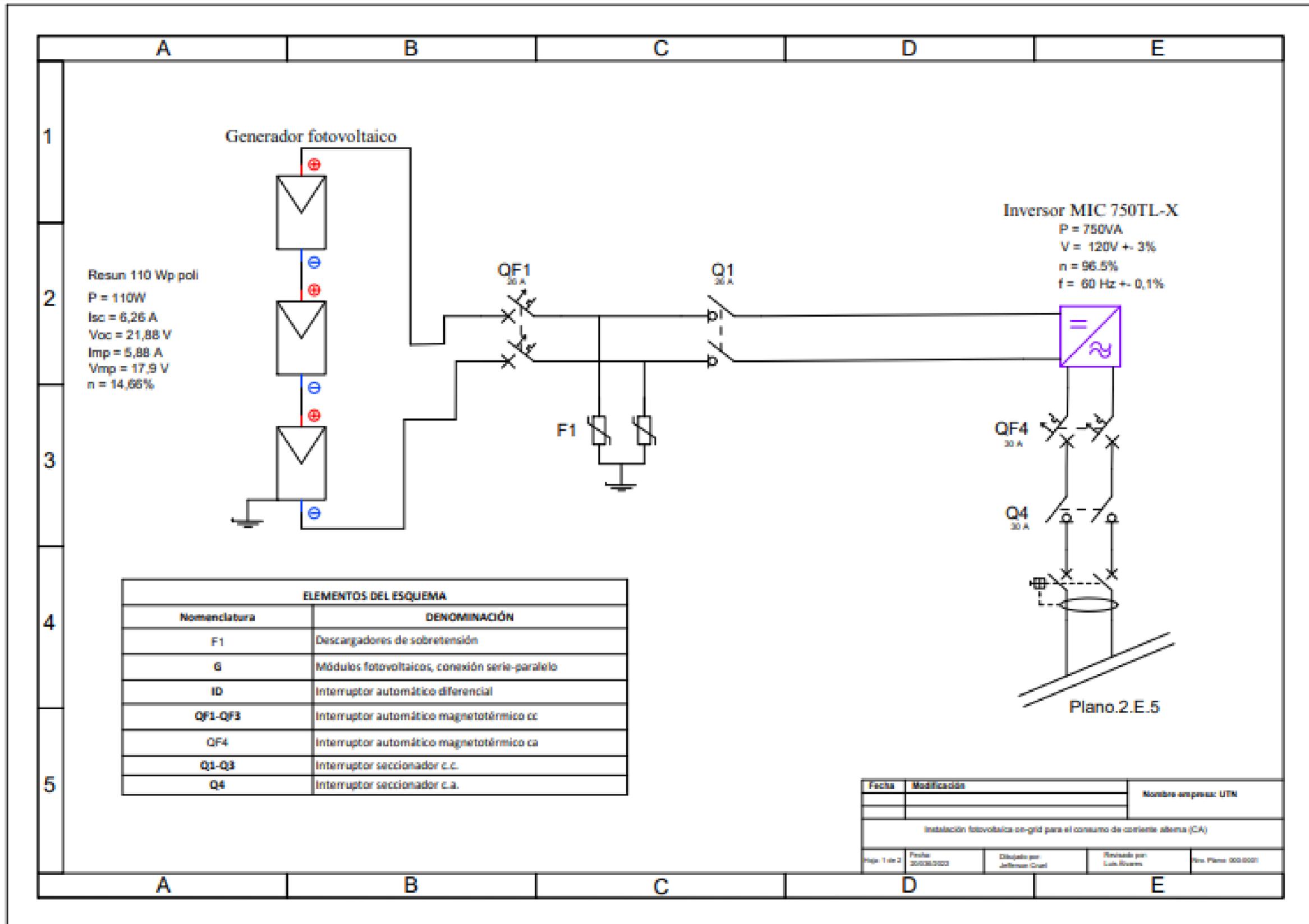
	40HQ	20GP
Number of modules per container	2184pcs	1120pcs
Package	4pcs/suite box	4pcs/suite box
Package Weight	30kg/suite box	30kg/suite box
Package Number	546/suite boxes	280/suite boxes
Package Dimension	1040*690*170mm/suite box	1220*550*170mm/suite box

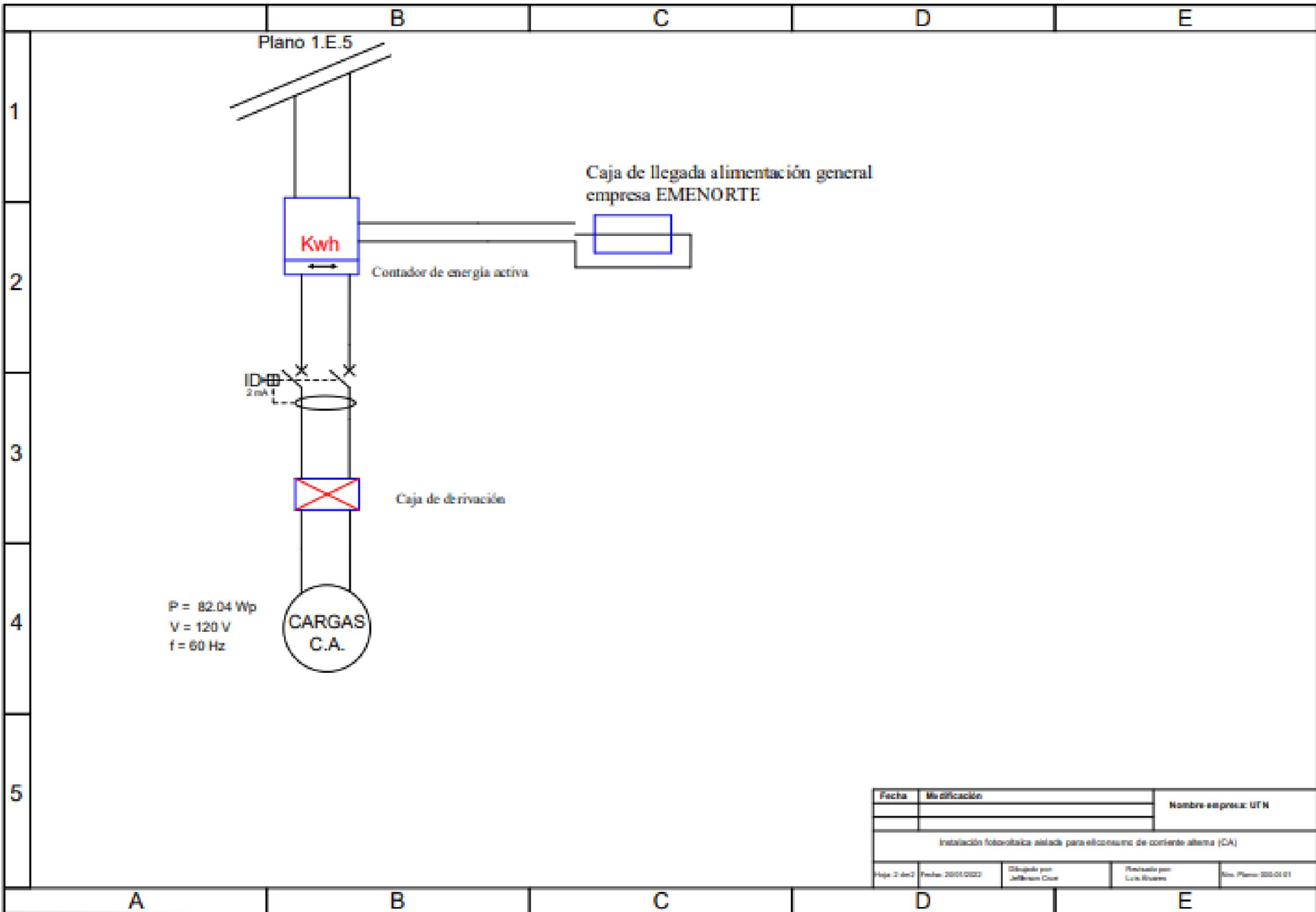
Anexo 14 Ficha técnica del inversor Growatt de MC-750TL-X

Datasheet	MC 750TL-X	MC 1000TL-X	MC 1500TL-X	MC 2000TL-X	MC 2500TL-X	MC 3000TL-X	MC 3300TL-X
Input data (DC)							
Max. recommended PV power (for module DC)	1050W	1400W	2100W	2800W	3500W	4200W	4290W
Max. DC voltage	500V	500V	500V	500V	550V	550V	550V
Start voltage	50V	50V	50V	50V	50V	50V	50V
Nominal voltage	120V	180V	250V	350V	350V	350V	350V
MPP voltage range	50V-500V	50V-500V	50V-500V	50V-500V	55V-550V	55V-550V	55V-550V
No. of MPP trackers	1						
No. of PV strings per MPP tracker	1						
Max. input current per MPP tracker	1.3A						
Max. short-circuit current per MPP tracker	1.6A						
Output data (AC)							
AC nominal power	750W	1000W	1500W	2000W	2500W	3000W	3300W
Max. AC apparent power	750VA	1000VA	1500VA	2000VA	2500VA	3000VA	3300VA
Nominal AC voltage(range*)	230V (180-280V)						
AC grid frequency(range*)	50/60 Hz (50-59Hz/55-65 Hz)						
Max. output current	3.5A	4.8A	7.1A	9.5A	11.9A	14.5A	14.5A
Adjustable power factor	0.8leading...0.8lagging						
THDi	<3%						
AC grid connection type	Single phase						
Efficiency							
Max. efficiency	97.4%	97.4%	97.4%	97.4%	97.6%	97.6%	97.6%
European efficiency	96.5%	96.5%	97.0%	97.0%	97.0%	97.1%	97.1%
MPP efficiency	99.9%						
Protection devices							
DC reverse polarity protection	Yes						
DC switch	Yes						
AC/DC surge protection	Type II / Type II						
Insulation resistance monitoring	Yes						
AC short-circuit protection	Yes						
Ground fault monitoring	Yes						
Grid monitoring	Yes						
Anti-islanding protection	Yes						
Residual-current monitoring unit	Yes						
RFC protection	Optional						
General data							
Dimensions(W/H/D)	274/254/138mm						
Weight	61g	81g	81g	81g	82g	82g	82g
Operating temperature range	-25°C ... +60°C						
Nighttime power consumption	< 0.5W						
Topology	Transformerless						
Cooling	Natural convection						
Protection degree	IP65						
Relative humidity	0-100%						
Altitude	4000m						
DC connection	H/MCA(Optional)						
AC connection	Connector						
Display	OLED+LED/WEH+APP						
Interfaces: RS485 / USB/WIFI / GPRS / 4G/LAN	Yes/Yes/Optional/Optional/Optional /Optional						
Warranty: 5 years / 10 years	Yes /Optional						
CE, AS4777, AS/NZS 3100, CB 0-21, VDE-AR-N 4105, VDE 0126-1-1, UTE C 15-712-1, EN61649, IEC 60068, EC 61683, IEC 62116, IEC 61727, INMETRO, G98, C10/C11, UNE217001, UNE206007, PO12.2							

* The AC voltage and frequency range may vary depending on specific country grid standard. All specifications are subject to change without notice.

Anexo 15 Plano eléctrico de la micro-red solar fotovoltaica conectado a la red para el sector residencial para la Comunidad San Clemente





Anexo 16 Costo de instalación y precio de energía para las micro-fotovoltaicas aislada

Zona	Promedio KWh/año	Mediana KWh/año	Energía diaria promedio KWh/día	Energía diaria mediana KWh/día	Costo de instalación mediana \$/KWh	Costo de instalación promedio \$/KWh
Zona 1	1707.75	1620.00	4.68	4.44	\$ 16 802.30	\$ 17 712.42
Zona 2	709	702	1.94	1.92	\$ 13 890.87	\$ 14 029.38
Zona 3	617.25	618.00	1.69	1.69	\$ 14 340.27	\$ 14 322.87
Zona 4	669.75	658.00	1.83	1.80	\$ 15 268.44	\$ 15 541.09
Zona 5	381.25	376.50	1.04	1.03	\$ 8 736.43	\$ 8 846.65
Zona 6	779.25	784.00	2.13	2.15	\$ 18 192.19	\$ 18 081.97
Zona 7	1063.67	1079.00	2.91	2.96	\$ 25 037.46	\$ 24 681.66
Zona 8	622.17	605.50	1.70	1.66	\$ 4 050.22	\$ 4 436.95
Zona 9	126.25	119.50	0.35	0.33	\$ 2 772.92	\$ 2 929.55
Zona 10	384.08	361.00	1.05	0.99	\$ 8.376.76	\$ 8.912.39
Zona 11	211.75	184.50	0.58	0.51	\$ 4 281.20	\$ 4 913.51
Zona 12	115.75	103.00	0.32	0.28	\$ 2 390.04	\$ 2 685.90
Zona 13	169.42	171.00	0.46	0.47	\$ 3 967.94	\$ 3 931.20
Zona 14	154.92	124.50	0.42	0.34	\$ 2 888.94	\$ 3 594.74
Zona 15	385.42	386.50	1.06	1.06	\$ 8 968.47	\$ 8 943.33
Zona 16	53.08	55.50	0.15	0.15	\$ 1 287.84	\$ 1 231.76
Zona 17	187.50	178.50	0.51	0.49	\$ 4 141.97	\$ 4 350.81
Zona 18	0.83	0.00	0.00	0.00	\$ -	\$ 19.34
Zona 19	41.17	33.50	0.11	0.09	\$ 777.34	\$ 955.24
Zona 20	1.20	1.00	0.00	0.00	\$ 23.20	\$ 27.85
Promedio	419.07	272.75	1.15	0.75		

Zona	Costo de KWh en energía promedio	Costo de KWh en energía mediana
Zona 1	0.028415861	0.028415861
Zona 2	0.054212498	0.054212498
Zona 3	0.063573476	0.063573476
Zona 4	0.063573476	0.063573476
Zona 5	0.063573476	0.063573476
Zona 6	0.063573476	0.063573476
Zona 7	0.063573476	0.063573476
Zona 8	0.063573476	0.063573476
Zona 9	0.063573476	0.063573476
Zona 10	0.063573476	0.063573476
Zona 11	0.063573476	0.063573476
Zona 12	0.063573476	0.063573476
Zona 13	0.063573476	0.063573476
Zona 14	0.063573476	0.063573476
Zona 15	0.063573476	0.063573476
Zona 16	0.063573476	0.063573476
Zona 17	0.063573476	0.063573476
Zona 18	0.063573476	0
Zona 19	0.063573476	0.063573476
Zona 20	0.063573476	0.063573476
Promedio	0.061347546	0.063573476

Descripción	Zona 11	Zona 12	Zona 13	Zona 14	Zona 15	Zona 16	Zona 17	Zona 18	Zona 19	Zona 20
Pernos para sujetar los paneles	\$ 44.80	\$ 44.80	\$ 44.80	\$ 44.80	\$ 44.80	\$ 44.80	\$ 44.80	\$ 44.80	\$ 44.80	\$ 44.80
Módulos XBee 900 vs 2.4	\$ 107.69	\$ 107.69	\$ 107.69	\$ 107.69	\$ 107.69	\$ 107.69	\$ 107.69	\$ 107.69	\$ 107.69	\$ 107.69
Estructura soporte	\$ 400.00	\$ 400.00	\$ 400.00	\$ 400.00	\$ 400.00	\$ 400.00	\$ 400.00	\$ 400.00	\$ 400.00	\$ 400.00
Excavación (m3)	\$ 903.26	\$ 374.33	\$ 895.13	\$ 512.66	\$ 1.391.51	\$ 162.75	\$ 244.13	\$ 162.75	\$ 455.70	\$ 162.75
Relleno compactado (m3)	\$ 2.152.01	\$ 891.83	\$ 2.132.63	\$ 1.221.41	\$ 3.315.26	\$ 387.75	\$ 581.63	\$ 387.75	\$ 1.085.70	\$ 387.75
Cable distribución (metros)	\$ 3.119.10	\$ 1.292.60	\$ 3.091.00	\$ 1.770.30	\$ 4.805.10	\$ 562.00	\$ 843.00	\$ 562.00	\$ 1.573.60	\$ 562.00
Total	\$ 11.499.03	\$ 7.883.40	\$ 11.443.40	\$ 8.829.03	\$ 14.836.53	\$ 6.437.15	\$ 6.993.40	\$ 6.437.15	\$ 8.439.65	\$ 6.437.15

Anexo 18 Costo de instalación y precio de energía para las micro-redes solar f
fotovoltaicas conectadas a la red

Nº CARGA	Cliente	Energía total kWh/ año	Promedio KWh/año	Mediana KWh/año
1	COLIMBA ALVEAR JUAN ELIAS	159	13.25	14.50
2	CANCAN PUPIALES MOISÉS RICAURTE	1074	89.50	91.00
3	ORTIZ CIFUENTES JORGE ANIBAL	718	59.83	43.50
4	NOBOA FREILE ISABEL CRISTINA GUADALUPE	9955	829.58	832.50
5	AGUILERA PRUNA LUIS ALBERTO	4769	397.42	328.50
6	PABON FARINANGO LUIS HUMBERTO	1262	105.17	104.00
7	COLIMBA COLIMBA LUIS VICTOR	826	68.83	66.00
8	RAMIREZ VARGAS FLORA MARIA	552	46.00	46.00
9	AGUILERA PRUNA LUIS ALBERTO	846	70.50	68.00
10	GUACAN IPIALES MARIA VICTORIA	332	27.67	26.00
11	PUPIALES JOSE MECIAS	2476	206.33	201.00
12	CARLOSAMA GUATEMAL LUIS MESIAS	1262	105.17	105.00
13	CARLOSAMA GUATEMAL LOURDES ESPERANZA	783	65.25	66.00
14	CARLOSAMA GUATEMAL CARLOS ALBERTO	957	79.75	81.00
15	PUPIALES JOSE MECIAS	1030	85.83	86.00
16	CARLOSAMA GUATEMAL LUIS RUBEN	961	80.08	78.50
17	PUPIALES CUASQUE JOSE CESAR	875	72.92	72.00
18	CARLOSAMA SERRANO JOSE ALFONSO	153	12.75	11.50
19	PUPIALES TUAZA JOSE NICOLAS	11	0.92	1.00
20	SERRANO GUATEMAL TRÁNSITO	213	17.75	17.50
21	CARLOSAMA CHUQUIN CARLOS ANIBAL	480	40.00	39.00
22	CARLOSAMA CHUQUIN ROSA HERMINIA	352	29.33	26.00
23	SERRANO GUATEMAL PEDRO PABLO	762	63.50	62.00
24	CARLOSAMA CHUQUIN PATRICIO MESÍAS	939	78.25	75.00
25	CARLOSAMA CHUQUIN MARCO VINICIO	1	0.08	0.00
26	SERRANO GUATEMAL TRÁNSITO	1108	92.33	91.50
27	CHUQUIN CHUQUIN JORGE ALFREDO	1611	134.25	147.00
28	PUPIALES PUPIALES MARIA CLEMENCIA	127	10.58	11.00

N° CARGA	Cliente	Energía total kWh/ año	Promedio KWh/año	Mediana KWh/año
29	PUPIALES PUIALES MARIA CLEMENCIA	356	29.67	27.50
30	CARLOSAMA CHUQUIN ANGEL MARIA	5	1.25	1.00
31	SERRANO GUATEMAL JOSE TOBIAS	1184	98.67	96.50
32	SERRANO MARIA CRISTINA	259	21.58	22.50
33	PUPIALES CARLOSAMA MARIA MARTINA	2257	188.08	184.00
34	PUPIALES PUIALES JOSE DANIEL	828	69.00	63.50
35	PUPIALES PUIALES SISA PACARI	950	79.17	86.50
36	GUATEMAL MOLINA ZOILA MARGARITA	521	43.42	45.00
37	SERRANO GUATEMAL MARIA ANGELA	708	59.00	56.00
38	PUPIALES TUAZA JOSE NICOLAS	949	79.08	79.00
39	TÚQUERRES SERRANO LUIS JAVIER	785	65.42	64.00
40	PUPIALES PUIALES MARIA ESTHER	1039	86.58	80.00
41	ICHAU JOSE ALEJANDRO	594	49.50	45.50
42	SERRANO MONTALUISA HONORIO	1035	86.25	79.00
43	PAVON PEREZ JOSE LUIS	486	40.50	43.00
44	ILES PUIALES LUIS ERNESTO	1503	125.25	128.50
45	SANDOVAL SANDOVAL MATIAS	957	79.75	80.50
46	PUPIALES GUATEMAL LUIS GALO	1495	124.58	126.00
47	SERRANO PUIALES AIDA CECILIA	945	78.75	79.00
48	PUPIALES BRUCIL MARIA PETRONA	1447	120.58	121.00
49	PUPIALES BRUSIL JOSE ANGEL	1475	122.92	126.00
50	SERRANO PUIALES NELSON ORLANDO	92	7.67	6.00
51	FARINANGO MONTALUISA ROSA HERMELINDA	2718	226.50	228.00
52	PUPIALES BRUCIL JOSE MIGUEL	1038	86.50	100.50
53	GUATEMAL PUIALES GUIDO ERNESTO	1228	102.33	110.00
54	PUPIALES BRUCIL LUIS ENRIQUE	270	22.50	20.00
55	PUPIALES PUIALES MARIA ISOLINA	2005	167.08	168.00
56	GUAMAN CARLOSAMA JAIME ALFREDO	259	21.58	17.00
57	DIRECCION DISTRITAL 10D01 - IBARRA - PIMAMPIRO - SAN CLEMENTE	1493	124.42	119.50
58	PUPIALES FARINANGO FELICIANO	431	35.92	36.00
59	PUPIALES PUIALES MARTHA ELISA	783	65.25	65.50
60	PUPIALES BRUCIL LUIS ENRIQUE	873	72.75	81.00
61	GUATEMAL PUIALES EDWIN AUGUSTO	1462	121.83	111.50

N° CARGA	Cliente	Energía total kWh/ año	Promedio KWh/año	Mediana KWh/año
62	GUATEMAL PUIPALES CARLOS MARCO	1421	118.42	127.50
63	GUATEMAL PUIPALES JOSE MIGUEL	384	32.00	31.00
64	TÚQUERRES SERRANO LUIS RAMIRO	1117	93.08	91.50
65	CUASQUE PUIPALES ROSA ESTHELA	1332	111.00	110.50
66	PUIPALES TUASA JOSE MARCELO	439	36.58	36.50
67	PUIPALES CUASQUE EDWIN GUSTAVO	760	63.33	65.00
68	PUIPALES CUASQUE MARTHA CECILIA	321	26.75	26.50
69	PUIPALES CUASQUE MARIA ANTONIA	913	76.08	72.50
70	PUIPALES PUIPALES MARIA HERMELINDA	1886	157.17	144.00
71	CARLOSAMA CHUQUIN LUIS HUMBERTO	0	0.00	0.00
72	PUIPALES CUASQUE LUIS RUBEN	403	33.58	38.50
73	CUASQUE DOMINGO	577	48.08	45.50
74	COLIMBA CASCO EDDY FERNANDO	835	69.58	66.50
75	GUAMAN BRUSIL JOSE ANTONIO	201	16.75	16.00
76	GUAMAN B JOSE	201	16.75	16.00
77	GUAMAN CARLOSAMA JAIME ALFREDO	490	40.83	41.00
78	GUAMAN CARLOSAMA BLANCA GENOVEVA	794	66.17	60.50
79	PUIPALES CUASQUE MARIA SUSANA	800	66.67	68.00
80	GUALACATA CAIZA SEGUNDO JOAQUIN	1240	103.33	100.50
81	PUIPALES PUIPALES MARIA ESTHER	968	80.67	62.00
82	PUIPALES CUASQUE JOSE BELISARIO	1448	120.67	116.50
83	PUIPALES PUIPALES BERTHA ELIZA	1067	88.92	89.00
84	PUIPALES PUIPALES LUIS ALFONSO	305	25.42	24.00
85	GUATEMAL PUIPALES RAUL VINICIO	665	55.42	57.00
86	PUIPALES CARLOSAMA MARIA PASTORA	884	73.67	71.00
87	GUATEMAL P JOSE M	419	34.92	20.00
88	GUATEMAL PUIPALES JUAN JOSE	573	47.75	36.50
89	GUATEMAL PUIPALES LAURA EDITA	787	65.58	55.00
90	SANCHEZ TAIMAL MARIA ESTHELA	602	50.17	48.00
91	SERRANO CARLOSAMA JUAN DE DIOS	205	17.08	16.50
92	SERRANO CARLOSAMA JUAN JULIO	225	18.75	23.00
93	PUIPALES PUIPALES JOSE MAURO	474	39.50	37.50
94	SERRANO CARLOSAMA INTI RUMI	346	28.83	28.00
95	PUIPALES SERRANO LUIS ENRIQUE	783	65.25	66.00

N° CARGA	Cliente	Energía total kWh/ año	Promedio KWh/año	Mediana KWh/año
96	BRUSIL PABON NELSON FERNANDO	360	30.00	29.50
97	CARLOSAMA PUIPALES CARMEN EMILIA	11	0.92	0.00
98	BRUSIL CARLOSAMA JOSE ALFONSO	1488	124.00	95.00
99	PUIPALES PUIPALES LUIS EDUARDO	1051	87.58	91.00
100	PUIPALES PUIPALES CRUZ ANITA	219	18.25	18.00
101	PUIPALES PUIPALES ADELA BEATRIZ	390	32.50	35.50
102	PUIPALES PUIPALES GLORIA ISOLINA	1031	85.92	85.00
103	CARLOSAMA CHUQUIN MARCO VINICIO	748	62.33	62.00
104	PUIPALES PUIPALES MARIA ANGELITA	532	44.33	41.00
105	PUIPALES PUIPALES JULIO ENRIQUE	501	41.75	41.00
106	GUAMAN B JOSE ANT	153	12.75	13.00
107	CARLOSAMA CUASQUI LUIS ALFONSO	637	53.08	55.50
108	PUIPALES GUATEMAL SEGUNDO RAFAEL	1344	112.00	104.50
109	PUIPALES GUATEMAL SEGUNDO RAFAEL	906	75.50	74.00
110	ICHAU JUAN JOSE	10	0.83	0.00
111	PUIPALES PUIPALES DARWIN VINICIO	440	36.67	29.50
112	CARLOSAMA CUASQUI JUAN ELIAS	3	0.25	0.00
113	CUASQUI MONTALUISA JOSE LORENZO	51	4.25	4.00
114	PUIPALES JOSE FRANCISCO	6	1.20	1.00

N° CARGA	Cliente	Energía diaria promedio kWh/día	Energía diaria mediana kWh/día	Costo de instalación mediana \$/kWh
1	COLIMBA ALVEAR JUAN ELIAS	0.04	0.04	228.02
2	CANCAN PUIPALES MOISÉS RICAURTE	0.25	0.25	1540.24
3	ORTIZ CIFUENTES JORGE ANIBAL	0.16	0.12	1029.69
4	NOBOA FREILE ISABEL CRISTINA GUADALUPE	2.27	2.28	14276.59
5	AGUILERA PRUNA LUIS ALBERTO	1.09	0.90	6839.28
6	PABON FARINANGO LUIS HUMBERTO	0.29	0.28	1809.85
7	COLIMBA COLIMBA LUIS VICTOR	0.19	0.18	1184.58

N° CARGA	Cliente	Energía diaria promedio kWh/día	Energía diaria mediana kWh/día	Costo de instalación mediana \$/kWh
8	RAMIREZ VARGAS FLORA MARIA	0.13	0.13	791.63
9	AGUILERA PRUNA LUIS ALBERTO	0.19	0.19	1213.26
10	GUACAN IPIALES MARIA VICTORIA	0.08	0.07	476.13
11	PUPIALES JOSE MECIAS	0.57	0.55	3550.86
12	CARLOSAMA GUATEMAL LUIS MESIAS	0.29	0.29	1809.85
13	CARLOSAMA GUATEMAL LOURDES ESPERANZA	0.18	0.18	1122.91
14	CARLOSAMA GUATEMAL CARLOS ALBERTO	0.22	0.22	1372.45
15	PUPIALES JOSE MECIAS	0.24	0.24	1477.14
16	CARLOSAMA GUATEMAL LUIS RUBEN	0.22	0.22	1378.18
17	PUPIALES CUASQUE JOSE CESAR	0.20	0.20	1254.85
18	CARLOSAMA SERRANO JOSE ALFONSO	0.03	0.03	219.42
19	PUPIALES TUAZA JOSE NICOLAS	0.00	0.00	15.78
20	SERRANO GUATEMAL TRÁNSITO	0.05	0.05	305.47
21	CARLOSAMA CHUQUIN CARLOS ANIBAL	0.11	0.11	688.37
22	CARLOSAMA CHUQUIN ROSA HERMINIA	0.08	0.07	504.81
23	SERRANO GUATEMAL PEDRO PABLO	0.17	0.17	1092.79
24	CARLOSAMA CHUQUIN PATRICIO MESÍAS	0.21	0.21	1346.63
25	CARLOSAMA CHUQUIN MARCO VINICIO	0.00	0.00	1.43
26	SERRANO GUATEMAL TRÁNSITO	0.25	0.25	1589.00
27	CHUQUIN CHUQUIN JORGE ALFREDO	0.37	0.40	2310.36
28	PUPIALES PUPIALES MARIA CLEMENCIA	0.03	0.03	182.13
29	PUPIALES PUPIALES MARIA CLEMENCIA	0.08	0.08	510.54
30	CARLOSAMA CHUQUIN ANGEL MARIA	0.00	0.00	21.51
31	SERRANO GUATEMAL JOSE TOBIAS	0.27	0.26	1697.99
32	SERRANO MARIA CRISTINA	0.06	0.06	371.44
33	PUPIALES CARLOSAMA MARIA MARTINA	0.52	0.50	3236.79
34	PUPIALES PUPIALES JOSE DANIEL	0.19	0.17	1187.45
35	PUPIALES PUPIALES SISA PACARI	0.22	0.24	1362.41
36	GUATEMAL MOLINA ZOILA MARGARITA	0.12	0.12	747.17
37	SERRANO GUATEMAL MARIA ANGELA	0.16	0.15	1015.35

N° CARGA	Cliente	Energía diaria promedio kWh/día	Energía diaria mediana kWh/día	Costo de instalación mediana \$/kWh
38	PUPIALES TUAZA JOSE NICOLAS	0.22	0.22	1360.97
39	TÚQUERRES SERRANO LUIS JAVIER	0.18	0.18	1125.78
40	PUPIALES PUPIALES MARIA ESTHER	0.24	0.22	1490.04
41	ICHAU JOSE ALEJANDRO	0.14	0.12	851.86
42	SERRANO MONTALUISA HONORIO	0.24	0.22	1484.31
43	PAVON PEREZ JOSE LUIS	0.11	0.12	696.98
44	ILES PUPIALES LUIS ERNESTO	0.34	0.35	2155.47
45	SANDOVAL SANDOVAL MATIAS	0.22	0.22	1372.45
46	PUPIALES GUATEMAL LUIS GALO	0.34	0.35	2144.00
47	SERRANO PUPIALES AIDA CECILIA	0.22	0.22	1355.24
48	PUPIALES BRUCIL MARIA PETRONA	0.33	0.33	2075.16
49	PUPIALES BRUSIL JOSE ANGEL	0.34	0.35	2115.32
50	SERRANO PUPIALES NELSON ORLANDO	0.02	0.02	131.94
51	FARINANGO MONTALUISA ROSA HERMELINDA	0.62	0.62	3897.92
52	PUPIALES BRUCIL JOSE MIGUEL	0.24	0.28	1488.61
53	GUATEMAL PUPIALES GUIDO ERNESTO	0.28	0.30	1761.09
54	PUPIALES BRUCIL LUIS ENRIQUE	0.06	0.05	387.21
55	PUPIALES PUPIALES MARIA ISOLINA	0.46	0.46	2875.40
56	GUAMAN CARLOSAMA JAIME ALFREDO	0.06	0.05	371.44
57	DIRECCION DISTRITAL 10D01 - IBARRA - PIMAMPIRO - SAN CLEMENTE	0.34	0.33	2141.13
58	PUPIALES FARINANGO FELICIANO	0.10	0.10	618.10
59	PUPIALES PUPIALES MARTHA ELISA	0.18	0.18	1122.91
60	PUPIALES BRUCIL LUIS ENRIQUE	0.20	0.22	1251.98
61	GUATEMAL PUPIALES EDWIN AUGUSTO	0.33	0.31	2096.67
62	GUATEMAL PUPIALES CARLOS MARCO	0.32	0.35	2037.87
63	GUATEMAL PUPIALES JOSE MIGUEL	0.09	0.08	550.70
64	TÚQUERRES SERRANO LUIS RAMIRO	0.26	0.25	1601.90
65	CUASQUE PUPIALES ROSA ESTHELA	0.30	0.30	1910.24
66	PUPIALES TUASA JOSE MARCELO	0.10	0.10	629.58

N° CARGA	Cliente	Energía diaria promedio kWh/día	Energía diaria mediana kWh/día	Costo de instalación mediana \$/kWh
67	PUPIALES CUASQUE EDWIN GUSTAVO	0.17	0.18	1089.93
68	PUPIALES CUASQUE MARTHA CECILIA	0.07	0.07	460.35
69	PUPIALES CUASQUE MARIA ANTONIA	0.21	0.20	1309.35
70	PUPIALES PUPIALES MARIA HERMELINDA	0.43	0.39	2704.74
71	CARLOSAMA CHUQUIN LUIS HUMBERTO	0.00	0.00	0.00
72	PUPIALES CUASQUE LUIS RUBEN	0.09	0.11	577.95
73	CUASQUE DOMINGO COLIMBA CASCO EDDY	0.13	0.12	827.48
74	FERNANDO	0.19	0.18	1197.48
75	GUAMAN BRUSIL JOSE ANTONIO	0.05	0.04	288.26
76	GUAMAN B JOSE	0.05	0.04	288.26
77	GUAMAN CARLOSAMA JAIME ALFREDO	0.11	0.11	702.72
78	GUAMAN CARLOSAMA BLANCA GENOVEVA	0.18	0.17	1138.69
79	PUPIALES CUASQUE MARIA SUSANA	0.18	0.19	1147.29
80	GUALACATA CAIZA SEGUNDO JOAQUIN	0.28	0.28	1778.30
81	PUPIALES PUPIALES MARIA ESTHER	0.22	0.17	1388.22
82	PUPIALES CUASQUE JOSE BELISARIO	0.33	0.32	2076.60
83	PUPIALES PUPIALES BERTHA ELIZA	0.24	0.24	1530.20
84	PUPIALES PUPIALES LUIS ALFONSO	0.07	0.07	437.40
85	GUATEMAL PUPIALES RAUL VINICIO	0.15	0.16	953.69
86	PUPIALES CARLOSAMA MARIA PASTORA	0.20	0.19	1267.76
87	GUATEMAL P JOSE M	0.10	0.05	600.89
88	GUATEMAL PUPIALES JUAN JOSE	0.13	0.10	821.75
89	GUATEMAL PUPIALES LAURA EDITA	0.18	0.15	1128.65
90	SANCHEZ TAIMAL MARIA ESTHELA	0.14	0.13	863.34
91	SERRANO CARLOSAMA JUAN DE DIOS	0.05	0.05	293.99
92	SERRANO CARLOSAMA JUAN JULIO	0.05	0.06	322.68
93	PUPIALES PUPIALES JOSE MAURO	0.11	0.10	679.77
94	SERRANO CARLOSAMA INTI RUMI	0.08	0.08	496.20
95	PUPIALES SERRANO LUIS ENRIQUE	0.18	0.18	1122.91
96	BRUSIL PABON NELSON FERNANDO	0.08	0.08	516.28

N° CARGA	Cliente	Energía diaria promedio kWh/día	Energía diaria mediana kWh/día	Costo de instalación mediana \$/kWh
97	CARLOSAMA PUIALES CARMEN EMILIA	0.00	0.00	15.78
98	BRUSIL CARLOSAMA JOSE ALFONSO	0.34	0.26	2133.96
99	PUIALES PUIALES LUIS EDUARDO	0.24	0.25	1507.25
100	PUIALES PUIALES CRUZ ANITA	0.05	0.05	314.07
101	PUIALES PUIALES ADELA BEATRIZ	0.09	0.10	559.30
102	PUIALES PUIALES GLORIA ISOLINA	0.24	0.23	1478.57
103	CARLOSAMA CHUQUIN MARCO VINICIO	0.17	0.17	1072.72
104	PUIALES PUIALES MARIA ANGELITA	0.12	0.11	762.95
105	PUIALES PUIALES JULIO ENRIQUE	0.11	0.11	718.49
106	GUAMAN B JOSE ANT	0.03	0.04	219.42
107	CARLOSAMA CUASQUI LUIS ALFONSO	0.15	0.15	913.53
108	PUIALES GUATEMAL SEGUNDO RAFAEL	0.31	0.29	1927.45
109	PUIALES GUATEMAL SEGUNDO RAFAEL	0.21	0.20	1299.31
110	ICHAU JUAN JOSE	0.00	0.00	14.34
111	PUIALES PUIALES DARWIN VINICIO	0.10	0.08	631.01
112	CARLOSAMA CUASQUI JUAN ELIAS	0.00	0.00	4.30
113	CUASQUI MONTALUISA JOSE LORENZO	0.01	0.01	73.14
114	PUIALES JOSE FRANCISCO	0.00	0.00	20.65

N° CARGA	Cliente	Costo de instalación promedio \$/kWh	Costo de kWh energía promedio	Costo de kWh energía mediana
1	COLIMBA ALVEAR JUAN ELIAS	191.89	0.04	0.04
2	CANCAN PUIALES MOISÉS RICAURTE	1296.15	0.04	0.05
3	ORTIZ CIFUENTES JORGE ANIBAL	866.51	0.04	0.06
4	NOBOA FREILE ISABEL CRISTINA GUADALUPE	12014.12	0.04	0.05
5	AGUILERA PRUNA LUIS ALBERTO	5755.43	0.04	0.06
6	PABON FARINANGO LUIS HUMBERTO	1523.04	0.04	0.05
7	COLIMBA COLIMBA LUIS VICTOR	996.85	0.04	0.05
8	RAMIREZ VARGAS FLORA MARIA	666.18	0.04	0.05
9	AGUILERA PRUNA LUIS ALBERTO	1020.99	0.04	0.05

N° CARGA	Cliente	Costo de instalación promedio \$/kWh	Costo de kWh energía promedio	Costo de kWh energía mediana
10	GUACAN IPIALES MARIA VICTORIA	400.67	0.04	0.05
11	PUPIALES JOSE MECIAS	2988.14	0.04	0.05
12	CARLOSAMA GUATEMAL LUIS MESIAS	1523.04	0.04	0.05
13	CARLOSAMA GUATEMAL LOURDES ESPERANZA	944.96	0.04	0.05
14	CARLOSAMA GUATEMAL CARLOS ALBERTO	1154.95	0.04	0.05
15	PUPIALES JOSE MECIAS	1243.05	0.04	0.05
16	CARLOSAMA GUATEMAL LUIS RUBEN	1159.78	0.04	0.05
17	PUPIALES CUASQUE JOSE CESAR	1055.99	0.04	0.05
18	CARLOSAMA SERRANO JOSE ALFONSO	184.65	0.04	0.05
19	PUPIALES TUAZA JOSE NICOLAS	13.28	0.04	0.04
20	SERRANO GUATEMAL TRÁNSITO	257.06	0.04	0.05
21	CARLOSAMA CHUQUIN CARLOS ANIBAL	579.28	0.04	0.05
22	CARLOSAMA CHUQUIN ROSA HERMINIA	424.81	0.04	0.05
23	SERRANO GUATEMAL PEDRO PABLO	919.61	0.04	0.05
24	CARLOSAMA CHUQUIN PATRICIO MESÍAS	1133.23	0.04	0.05
25	CARLOSAMA CHUQUIN MARCO VINICIO	1.21	0.04	0.00
26	SERRANO GUATEMAL TRÁNSITO	1337.18	0.04	0.05
27	CHUQUIN CHUQUIN JORGE ALFREDO	1944.22	0.04	0.04
28	PUPIALES PUPIALES MARIA CLEMENCIA	153.27	0.04	0.05
29	PUPIALES PUPIALES MARIA CLEMENCIA	429.64	0.04	0.05
30	CARLOSAMA CHUQUIN ANGEL MARIA	18.10	0.04	0.06
31	SERRANO GUATEMAL JOSE TOBIAS	1428.90	0.04	0.05
32	SERRANO MARIA CRISTINA	312.57	0.04	0.05
33	PUPIALES CARLOSAMA MARIA MARTINA	2723.84	0.04	0.05
34	PUPIALES PUPIALES JOSE DANIEL	999.27	0.04	0.05
35	PUPIALES PUPIALES SISA PACARI	1146.50	0.04	0.04
36	GUATEMAL MOLINA ZOILA MARGARITA	628.76	0.04	0.05
37	SERRANO GUATEMAL MARIA ANGELA	854.44	0.04	0.05
38	PUPIALES TUAZA JOSE NICOLAS	1145.29	0.04	0.05
39	TÚQUERRES SERRANO LUIS JAVIER	947.37	0.04	0.05

N° CARGA	Cliente	Costo de instalación promedio \$/kWh	Costo de kWh energía promedio	Costo de kWh energía mediana
40	PUPIALES PUPIALES MARIA ESTHER	1253.91	0.04	0.05
41	ICHAU JOSE ALEJANDRO	716.86	0.04	0.05
42	SERRANO MONTALUISA HONORIO	1249.08	0.04	0.05
43	PAVON PEREZ JOSE LUIS	586.53	0.04	0.04
44	ILES PUPIALES LUIS ERNESTO	1813.88	0.04	0.05
45	SANDOVAL SANDOVAL MATIAZ	1154.95	0.04	0.05
46	PUPIALES GUATEMAL LUIS GALO	1804.23	0.04	0.05
47	SERRANO PUPIALES AIDA CECILIA	1140.47	0.04	0.05
48	PUPIALES BRUCIL MARIA PETRONA	1746.30	0.04	0.05
49	PUPIALES BRUSIL JOSE ANGEL	1780.09	0.04	0.05
50	SERRANO PUPIALES NELSON ORLANDO	111.03	0.04	0.06
51	FARINANGO MONTALUISA ROSA HERMELINDA	3280.20	0.04	0.05
52	PUPIALES BRUCIL JOSE MIGUEL	1252.70	0.04	0.04
53	GUATEMAL PUPIALES GUIDO ERNESTO	1482.00	0.04	0.04
54	PUPIALES BRUCIL LUIS ENRIQUE	325.85	0.04	0.05
55	PUPIALES PUPIALES MARIA ISOLINA	2419.72	0.04	0.05
56	GUAMAN CARLOSAMA JAIME ALFREDO	312.57	0.04	0.06
57	DIRECCION DISTRITAL 10D01 - IBARRA - PIMAMPIRO - SAN CLEMENTE	1801.82	0.04	0.05
58	PUPIALES FARINANGO FELICIANO	520.15	0.04	0.05
59	PUPIALES PUPIALES MARTHA ELISA	944.96	0.04	0.05
60	PUPIALES BRUCIL LUIS ENRIQUE	1053.57	0.04	0.04
61	GUATEMAL PUPIALES EDWIN AUGUSTO	1764.40	0.04	0.05
62	GUATEMAL PUPIALES CARLOS MARCO	1714.92	0.04	0.04
63	GUATEMAL PUPIALES JOSE MIGUEL	463.43	0.04	0.05
64	TÚQUERRES SERRANO LUIS RAMIRO	1348.04	0.04	0.05
65	CUASQUE PUPIALES ROSA ESTHELA	1607.51	0.04	0.05
66	PUPIALES TUASA JOSE MARCELO	529.80	0.04	0.05
67	PUPIALES CUASQUE EDWIN GUSTAVO	917.20	0.04	0.05
68	PUPIALES CUASQUE MARTHA CECILIA	387.40	0.04	0.05

N° CARGA	Cliente	Costo de instalación promedio \$/kWh	Costo de kWh energía promedio	Costo de kWh energía mediana
69	PUPIALES CUASQUE MARIA ANTONIA	1101.85	0.04	0.05
70	PUPIALES PUPIALES MARIA HERMELINDA	2276.10	0.04	0.05
71	CARLOSAMA CHUQUIN LUIS HUMBERTO	0.00	0.00	0.00
72	PUPIALES CUASQUE LUIS RUBEN	486.36	0.04	0.04
73	CUASQUE DOMINGO	696.35	0.04	0.05
74	COLIMBA CASCO EDDY FERNANDO	1007.71	0.04	0.05
75	GUAMAN BRUSIL JOSE ANTONIO	242.58	0.04	0.05
76	GUAMAN B JOSE	242.58	0.04	0.05
77	GUAMAN CARLOSAMA JAIME ALFREDO	591.35	0.04	0.05
78	GUAMAN CARLOSAMA BLANCA GENOVEVA	958.23	0.04	0.05
79	PUPIALES CUASQUE MARIA SUSANA	965.47	0.04	0.05
80	GUALACATA CAIZA SEGUNDO JOAQUIN	1496.48	0.04	0.05
81	PUPIALES PUPIALES MARIA ESTHER	1168.22	0.04	0.06
82	PUPIALES CUASQUE JOSE BELISARIO	1747.51	0.04	0.05
83	PUPIALES PUPIALES BERTHA ELIZA	1287.70	0.04	0.05
84	PUPIALES PUPIALES LUIS ALFONSO	368.09	0.04	0.05
85	GUATEMAL PUPIALES RAUL VINICIO	802.55	0.04	0.05
86	PUPIALES CARLOSAMA MARIA PASTORA	1066.85	0.04	0.05
87	GUATEMAL P JOSE M	505.67	0.04	0.08
88	GUATEMAL PUPIALES JUAN JOSE	691.52	0.04	0.06
89	GUATEMAL PUPIALES LAURA EDITA	949.79	0.04	0.06
90	SANCHEZ TAIMAL MARIA ESTHELA	726.52	0.04	0.05
91	SERRANO CARLOSAMA JUAN DE DIOS	247.40	0.04	0.05
92	SERRANO CARLOSAMA JUAN JULIO	271.54	0.04	0.04
93	PUPIALES PUPIALES JOSE MAURO	572.04	0.04	0.05
94	SERRANO CARLOSAMA INTI RUMI	417.57	0.04	0.05
95	PUPIALES SERRANO LUIS ENRIQUE	944.96	0.04	0.05
96	BRUSIL PABON NELSON FERNANDO	434.46	0.04	0.05
97	CARLOSAMA PUPIALES CARMEN EMILIA	13.28	0.04	0.00
98	BRUSIL CARLOSAMA JOSE ALFONSO	1795.78	0.04	0.06

N° CARGA	Cliente	Costo de instalación promedio \$/kWh	Costo de kWh energía promedio	Costo de kWh energía mediana
99	PUPIALES PUIALES LUIS EDUARDO	1268.39	0.04	0.05
100	PUPIALES PUIALES CRUZ ANITA	264.30	0.04	0.05
101	PUPIALES PUIALES ADELA BEATRIZ	470.67	0.04	0.04
102	PUPIALES PUIALES GLORIA ISOLINA	1244.25	0.04	0.05
103	CARLOSAMA CHUQUIN MARCO VINICIO	902.72	0.04	0.05
104	PUPIALES PUIALES MARIA ANGELITA	642.04	0.04	0.05
105	PUPIALES PUIALES JULIO ENRIQUE	604.63	0.04	0.05
106	GUAMAN B JOSE ANT	184.65	0.04	0.05
107	CARLOSAMA CUASQUI LUIS ALFONSO	768.76	0.04	0.05
108	PUPIALES GUATEMAL SEGUNDO RAFAEL	1622.00	0.04	0.05
109	PUPIALES GUATEMAL SEGUNDO RAFAEL	1093.40	0.04	0.05
110	ICHAU JUAN JOSE	12.07	0.04	0.00
111	PUPIALES PUIALES DARWIN VINICIO	531.01	0.04	0.06
112	CARLOSAMA CUASQUI JUAN ELIAS	3.62	0.04	0.00
113	CUASQUI MONTALUISA JOSE LORENZO	61.55	0.04	0.05
114	PUPIALES JOSE FRANCISCO	17.38	0.04	0.06

Anexo 19 Análisis de préstamo para la implementación de las micro-redes fotovoltaicas aisladas

ANÁLISIS DE PRÉSTAMOS		
Tasa de interés		5.73%
Crédito	\$	227.963
N° Periodos		5 año

PERIODO	SALDO	CAPITAL	INTERÉS	TOTAL DE PAGO	CUOTA MENSUAL
0	227.962.52				
1	182.370.01	45.592.50	13.062.25	58.654.76	4.887.90
2	136.777.51	45.592.50	10.449.80	56.042.30	4.670.19
3	91.185.01	45.592.50	7.837.35	53.429.85	4.452.49
4	45.592.50	45.592.50	5.224.90	50.817.40	4.234.78
5	-	45.592.50	2.612.45	48.204.95	4.017.08
			39.186.76		

Anexo 20 Análisis de préstamo para la implementación de las micro-redes solar fotovoltaicas conectadas a la red

ANÁLISIS DE PRÉSTAMOS		
Tasa de interés		5.73%
Crédito	\$	227.963
N° Periodos		5 año

Método Europeo					
PERIODO	SALDO	CAPITAL	INTERÉS	TOTAL. DE PAGO	CUOTA MENSUAL
0	121.635.72				
1	97.308.58	24.327.14	6.969.73	31.296.87	2.608.07
2	72.981.43	24.327.14	5.575.78	29.902.93	2.491.91
3	48.654.29	24.327.14	4.181.84	28.508.98	2.375.75
4	24.327.14	24.327.14	2.787.89	27.115.03	2.259.59
5	-	24.327.14	1.393.95	25.721.09	2.143.42
			20.909.18		

Anexo 21 Flujo de caja de las micro-redes solar fotovoltaicas conectada a la red

PERIODOS (AÑOS)	0	1	2	3	4	5	6
RUBROS							
Crédito			121.636				
Inversión propia							
Total. Egresos			121.636				
INGRESOS							
Ventas	14.551.19	14.869.86	15.195.51	15.528.29	15.868.36	16.215.88	16.571.00
EGRESOS							
Costos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Servicios Básicos	\$ 58.39	\$ 59.67	\$ 60.98	\$ 62.31	\$ 68	\$ 65.07	\$ 66.50
Gastos Indirectos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenimiento	\$ 49.04	\$ 50.11	\$ 51.12	\$ 52.14	\$ 53.18	\$ 54.24	\$ 55.33
Gasto sueldos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Otros	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
GASTOS FINANCIEROS							
Amortización	\$ 31.296.87	\$ 29.902.93	\$ 28.508.98	\$ 27.115.03	\$ 25.721.09	\$ -	\$ -
Depreciación	\$ 11.798.66	\$ 11.798.66	\$ 11.798.66	\$ 11.798.66	\$ 11.798.66	\$ 11.798.66	\$ 11.798.66
Total egresos	\$ 107.43	\$ 109.78	\$ 112.09	\$ 114.45	\$ 116.86	\$ 119.32	\$ 121.83
Utilidad bruta	-28.651.78	-26.941.52	-25.224.23	-23.499.86	-21.768.25	4.297.90	4.650.51
20% de utilidad	-5.730.36	-5.388.30	-5.044.85	-4.699.97	-4.353.65	859.58	930.10
Utilidades antes de impuestos	-22.921.42	-21.553.21	-20.179.38	-18.799.89	-17.414.60	3.438.32	3.720.41
Impuesto a la renta (22%)	-5.042.71	-4.741.71	-4.439.46	-4.135.98	-3.831.21	756.43	818.49
Utilidad Neta	-17.878.71	-16.811.51	-15.739.92	-14.663.91	-13.583.39	2.681.89	2.901.92
Reparto de la utilidad	-2.681.81	-2.521.73	-2.360.99	-2.199.59	-2.037.51	402.28	435.29
Flujo neto	-121.635.72	-\$15.196.90	-\$14.289.78	-\$13.378.93	-\$11.545.88	\$2.279.60	\$2.466.63
% rendimiento	-104.44	-96.10	-88.05	-80.27	-72.76	14.06	14.89

Flujo de caja de las micro-redes solar fotovoltaicas aisladas

PERIODOS (AÑOS)	0	1	2	3	4	5	6
RUBROS							
Crédito			227.963				
Inversión propia							
Total Egresos			227.963				
INGRESOS							
Ventas	40.308.00	41.190.75	42.092.82	43.014.66	43.956.68	44.919.33	45.903.06
EGRESOS							
Costos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Servicios Básicos	\$ 32.00	\$ 32.70	\$ 33.42	\$ 34.15	\$ 34.90	\$ 35.66	\$ 36.44
Gastos Indirectos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenimiento	\$ 1.443.94	\$ 1.475.56	\$ 1.505.07	\$ 1.535.18	\$ 1.565.88	\$ 1.597.20	\$ 1.629.14
Gasto sueldos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Otros	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
GASTOS FINANCIEROS							
Amortización	\$ 58.654.76	\$ 56.042.30	\$ 53.429.85	\$ 50.817.40	\$ 48.204.95		
Depreciación	\$ 8.982.37	\$ 8.982.37	\$ 8.982.37	\$ 8.982.37	\$ 8.982.37	\$ 8.982.37	\$ 8.982.37
Total egresos	\$ 1.475.94	\$ 1.508.26	\$ 1.538.49	\$ 1.569.32	\$ 1.600.78	\$ 1.632.86	\$ 1.665.58
Utilidad bruta	-28.805.07	-25.342.19	-21.857.89	-18.354.44	-14.831.42	34.304.10	35.255.11
20% de utilidad	-5.761.01	-5.068.44	-4.371.58	-3.670.89	-2.966.28	6.860.82	7.051.02
Utilidades antes de impuestos	-23.044.05	-20.273.75	-17.486.31	-14.683.55	-11.865.14	27.443.28	28.204.09
Impuesto a la renta (22%)	-5.069.69	-4.460.23	-3.846.99	-3.230.38	-2.610.33	6.037.52	6.204.90
Utilidad Neta	-17.974.36	-15.813.53	-13.639.33	-11.453.17	-9.254.81	21.405.76	21.999.19
Reparto de la utilidad	-2.696.15	-2.372.03	-2.045.90	-1.717.98	-1.388.22	3.210.86	3.299.88

PERIODOS (AÑOS)	0	1	2	3	4	5	6	
Flujo neto	-195.828.98	-\$15.278.21	-\$13.441.50	-\$11.593.43	-\$9.735.20	-\$7.866.59	\$18.194.89	\$18.699.31
% rendimiento		-37.90	-32.63	-27.54	-22.63	-17.90	40.51	40.74