



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD**

TEMA:

Proyecto para la instalación y equipamiento eléctrico fotovoltaico para el suministro de energía solar para 26 viviendas en el Recinto Estero de Dama Alto de la provincia de los Ríos

AUTOR:

Ing. Erazo Marín Osmar Ángel

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Grado Académico de
**MAGISTER EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍAS
RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA**

TUTOR:

Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, MSc.

Guayaquil, Ecuador

18 de noviembre de 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por Osmar Ángel Osmar Ángel, como requerimiento para la obtención del título de **MAGISTER EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA.**

TUTOR

Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, Msc

DIRECTOR DEL PROGRAMA

Guayaquil, 18 de noviembre de 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Erazo Marín Osmar Ángel

DECLARO QUE:

El trabajo de titulación, “**Proyecto para la instalación y equipamiento eléctrico fotovoltaico para el suministro de energía solar para 26 viviendas en el Recinto Estero de Dama Alto de la provincia de los Ríos**”, previo a la obtención del grado Académico de Magister, ha sido desarrollado respetando los derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del trabajo de titulación del Grado Académico en mención.

Guayaquil, 18 de noviembre de 2022

EL AUTOR



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD

AUTORIZACIÓN

Yo, Osmar Ángel Erazo Marín

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del trabajo de titulación de Maestría titulado **“Proyecto para la instalación y equipamiento eléctrico fotovoltaico para el suministro de energía solar para 26 viviendas en el Recinto Estero de Dama Alto de la provincia de los Ríos,** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 18 días del mes de noviembre del año 2022

EL AUTOR

INFORME URKUND



Conclusión: La revisión de coincidencias del resultado de la revisión, considera la desactivación de la información de texto de los formatos de presentación de trabajos de titulación en la UCSG. Se adjunta documento de Reporte URKUND de la Revisión Final en medio digital. Porcentaje de coincidencia final del 4%.

Atentamente,

Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, Msc
DOCENTE – TUTOR

Dedicatoria

Un trabajo dedicado para los moradores de Estero de Dama Alta, un recinto en el Cantón Urdaneta Provincia de Los Ríos, que necesita el suministro más importante del mundo como es la energía eléctrica. Este trabajo será el punto de inicio, para la inserción de proyectos renovables en muchas comunidades de la Provincia.

De igual forma, a mis compañeros y amigos de CNEL EP Los Ríos, son ellos ese brazo ejecutor de cambios en nuestra provincia.

Erazo Marín, Osmar Ángel

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a dios por permitirme llegar a este gran momento de mi vida, gracias por mantenerme con esperanzas en la vida y seguir adelante. De igual manera a mis formadores eternos, Ángel Y Rosita, mis queridos padres, que han estado siempre en las buenas y en las malas de mi vida. Así mismo, a mi Hijo Benjamín, sin ellos, no fuera la persona que soy en este momento.

A mi estimado tutor, Ing. Luis Vallejo, y al director del Programa Maestría En Electricidad Con Mención Energía Renovable y Eficiencia Energética, Ing. Bayardo Bohórquez Escobar Mgs, dos grandes soñadores y pensadores amantes de la academia y el desarrollo académica de miles y miles de estudiantes, gracias por toda su experiencia y disponibilidad para la realización de este trabajo de titulación.

Erazo Marín, Osmar Ángel



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD


TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.  _____

Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, MSc
TUTOR

f.  _____

Ing. Mazzini Muñoz Gustavo Miguel, Mgs
REVISOR

f.  _____

Ing. Bohórquez Heras Diana Carolina, Mgs
REVISOR

f.  _____

Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, MSc
DIRECTOR DEL PROGRAMA

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1	2
INTRODUCCIÓN	2
1.1. Justificación y alcance	2
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Formulación del problema.....	3
1.4. Objetivos 4	
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Tipo Investigación	5
1.5.1. Método explicativo	5
CAPÍTULO 2	6
FUNDAMENTOS DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	6
2.1. Contexto internacional.....	6
2.2. Energía solar fotovoltaica en el mundo	7
2.2.1. Evolución y participación estimada de energías renovables en el mundo.....	8
2.2.2. Capacidad de generación renovable por región	10
2.2.3. Estadística de capacidad renovable en el mundo.....	10
2.3. Contexto nacional	12
CAPÍTULO 3	16
COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	16
3.1. La electricidad	16
3.2. Clasificación de las instalaciones solares fotovoltaicas.....	18

3.2.1.	Aplicaciones autónomas	18
3.2.2.	Aplicaciones espaciales:	19
3.2.3.	Aplicaciones terrestres:	19
3.3.	Aplicaciones conectadas a la red	19
3.3.1.	Centrales fotovoltaicas y huertos solares	19
3.3.2.	Edificios de energía fotovoltaica	20
3.4.	Elementos de una instalación solar fotovoltaica.....	21
3.5.	Célula solar: características básicas.....	22
3.5.1.	Diodo	22
3.5.2.	Efecto fotovoltaico.....	22
3.5.3.	Los parámetros básicos de la célula solar	22
3.6.	Panel solar.....	23
3.6.1.	Potencia de la célula solar.....	25
3.7.	El mecanismo regulador	26
3.8.	Baterías o acumuladores	28
3.8.1.	Tipos de baterías	30
3.9.	Inversor	31
3.9.1.	Inversores en instalaciones conectadas a la red	34
CAPÍTULO 4		36
NORMATIVIDAD Y RESOLUCIONES DEL OPERADOR.....		36
4.1.	Antecedentes.....	36
4.2.	Marco legal	37
4.2.1.	LOSPPE: Ley orgánica del servicio público de energía eléctrica.	37
4.2.2.	ARCONEL.....	38
4.2.3.	CENACE.....	39

4.3. Sector operativo.....	39
4.4. Generación.....	39
4.5. Distribución	41
4.6. CNEL EP41	
4.7. Normativa y Regulaciones ARCONEL.....	42
CAPÍTULO 5	44
DIAGNOSTICAR Y ANALIZAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR, PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA RED FOTOVOLTAICA Y LA POBLACIÓN A SER BENEFICIADA EN EL ESTERO DE DAMA ALTO	44
5.1. Localización del proyecto.....	44
5.2. Estudio potencial fotovoltaico	46
5.2.1. Definiciones	46
5.3. Irradiación promedio en la zona del proyecto	47
5.4. Demanda Eléctrica para el dimensionamiento de la Red.	49
5.5. Cálculo de consumo eléctrico por día.....	49
CAPÍTULO 6	51
DISEÑO, PRESUPUESTO Y MEMORIA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS SOLARES FOTOVOLTAICOS PARA EL RECINTO ESTERO DE DAMA.	51
6.1. Elección del módulo fotovoltaico.....	51
6.2. Números de paneles solares.....	52
6.3. Sistemas acumuladores (baterías).....	53
6.4. Capacidad de las baterías.....	53
6.5. Regulador.....	54
6.6. Elección del inversor DC/AC	54
6.6.1. Accesorios de la instalación.....	56
6.6.2. Resumen diseño de equipos.....	56

6.6.3. Detalle especificaciones técnicas	57
6.6.4. Evaluación económica y presupuesto referencial del proyecto	58
6.7. Presupuesto construcción y redes de distribución.	59
6.8. Cálculo de la facturación comercial con el Pliego Tarifario vigente.....	60
6.9. Amortización.....	63
6.10. Evaluación económica del proyecto	65
CAPÍTULO 7	66
MANTENIMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	66
7.1. Mantenimiento paneles solares.....	66
7.2. Baterías y almacenamiento	66
7.3. Mantenimiento del regulador de carga	67
7.4. Inversor y el mantenimiento	67
7.5. Recomendación y consejos útiles.....	68
CAPÍTULO 8	69
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
8.1. Conclusiones.....	69
8.2. Recomendaciones	71
BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXOS	75

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1 Detalle Energía Solar FV en el Mundo	8
Tabla 2 Estadísticas de capacidad renovable 2020	11
Tabla 3 Potencia Nomina en Generación de Energía Electrica -Arconel 2020	14
Tabla 4 Diferencia de Paneles Según la Tecnología.	24
Tabla 5 Características Principales de una batería.....	31
Tabla 6 Baterías Utilizadas en Instalaciones Sfv.....	31
Tabla 7 Descripción de la Generación Instalada 2019	40
Tabla 8 Generación Instalada por Provincia.....	40
Tabla 9 Ubicación viviendas para instalación de Sfv	45
Tabla 10 Análisis de carga de una Vivienda.....	49
Tabla 11 Cálculo del consumo eléctrico día de una Vivienda.....	49
Tabla 12 Aspectos y consideraciones para el diseño	50
Tabla 13 Determinación de las cargas en corriente alterna.....	50
Tabla 14 Corriente pico del módulo (capacidad de la unidad de control).....	52
Tabla 15 Dimensionamiento del módulo FV	52
Tabla 16 Dimensionamiento del banco de baterías	53
Tabla 17 Dimensionamiento del inversor	55
Tabla 18 Resumen Descripción de Equipos del Proyecto	56
Tabla 19 Especificaciones Técnicas	57
Tabla 20 Costos de Operación y Mantenimiento	58
Tabla 21 Presupuesto de Instalación de los Paneles Solares.....	59
Tabla 22 Detalle Presupuesto emitido por CNEL EP 2021	59
Tabla 23 Facturación Comercial CNEL EP – 2022.....	60
Tabla 24 Detalle del Pliego tarifario Vigente - CNEL EP 2022-Unidad de Negocio Los Rios.	61
Tabla 25 Detalle de factura de consumo eléctrico mensual - CNEL EP 2022-Unidad de Negocio Los Rios	61

Tabla 26 Desglose de valores económicos de la facturación - CNEL EP 2022-Unidad de Negocio Los Ríos	62
Tabla 27 Detalle de la facturación mensual y anual - CNEL EP 2021- CNEL EP 2022-Unidad de Negocio Los Ríos	63
Tabla 28 Plazo de Amortización.....	64
Tabla 29 Relación Costo - beneficio; TIR; VAN	65

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1 Energía solar en el mundo.	8
Figura 2 Participación Estimada de Energías Renovable en el Mundo finales 2019.	10
Figura 3 Potencia Nomina (MW) corte abril 2020 – ARCONEL	14
Figura 4 Producción de Energía e Importaciones. (Corporación Eléctrica del Ecuador, 2016)	15
Figura 5 Principales energías renovables y no renovable	16
Figura 6 Ubicación.....	17
Figura 7 La instalación energética autosuficiente.....	18
Figura 8 Huerto Solar.....	20
Figura 9 Edificio Fotovoltaico, fachada está formada por paneles solares.....	21
Figura 10 Componentes de una Instalación SF.....	21
Figura 11 Material de Paneles Solar	24
Figura 12 Conexión en Serie.....	25
Figura 13 Conexión en.....	26
Figura 14 Controlador de Carga Solar	27
Figura 15 Esquema General Instalación Sfv Autónoma con Inversor.....	32
Figura 16 Instalación fotovoltaica conectada a la red.....	33
Figura 17 Descripción General Sector Eléctrico.....	36
Figura 18 Sector Eléctrico Ecuatoriano	38
Figura 19 Gestores Técnicos en Ecuador.....	39
Figura 20 Distribuidoras a Nivel Nacional	41
Figura 21 Unidades De Negocios CNEL EP. (Instituto de Investigación Geológica y Energético, 2015)	42
Figura 22 Cantón Urdaneta.....	44
Figura 23 Recinto Estero Dama Alto.....	44
Figura 24 Ubicación de la zona de acuerdo al ATLAS GLOBAL	47
Figura 25 Irradiación media en ubicación de vivienda. PVsyst.....	48
Figura 26 Panel Solar	51

RESUMEN

La demanda de la energía eléctrica es cada vez notoria para los requerimientos de las residencias, industrias, comercio y otros sectores de la economía de los países a nivel mundial. Es así, que China lidera por la generación de nuevas alternativas de energía renovable como la eólica, solar, nuclear, entre otros recursos que permiten la obtención de este recurso elemental hoy en día. El objetivo de la investigación fue proponer un proyecto para la instalación y equipamiento eléctrico fotovoltaico para el suministro de energía solar para 26 viviendas en el Recinto Estero de Dama Alto de la provincia de los Ríos. La metodología se basó en un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo que permitió la instalación del sistema fotovoltaico para 26 viviendas. Los resultados que se obtuvo fueron que el recinto se encontraba a más de 12 Km de distancia de las redes de media tensión, exactamente con la red monofásica. La instalación fue de 156 paneles de 200W, con 26 baterías tipo Gel 12VDC/150Ah, 26 INVERSOR 12VDC - 230VAC 1200W, considerando un consumo teórico por cada vivienda 135 KWh/mes. La inversión total de los equipos fue de USD 79.222,00 incluido transporte y mano de obra. La propuesta es viable porque estas localidades tienen una alta radiación solar óptima y eso ha generado la inversión estatal y privada en varias provincias del país.

Palabras claves: Potencia máxima, Tensión de potencia óptima, Corriente máxima potencia, Tensión de circuito abierto, Corriente de cortocircuito, Eficiencia de la celda, Eficiencia del panel, Tolerancia.

ABSTRACT

The demand for electrical energy is increasingly noticeable for the requirements of residences, industries, commerce and other sectors of the economy of countries worldwide. Thus, China leads the generation of new renewable energy alternatives such as wind, solar, nuclear, among other resources that allow obtaining this elemental resource today. The objective of the research was to propose a project for the installation and photovoltaic electrical equipment for the supply of solar energy for 26 homes in the Recinto Estero de Dama Alto in the province of Los Ríos. The methodology was based on a descriptive quantitative approach that allowed the installation of the photovoltaic system for 26 homes. The results obtained were that the enclosure was more than 12 Km away from the medium voltage networks, exactly with the single-phase network. The installation consisted of 156 of 200W panels, with 26 Gel-type batteries 12VDC/150Ah, 26 INVERTER 12VDC - 230VAC 1200W, considering a theoretical consumption of 135 kWh/month for each home. The total investment for the equipment was USD 79.222,00 including transportation and labor. The proposal is viable because these localities have high optimal solar radiation and this has generated state and private investment in several provinces of the country.

Keywords: Maximum Power, Optimum Power Voltage, Maximum Power Current, Open Circuit Voltage, Short Circuit Current, Cell Efficiency, Panel Efficiency, Tolerance.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación y alcance

La incursión de nuevos proyectos Energéticos en el Ecuador, ha generado el desarrollo de normativa y seguimiento a ser un país que contribuye con la preservación ambiental, de igual forma eso ha conllevado un sin número de investigaciones respecto al uso de energías no convencionales, todo esto, a la preocupación por optimizar recursos naturales y económicos. Dentro de las instituciones que generan investigación en el Ecuador, se debaten ideas entre funcionarios del INER (Instituto Nacional de Energías Renovables) y MEER (Ministerio de Electricidad y Energía Renovables) que, en la actualidad a finales de abril del 2021, pasa completamente desapercibido por la no elaboración de políticas públicas claras para el incentivo en la implementación y Uso de energías renovables (Instituto de Investigación Geológica y Energético, 2015).

El alcance de este plan de tesis, demuestra y explica la necesidad urgente de poder contribuir al desarrollo social, cultural y económico de los sectores rurales marginales, con la dotación de energías renovables, en este caso, la generación de energía solar fotovoltaica, ubicados en diferentes sectores rurales marginales de la extensa y dispersa provincia de Los Ríos.

Esto debe de canalizarse más aún cuando el Ecuador fue parte del proceso de transformación con el cambio de matriz productiva que se llevó a cabo en estos diez últimos años, todos estos análisis deberían permitir elaborar políticas acordes y con ello, dotar el suministro de energía eléctrica a todos los ciudadanos en el territorio ecuatoriano con el uso de energías Renovables Convencionales.

Al estar inmenso dentro del sector eléctrico, y al conocer las múltiples necesidades dentro de las zonas marginales, poder ubicar módulos fotovoltaicos en diferentes zonas

rurales alejadas de las redes de electricidad, será de gran aporte al desarrollo de las comunidades del país. Así mismo, poder generar una guía explícita para que cualquier persona que no cuente con la formación técnica, lea este material y pueda desarrollar generación de electricidad y la implementación de modelos de energía a través de fuentes renovables.

Toda esta implementación de política pública de energía eléctrica, deberá ser puesta en conocimiento de los entes como la Corporación Nacional de Electricidad - CNEL EP, Agencia Regulación y Control de Electricidad - ARCONEL junto al Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables – MERNNR (Corporación Eléctrica Nacional del Ecuador, 2021).

1.2. Planteamiento del problema

La investigación a desarrollarse comprende la implementación de energía solar fotovoltaica en zonas rurales aisladas de redes convencionales en la Provincia de los Ríos.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo ayudará la implementación de energía solar fotovoltaica a las viviendas que aún no cuentan con energía eléctrica en la Provincia de Los Ríos?

En el sector rural, la energía y su uso está relacionado con la utilización de combustibles fósiles que son empleados en la cocción de alimentos, en la maquinaria agrícola, etc., los cuales son altamente contaminantes y que contribuyen al calentamiento global debido a las emisiones de carbono al ambiente, que conlleva la absorción del agua de la tierra, su evaporación y el aumento de lluvias e inundaciones.

En las zonas rurales de nuestro país existen lugares en donde aún se cocinan los alimentos con leña y gas licuado de petróleo. La falta de energía eléctrica incide en las

condiciones de vida en la que habitan los moradores de las localidades rurales y dificulta la ejecución de sus actividades académicas, domésticas, agrícolas y ganaderas.

Por ello la implementación de energía eléctrica usando recursos renovables no convencionales como los paneles fotovoltaicos son de gran beneficio, en la actualidad sus costos ya no son tan altos como hace algunos años atrás, sin embargo, la recuperación de la inversión depende del lugar donde vaya a realizarse el proyecto.

La energía fotovoltaica es posible implementarla en zonas alejadas de las redes de energía eléctrica convencional, ya que, con dichas redes, el costo de extenderlas resulta que los proyectos sean inviables, en consecuencia, los paneles fotovoltaicos se convierten en una posibilidad de mejorar la calidad de los habitantes de tales zonas. (Instituto de Investigación Geológica y Energético, 2015)

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar la propuesta de instalación y equipamiento eléctrico fotovoltaico para el suministro de energía solar para 26 viviendas en el Recinto Estero de Dama Alto de la provincia de Los Ríos.

1.4.2. Objetivos específicos

Dentro de los objetivos específicos hemos definido el esquema citado por (Creus, 2014) con las siguientes etapas previas a la implementación de paneles solares:

- Diagnosticar y analizar las características del sector, para el dimensionamiento de la red fotovoltaica y la población a ser beneficiada en el Estero de Dama Alto.
- Elaborar la demanda eléctrica para el dimensionamiento de la red.

- Diseñar el plan de red conforme con los requisitos del operador (diseño, presupuestos y Memorias Técnicas de los equipos solares fotovoltaicos).
- Diseñar un plan de funcionamiento y mantenimiento del Sistema de Energía Solar.

1.5. Tipo Investigación

Se va a utilizar el método de tipo documental y analítico, ya que se realizará el levantamiento de información en el Recinto Estero de Dama Alto, para posterior propuesta de diseño e implementación.

1.5.1. Método explicativo

Se desarrollará entrevistas con los moradores del sector, Gad Parroquial y Gad Municipal, para tener una visión integral de la problemática de la comunidad, es importante indicar, que este proyecto es netamente autónomo, no depende de las redes convencionales de la empresa distribuidora CNEL EP Unidad de Negocio Los Ríos.

PARTE I MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTOS DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

2.1. Contexto internacional

A nivel internacional, la energía que consume se genera en 81% de fuentes fósiles, y la diferencia se genera de los sistemas renovables. La energía limpia o proveniente de lo natural (viento, sol, agua) está siendo una alternativa en la actualidad. “A eso se suma a las asociadas con el uso de la biomasa (quema de la leña y residuos de los animales) para la cocción de los alimentos, calefacción de los espacios y la generación de energía eléctrica” (Fernández & Cervantes, 2017, pág. 45).

La innovación y desarrollo de la tecnología han permitido el uso de las fuentes naturales antes mencionada para la conversión a energía limpia. El uso de los biocombustibles son otra alternativo como el aprovechamiento del mar por medio de los mares, oleaje, gradientes térmicos y salinos son claves para la obtención de la energía alternativa (Domínguez & Salvatierra, 2016)

El mundo en su dependencia del petróleo, el carbón, el gas natural y aun todavía en los combustibles nucleares, como recursos fósiles disponibles en cantidades que pueden ser consideradas relativamente abundantes pero finitas, y las coyunturas económicas y geopolíticas asociadas, con su distribución geográfica y su dominio, han concebido en muchos países la necesidad de iniciar una transición hacia el uso de recursos energéticos de carácter renovable, que a su vez contribuyan a la reducción de emisiones de efecto invernadero y a la mitigación del cambio climático que viene experimentando nuestro planeta.

Por este motivo China, Alemania, España, y Estados Unidos, se afianzan hoy día como países precursores en el desarrollo de las mayores capacidades instaladas en tecnologías para el aprovechamiento de la energía hidráulica, eólica, solar, geotérmica y de las biomásas, como fuentes de origen renovable que hacen su aporte en el proceso de transición planteado en lo que a la generación de energía eléctrica se refiere (Camera, 2017).

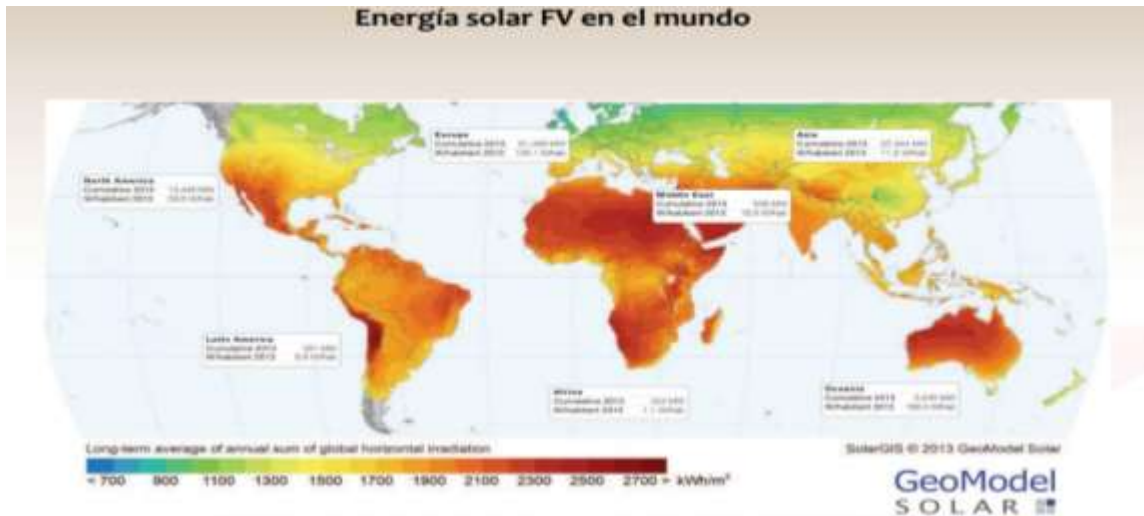
Países como Brasil, Alemania y Estados Unidos están liderando en la generación de la bioenergía para el funcionamiento del transporte, pero otros como Noruega, China, Japón y la Comunidad Europea están utilizando la electricidad a partir de las fuentes renovables (Escoda, 2017). A eso debe sumar la generación de energía térmica (aprovechamiento de la energía del sol e incluso de los volcanes).

Las fuentes renovables están presentes en la naturaleza del planeta. El sol, el agua, el viento son algunas alternativas que ya se está aprovechando en algunos países desarrollados, pero con los avances tecnológicos podrían fortalecer la distribución de energía, y reemplazar a las que generan un daño al medio ambiente (fósiles), durante 40 años (Creus, 2014) .

2.2. Energía solar fotovoltaica en el mundo

En la figura 1 se muestra la generación de Energía Solar Fotovoltaica en el Mundo, concentrándose en Europa la mayor cantidad de watts/habitantes del planeta, le sigue Asia y Norte América.

Figura 1
Energía solar en el mundo.



Nota: Tomado de *Análisis experimental del desempeño de un sistema solar fotovoltaico con inversor centralizado y con microinversores: caso de estudio Manizales* (p, 20). Por Cortés, Gómez-Gómez, Betancur, Carvajal, & Guerrero, 2002.

Tabla 1 Detalle Energía Solar FV en el Mundo

Continente	Mw	W/hab
EUROPA	81,488	125.10
ASIA	37,344	11.50
NORTH AMÉRICA	13,446	28.60
OCEANÍA	3,248	108.30
MIDDLE EAST	530	10.90
ÁFRICA	422	1.10
LATINO AMÉRICA	281	0.90

Nota: Tomado de *Análisis experimental del desempeño de un sistema solar fotovoltaico con inversor centralizado y con microinversores: caso de estudio Manizales* (p, 20). Por Cortés, Gómez-Gómez, Betancur, Carvajal, & Guerrero, 2002.

2.2.1. Evolución y participación estimada de energías renovables en el mundo

“La International Renewable Energy Agency (IRENA) agencia adscrita a las Naciones Unidas, desde el 2015 al 2021, explica que las energías renovables continúan con la expansión en la capacidad de generación, ampliándose en dos veces mayor que la de combustibles fósiles en 2019” (Alomoto & Pilco, 2017, pág. 68).

Según el Programa asociado con la conservación del medio ambiente que impulsa las Naciones Unidas (PNUMA) ha emitido estrategias para cambiar la forma de vida de la actualidad, en contraste impulsar una economía verde, que gire en el aprovechamiento de las energías renovables con el objetivo de alcanzar un desarrollo sostenible en el futuro.

Mientras un informe estadístico de la capacidad renovable impulsada por la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), sustenta que las fuentes de energía limpia proveniente del agua, el mar, el viento, el sol, la geotérmica y la bioenergética representaron el 17,6% para el 2019, la capacidad agregada fue de 176 gigavatios (López de Lacalle & Bayod, 2018).

“La energía alternativa de fuentes naturales genera electricidad, pero solo representa el 20% del total de abastecimiento, porque el resto está compuesto por combustibles fósiles como el carbón, petróleo y gas” (Álvarez, 2015, pág. 21).

La información descrita, permite determinar que la energía renovable sigue siendo un desafío para los gobiernos y entidades dedicadas a la investigación sobre las nuevas alternativas de generación eléctrica para actividades marítimas, industria y transporte. Las fuentes solares y eólicas son lo más significativos y que representan el 90% del total de energía renovable para el año 2019. La solar incrementó en un 20% (586 Gw) y la eólica en un 10% (623 GW). Estados Unidos, China, Japón, Corea del Sur y Vietnam optaron nuevos proyectos para la generación eléctrica a base del sol (Cherres, Pozo, & Gallardo, 2020).

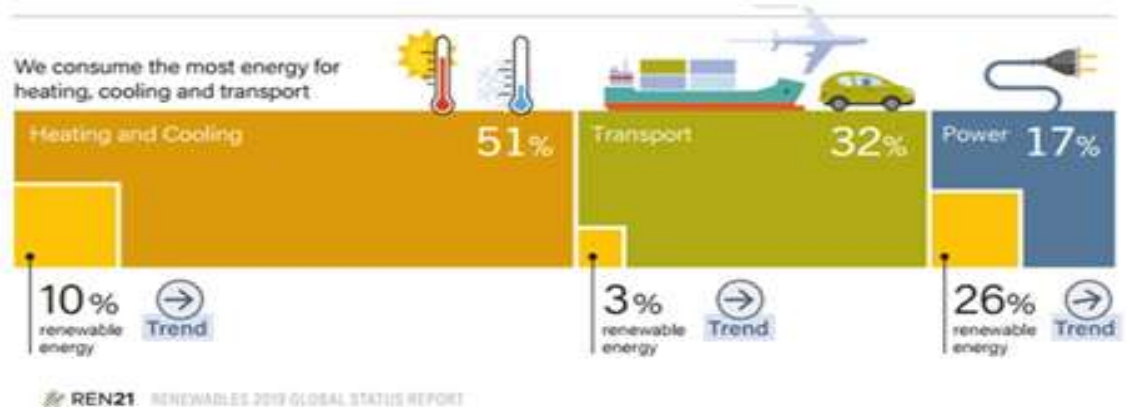
Mientras la energía hidroeléctrica aporta con electricidad a nivel mundial con un total de 1.190 GW, pero solo tuvo incremento del 1% (12 GW). Los proyectos que fueron implementados fueron en China y Brasil. La bioenergía aporta con 124 GW, la geotérmica con el 14 GW, la marina con el 0.5 GW, estas fuentes son desarrolladas por países como Turquía, Indonesia y Kenia (Alomoto & Pilco, 2017).

2.2.2. Capacidad de generación renovable por región

La capacidad de generación de energía en el continente asiático es de 44% a nivel mundial. En Oceanía y Medio Oriente alcanzaron los 18.4% y 12,6% respectivamente, siendo la menor a nivel global. Europa y América del Norte es de 6,6%; América del Sur es del 4%; y por último, en América Central y Caribe representa el 4.1%; y por último, África representa el 4.3% (Salazar, Pichardo, & Pichardo, 2016).

Figura 2

Participación Estimada de Energías Renovables en el Mundo finales 2019.



Nota: Tomado de *La energía solar, una alternativa para la generación de energía renovable* (p.12). Por Salazar, Pichardo, & Pichardo, 2016.

2.2.3. Estadística de capacidad renovable en el mundo

Tomando en cuenta la fuerza y vitalidad que han tomado las fuentes de energía renovable dominando las nuevas alternativas incorporadas a la matriz mundial de generación de energía eléctrica durante el año pasado, la capacidad renovable alcanzó los 2 537 gigavatios (GW) a nivel mundial a finales de 2019, registrando un aumento de 176 GW respecto al año anterior. Asia, una vez más, logró más de la mitad de las nuevas instalaciones a pesar de un ritmo ligeramente más lento. Mientras tanto, Europa y Norteamérica realzaron su expansión de capacidad. (Martínez, Rangel, Gutiérrez, & Orozco, 2019).

Las energías eólicas y solares representaron el 90% de la capacidad renovable recientemente adicionada en el mundo. En parte, esta alta participación refleja un bajo crecimiento de las hídricas, ya que varios proyectos importantes incumplieron con los plazos de finalizaciones previstos. Aun así, las fuentes tradicionales representaron el 72% de las adiciones de capacidad total en 2019, el mismo superó a las fuentes alternativas.

El tema de la crisis sanitaria ha puesto en discusión la contaminación del ambiente y la cantidad de CO2 que generamos por las actividades industriales, alimenticia y las actividades propias del ser humano. Aunque los gobiernos que administran los países desarrollados no tienen el interés integral para disminuir el efecto invernadero. Las distintas estrategias son medidas insuficientes para sostenibilidad en el futuro.

Espero que este manual anual de estadísticas ayude a los países y comunidades a reforzar su compromiso con las energías renovables, tomar decisiones informadas sobre energía y hacer el trabajo necesario para garantizar un futuro sostenible, estable y saludable (Camera, 2017). Ante ello, y en base a los datos proporcionados por la Agencia Internacional de Energías Renovables, se define que, en nuestra región, se tiene una capacidad instalada de 6464 al 2019(Martín, Serra, & Magaldi, 2020), de la siguiente manera:

Tabla 2 Estadísticas de capacidad renovable 2020

CAP (MW)	SOLAR PHOTOVOLTAIC									
	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019
SOUTH AMERICA	44	65	72	80	181	313	643	2315	5294	6464
ARGENTINA	0	1	6	8	8	8	9	9	191	441
BOLIVIA	3	3	4	6	6	6	8	70	120	120
BRASIL	2	2	3	6	16	27	84	1104	2078	2485
CHILE	0	0	0	0	2	15	221	576	2137	2648
COLOMBIA	1	1	1	1	1	2	11	86	86	90
ECUADOR	0	0	0	0	4	26	26	26	26	28
MALVINAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GUIANA	23	36	36	37	37	47	47	47	47	47
GUAYANA	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4
PARAGUAY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PERÚ	13	18	18	18	103	109	134	139	345	341
SURINAME	0	1	1	1	1	2	5	5	5	7
URUGUAY	0	1	1	1	1	65	90	244	250	248
VENEZUELA	2	2	2	2	2	2	4	5	5	5

Nota: Tomado de Control de un Sistema de Energía Solar Para la Alimentación de Cargas Aisladas (p,21). Por Martín, Serra, & Magaldi, 2020.

2.3. Contexto nacional

El desarrollo de un país enunciado a través del uso adecuado de sus recursos energéticos se le puede entender más fácilmente si primero se analizan las etapas por las que pasa la energía antes de poder ser aprovechada por la sociedad. Estas etapas se componen en tres grandes grupos: la energía primaria o energía en su estado natural, energía secundaria o energía procesada en un estado intermedio y energía de uso final.

Se denomina como primarios a los recursos energéticos que se extraen directamente del entorno natural en estado sólido, como el carbón, o líquido, como el petróleo y el agua, así como gaseoso, en el caso del gas natural, como energía potencial tenemos como fuente la energía cinética que generan los vientos y la energía térmica y fotovoltaica del sol como energías renovables no convencionales. Por otro lado, los energéticos secundarios son los creados a partir de los primarios con el fin de que se distribuyan a los centros de consumo, así por ejemplo se pueden citar: el gas licuado, la electricidad y las gasolinas, los aceites y grasas, etc.

Por último, los energéticos de uso final son los que se generan a partir de los energéticos secundarios en el sitio mismo de consumo, son aquellos que los seres humanos requieren para la vida diaria: cocción, refrigeración, calefacción, iluminación, movimiento y trabajo, transporte, comunicaciones, tecnologías de la información, entre otros. El término genérico energía no renovable se refiere a las fuentes energéticas que se pueden encontrar en el entorno natural, si bien no son limitadas, pero pueden tener un efecto a futuro, sino lanza estrategias para el cuidado del medio ambiente. Lo que no ocurre con las fuentes fósiles que después de extraerlos no se podrá acceder a los mismos nunca más.

Por otro lado, se denomina energía renovable a aquella energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, en algunos casos, debido a la gran cantidad de energía disponible en la fuente, y en otros casos, debido a que tienen la capacidad de regenerarse por medios naturales. Un país con un alto potencial de energías renovables como el Ecuador ha empezado a cambiar en forma más objetiva su visión energética

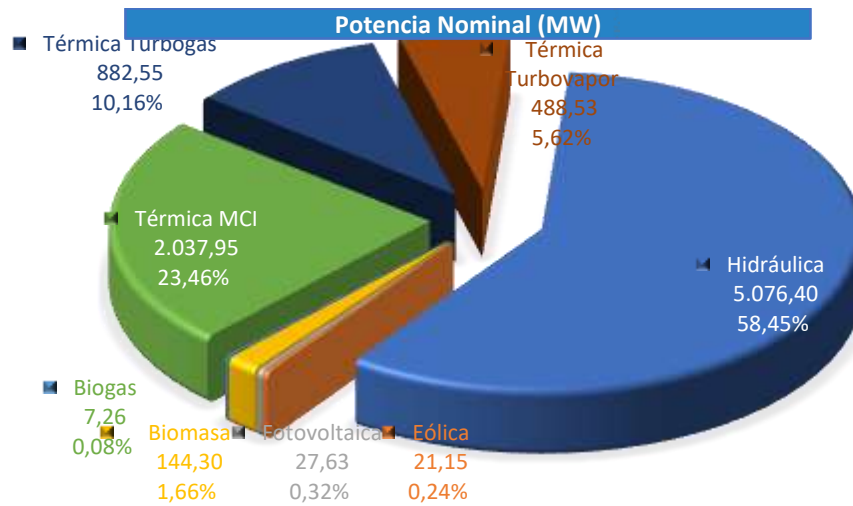
primaria, por ello es imprescindible definir en los planes energéticos su adecuado aprovechamiento, así como establecer incentivos para la construcción de proyectos con energías renovables (Regulaciones Nos. CONELEC 002/11, 003/11 y 004/11).

Desarrollando las energías renovables junto con la eficiencia energética como medios para diversificar la matriz energética, proporcionarán al Ecuador la vía hacia una era post-petrolera. En el desarrollo de una planificación energética, se deben seleccionar aquellas fuentes que sean productivas, que perjudiquen menos al ambiente y cuya aplicabilidad y usos sean los más adecuados y sustentables.

Cuando analizamos el criterio de un potencial económicamente aprovechable podemos concluir que no es absoluto, sino más bien depende de las diferentes condiciones presentes en el entorno dentro del cual se planifica la matriz energética del país. Por ejemplo, en los períodos en los cuales el precio del petróleo y sus derivados alcanzan niveles altos, la viabilidad económica de los proyectos de generación eléctrica cambia, y algunos proyectos que pudieron no ser considerados como económicamente factibles en su momento, pasan a serlo debido al precio y costo de oportunidad (Corporación Eléctrica Nacional del Ecuador, 2021)

Al conocer los datos, podemos determinar el Balance Nacional de Energía Eléctrica (BNEE) se presentan seis conjuntos de datos estadísticos que corresponden a los siguientes indicadores de potencia (MW), y energía eléctrica (GWh), acompañados además de su respectivo porcentaje de participación a escala nacional; estos conjuntos son los siguientes: 1. Potencia Nominal en cuanto a Generación de Energía Eléctrica; 2. Potencia Efectiva en cuanto a Generación de Energía Eléctrica; 3. Producción Total e Importaciones de Energía; 4. Energía Provista para cobertura del Servicio Público; 5. Energía Disponible para la cobertura del Servicio Público; y, 6. Consumo de Energía para Servicio Público (Corporación Eléctrica del Ecuador, 2016). Detallada a continuación:

Figura 3
Potencia Nomina (MW) corte abril 2020 – ARCONEL



Nota: Tomado de *La energía es una alternativa* (p,7). Por Corporación Eléctrica Nacional del Ecuador, 2021.

Tabla 3 Potencia Nomina en Generación de Energía Eléctrica -Arconel 2020

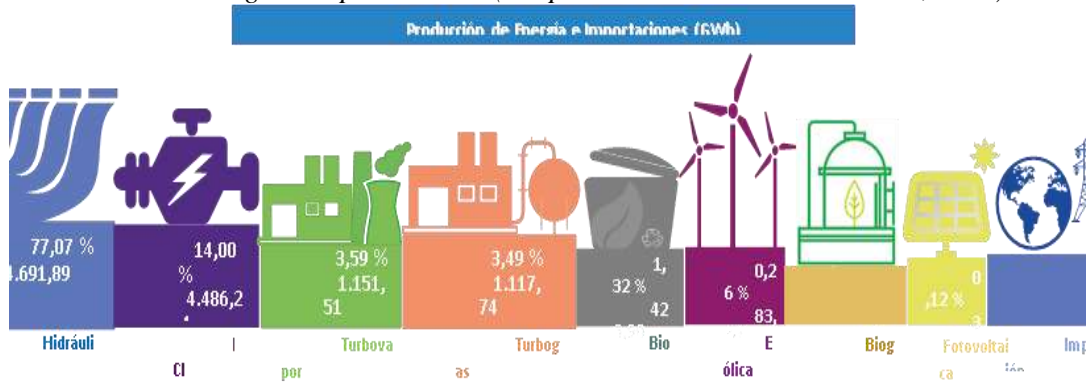
1. Potencia Nominal en Generación de Energía Eléctrica		MW	%
Energía Renovable	Hidráulica	5,076.40	58.45%
	Eólica	21.15	0.24%
	Fotovoltaica	27.63	0.32%
	Biomasa	144.30	1.66%
	Biogas	7.26	0.08%
Total Energía Renovable	5,276.74	60.75%	
No Renovable	Térmica MCI	2,037.95	23.46%
	Térmica Turbogases	882.55	10.16%
	Térmica Turbovapor	488.53	5.62%
Total Energía No Renovable	3,409.02	39.25%	
Total Potencia Nominal	8,685.76	100.00%	

Nota: Tomado de *La energía es una alternativa* (p,7). Por Corporación Eléctrica Nacional del Ecuador, 2021.

La figura No 5 muestra la producción de energía en base al tipo de generación, siendo la fotovoltaica el 0.12% en el Ecuador.

Figura 4

Producción de Energía e Importaciones. (Corporación Eléctrica del Ecuador, 2016)



Nota: Tomado de *Proyecto TermoPichincha* (p,12). Por Corporación Eléctrica Nacional del Ecuador, 2016.

CAPÍTULO 3

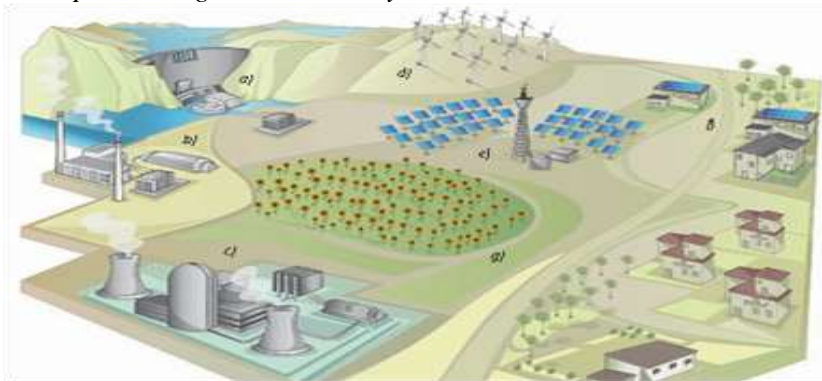
COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

3.1. La electricidad

“La energía eléctrica representa una de las fuentes energéticas más dinámicas que se adaptan a todo tipo de necesidad. La utilización de la misma se da en todos los segmentos de las actividades diarias del ser humano, donde los equipos o aparatos funcionan a base de este recurso por medio de corrientes alternas como fuente de energía” (Camera, 2017, pág. 45).

Estos eventos de altas demandas en el consumo, han conllevado a la búsqueda de fuentes alternativas para la generación de energía (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018), lo que ha llevado consecuentemente a la búsqueda y elaboración de sistemas innovadores en la producción de energía eléctrica, los cuales resultan más sostenibles con el medio ambiente, y se enfocan sustancialmente en el uso de energías renovables.

Figura 5
Principales energías renovables y no renovable



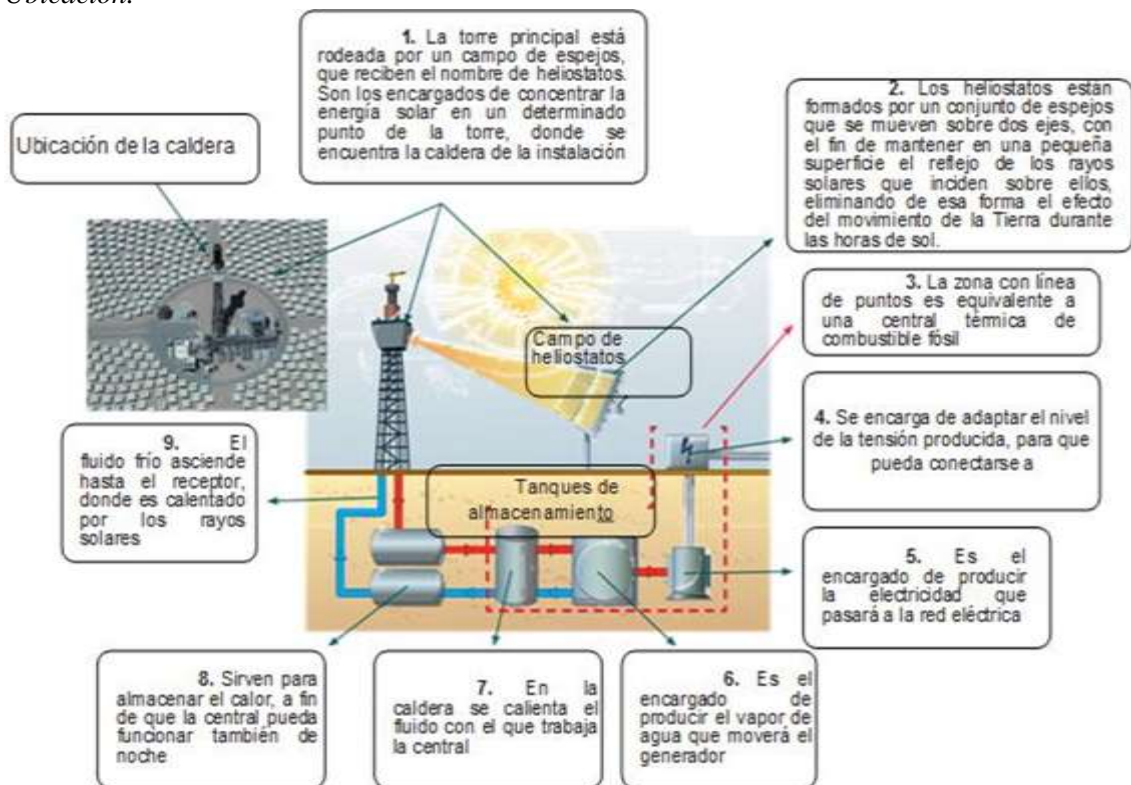
Nota: Tomado de *Proyectos de Energía Renovable* (p, 5). Por Banco Interamericano de Desarrollo, 2018.

Como se ha mencionado, en la actualidad, la tendencia va hacia el uso de energías renovables. La energía solar tiene una gran importancia en esta tendencia como una fuente

de energía limpia. Existen varios métodos para extraer la energía solar y utilizarla en la generación de electricidad. Estos métodos se pueden clasificar en:

Indirectos: en este tipo de métodos, la luz solar se utiliza para calentar algún fluido, como puede ser agua, sales fundidas o sodio, entre otros, hasta convertirlo en vapor, con el cual se utiliza para generar movimiento en un alternador, con el cual se produce la energía, la misma se obtiene mediante un ciclo termodinámico de tipo convencional, similar al mecanismo que se halla en una estación térmica alimentada por combustibles fósiles, como se aprecia en la Fig. 6.1.

Figura 6
Ubicación.



Nota: Tomado de *Análisis del Seguimiento del Punto de Máxima Potencia Global (GMPPT) con Perfiles de Sombras para una Granja Fotovoltaica* (p, 78). Por Cherres, Pozo, & Gallardo, 2020.

Esquema de una central térmica de energía solar con una torre central. En cuanto el fluido debe ser impulsado por un motor a vapor, donde se enfría y se eleva hasta

alcanzar el receptor, en donde nuevamente se calienta y es enviado de vuelta hacia abajo, con lo que se completa el ciclo (Cherres, Pozo, & Gallardo, 2020).

- Directos: en este tipo de métodos, la luz solar se transforma directamente a energía eléctrica por medio de células solares. Este tipo de sistemas pueden estar conectados a una red externa de alimentación eléctrica o pueden ser sistemas aislados (Fig. 6.3- 6.4).

Figura 7

La instalación energética autosuficiente.



Nota: Tomado de Análisis del Seguimiento del Punto de Máxima Potencia Global (GMPPT) con Perfiles de Sombras para una Granja Fotovoltaica (p, 78). Por Cherres, Pozo, & Gallardo, 2020.

3.2. Clasificación de las instalaciones solares fotovoltaicas

Las instalaciones solares fotovoltaicas (ISF) se suelen clasificar acorde a la aplicación para que son diseñadas. En este orden de ideas, se puede distinguir entre aplicaciones autónomas y aplicaciones conectadas a la red.

3.2.1. Aplicaciones autónomas

Son aquellas cuya instalación genera energía eléctrica sin ninguna conexión con la red eléctrica pública o cualquier red eléctrica externa, con el fin de entregar energía al lugar donde se encuentran ubicadas, se distinguen de la siguiente forma:

3.2.2. Aplicaciones espaciales:

Son las que proporcionan energía a los equipos colocados en el espacio, tales como estaciones espaciales, satélites, etc.

3.2.3. Aplicaciones terrestres:

Se dividen en grandes profesiones como son: Telecomunicaciones, Electricidad de Zonas Rurales Aisladas, Señalización, Alumbrado Público. Bombeo de agua, Redes VSAT, Telemetría y Otras aplicaciones.

3.3. Aplicaciones conectadas a la red

En este tipo de instalaciones, el productor de la energía no busca utilizarla directamente para sí, tanto como venderla o proveerla al sistema de energía nacional a través del organismo encargado de dicho sistema en el país. La ventaja de este tipo de sistemas es que la energía se produce especialmente para los periodos del año en los que se incrementa la demanda de energía eléctrica, principalmente durante el día, por lo que los kilovatios generados de esta forma se vuelven de suma importancia. Cabe distinguir:

3.3.1. Centrales fotovoltaicas y huertos solares

Este tipo de estaciones corresponde a recintos en donde se aglomera una determinada cantidad de instalaciones fotovoltaicas que pertenecen a diferentes propietarios u organismos, con el objetivo de comercializar la energía eléctrica generada en la estación a la empresa o institución que haya establecido el contrato (Fig. 7). La energía que se comercializa puede figurar a nombre de una empresa, sociedad anónima, organización, etc. Además, la potencia en la instalación dependerá del tamaño y dimensiones que tenga el generador fotovoltaico. Generalmente, cada instalación dentro de la central o el huerto tiene su respectivo propietario, aunque todas están en el mismo recinto. Esta situación facilita la implementación de mejoras en cuanto a mantenimiento

de las instalaciones, monitoreo, suscripción de pólizas de seguro, y varios otros aspectos importantes para su funcionamiento.

Figura 8
Huerto Solar



Nota: Tomado de *Paneles solares* (p,1). Por *INELDEC Colombia*, 2021.

3.3.2. Edificios de energía fotovoltaica

Esta aplicación es una de las más recientemente desarrolladas en cuanto al uso de energía fotovoltaica. El vertiginoso desarrollo de diversos mecanismos para el aprovechamiento de esta energía ha facilitado el uso de células solares como material de construcciones en diversas estructuras, como cerramientos, fachadas y cubiertas, las cuales adquieren además un notorio valor visual. Además, en entornos urbanos, este tipo de instalaciones representa uno de los sistemas más adecuados para la generación de energía eléctrica renovable con menos impactos adversos a nivel ambiental. La integración de esta tecnología en la arquitectura urbana permite combinar los edificios dentro de una doble función, tanto como estructura inmobiliaria como estación de generación de energía.

Figura 9

Edificio Fotovoltaico, fachada está formada por paneles solares



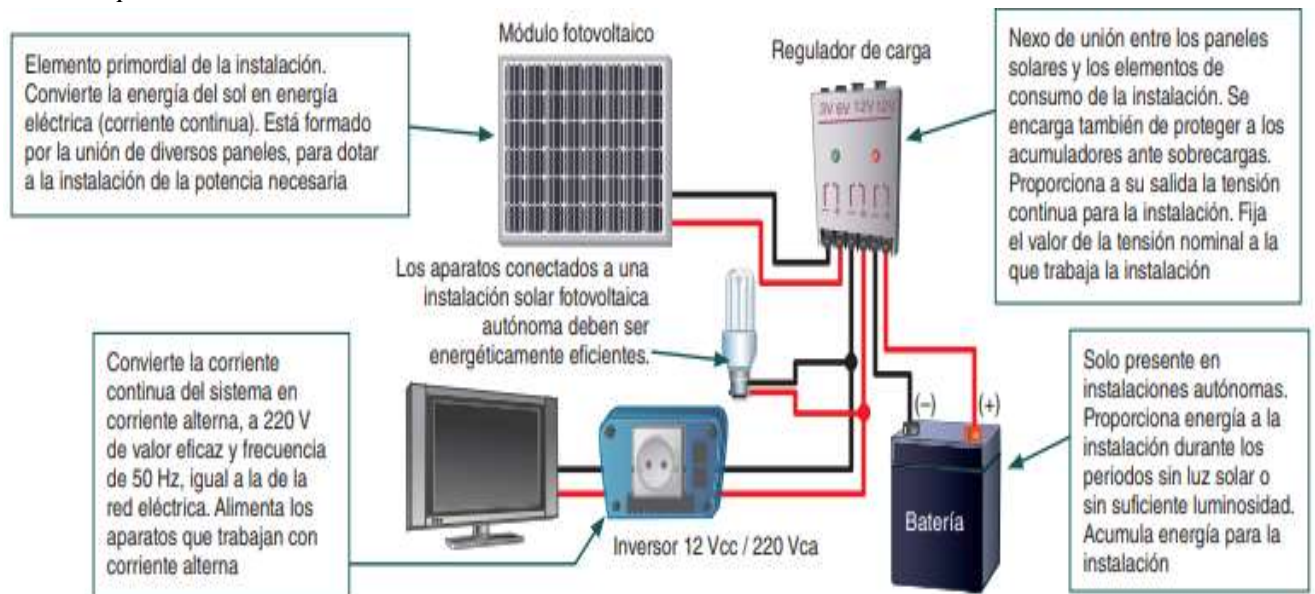
Nota: Tomado de Paneles solares (p,1). Por INELDEC Colombia, 2021.

3.4. Elementos de una instalación solar fotovoltaica

Una instalación solar Fotovoltaica (ISF), se ajusta al siguiente esquema como el demostrad en la Figura 10,

Figura 10

Componentes de una Instalación SF



Nota: Tomado de Paneles solares (p,1). Por INELDEC Colombia, 2021.

3.5. Célula solar: características básicas

Para cualquier instalación destinada a la producción de energía solar, el elemento más importante es el generador; en las instalaciones fotovoltaicas, este generador es la célula solar. Este dispositivo transforma directamente los fotones emanados por la luz solar, en energía eléctrica. El funcionamiento del dispositivo viene basado lo que se denomina como efecto fotovoltaico.

La célula solar funciona de forma similar a un diodo: el componente denominado N corresponde a la parte expuesta a la luz solar, y la parte denominada P se ubica en la zona oscurecida. Además, la célula contiene terminales que se ubican encima de cada parte del mecanismo de diodo: la cara que corresponde a la parte P se halla completamente metalizada, y no debe recibir la luz, mientras que el metalizado en la zona N dibuja una forma de peina, con el fin de hacer llegar la luz del sol al semiconductor.

3.5.1. Diodo

Es el componente electrónico fabricado con una unión P-N, que tiene la particularidad de conducir la corriente eléctrica solo en un sentido.

3.5.2. Efecto fotovoltaico

Propiedad que tienen determinados materiales de producir materiales de una corriente eléctrica cuando incide una radiación lumínica sobre ellas.

3.5.3. Los parámetros básicos de la célula solar

- La corriente de iluminación (IL): corresponde a la corriente que se genera en cuanto la radiación emitida por el sol incide sobre la respectiva célula.

- Corriente de oscuridad: se debe a la recombinación que se da en los pares electrón hueco, producidos al interior del semiconductor.
- Tensión de circuito abierto (VOC): consiste en la tensión máxima obtenida a los extremos de la respectiva célula solar, que se presenta cuando dicha célula no tiene conectada ninguna carga. Esta característica viene definida por el material con la que la célula está elaborada.
- Corriente de cortocircuito (ISC): corresponde al valor máximo de corriente capaz de recorrer la célula solar. Se presenta cuando los terminales de la célula están cortocircuitados.

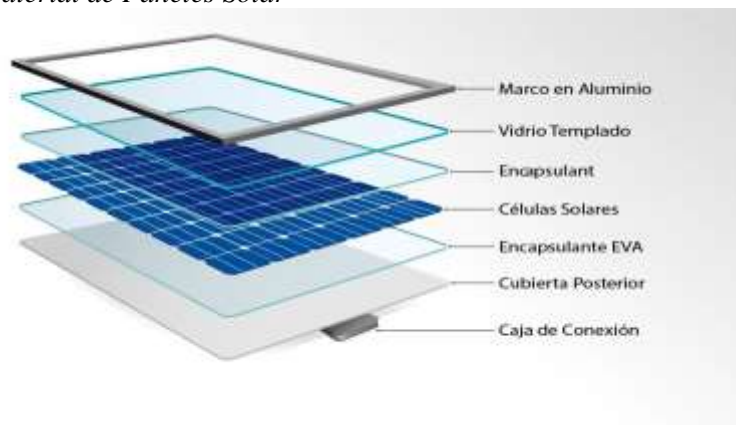
Los valores correspondientes a tensión e intensidad en la célula se modifican cuando esta se conecta a una carga. Existirán dos de estos valores con los que la potencia que entrega la célula será la potencia máxima. Estos valores se denominan como tensión máxima (V_m) e intensidad máxima (I_m), los cuales serán, en cualquier caso, menores al VOC e ISC. Dados estos valores, la potencia máxima la célula puede entregar se determina por la ecuación:

$$P_m = V_m * I_m$$

3.6. Panel solar

Los paneles solares, llamados también módulos fotovoltaicos, se conforman de un conjunto o matriz de células solares, conectadas entre sí eléctricamente, encapsuladas y acopladas sobre una estructura diseñada para su soporte. El panel proporciona una tensión continua en la conexión de salida, y viene diseñado para brindar valores de tensión determinados (6V, 12V, 24V.), los cuáles definen a qué tensión trabajará el sistema fotovoltaico.

Figura 11
Material de Paneles Solar



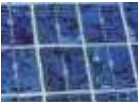


Nota: Tomado de *Paneles solares* (p,1). Por *INELDEC Colombia, 2021.*

Los paneles solares se clasifican por la tecnología que se utiliza en la fabricación de sus células, según la cual, se dividen en:

- Paneles de silicio cristalino (monocristalino y multicristalino).
- Paneles de silicio amorfo.

Tabla 4 *Diferencia de Paneles Según la Tecnología.*

Células	Silicio	Rendimiento laboratorio	Rendimiento directo	Características	Fabricación
	Monocristalino	24%	15 18 %	Los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí (Czochralski).	Se consigue del silicio fundido y mezclado con el boro
	Policristalino	19 a 20%	12 a 14%	La estructuración de la superficie está compuesta de cristales y generan fuentes con tonos azules	Con la instalación del monocristalino, se disminuye las fases de cristalización.
	Amorfo	16%	Más del 10%	Este material tiene un color igual de color marrón, aunque no existe una conexión visible entre las células	Una ventaja es que deposita en forma de lámina delgada y base del sustrato en vidrio y plástico.

Nota: Tomado de *Paneles solares y la tecnología.* Por Revista Science Fair Ideas, 2004.

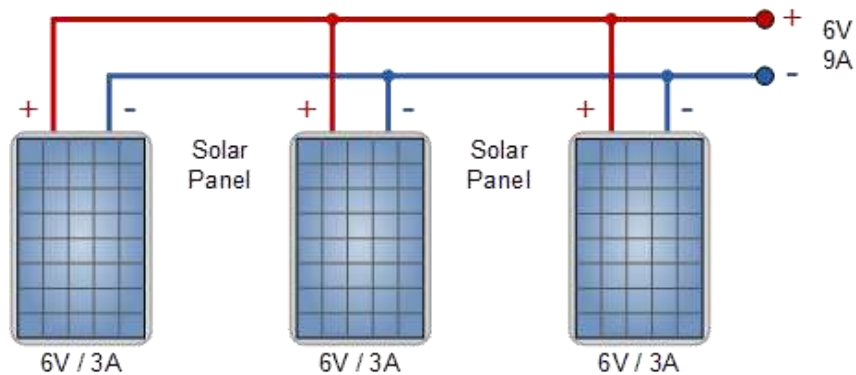
3.6.1. Potencia de la célula solar

Una célula de tamaño convencional, que puede rondar entre 10 a 30 cm, proporciona una potencia bastante pequeña, de entre 1 y 2 W. Es por ello que usualmente resulta necesario asociar varias células para poder obtener la potencia que requiere el sistema fotovoltaico de la respectiva instalación. Esta situación es clave para comprender el concepto de panel solar o módulo fotovoltaico, cuyas características han sido previamente descritas.

La conexión eléctrica que se realice entre las células puede arrojar diferentes escenarios en cuanto al funcionamiento del panel:

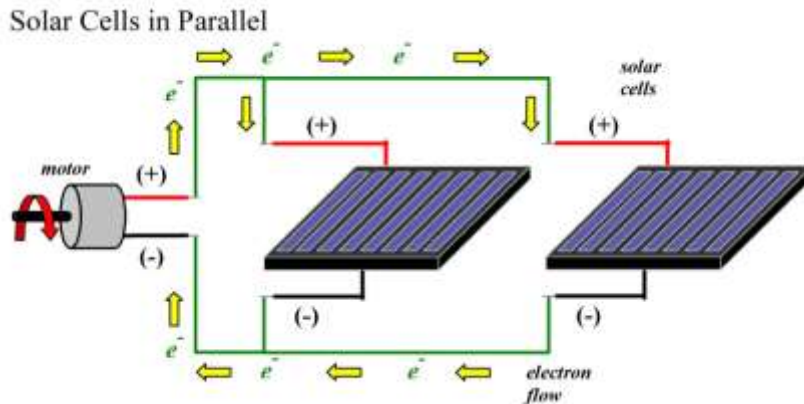
- Al conectarla en serie, el panel permitirá incrementar la tensión final hacia los extremos de la célula equivalente.
- Al conectarlas en paralelo, se podrá incrementar la intensidad total del panel.

Figura 12
Conexión en Serie



Nota: Tomado de *Paneles solares y la tecnología*. Por Revista Science Fair Ideas, 2004.

Figura 13
Conexión en celdas solares



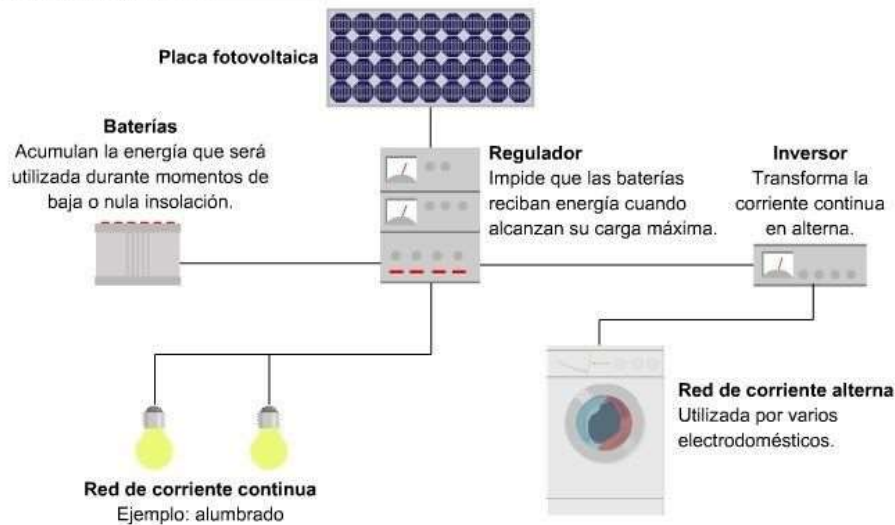
Nota: Tomado de *Paneles solares y la tecnología*. Por Revista Science Fair Ideas, 2004.

3.7. El mecanismo regulador

A fin de que la instalación funcione apropiadamente, es necesario instalar un mecanismo de regulación de carga en los puntos de unión entre paneles solares y baterías conectadas al sistema. Dicho mecanismo consiste en el regulador, cuya misión es evitar que un escenario de excesiva carga o sobrecarga de las baterías, con el objetivo de obtener un buen rendimiento de estas últimas y prolongar su vida útil.

Esto significa, consecuentemente, que el regulador trabaja en ambas zonas. En la zona asociada a la carga, su función es asegurar la suficiente alimentación de carga hacia el dispositivo acumulador de energía, así como evitar situaciones de sobrecarga. En la parte correspondiente a la descarga, su función es garantizar la provisión diaria de energía eléctrica suficiente para el sistema, así como evitar la excesiva descarga del dispositivo que almacena la energía.

Figura 14
Controlador de Carga Solar
Instalación fotovoltaica



Nota: Tomado de *Paneles solares y la tecnología*. Por Revista Science Fair Ideas, 2004.

Debido a que los módulos solares suelen tener una tensión nominal con un valor mayor al de la batería, las situaciones de sobrecarga serían muy frecuentes en caso de contar con un regulador.

El hecho de que la tensión nominal en los paneles tenga estas características, se debe fundamentalmente a dos propósitos:

- Mitigar una posible reducción de la tensión a causa del incremento en la temperatura.
- Asegurar que la carga de la batería sea correcta. Es por ello que la tensión en el VOC del respectivo panel tiene que ser mayor a la tensión nominal presente en la batería.

La determinación de las dimensiones correspondientes a la instalación solar se lleva a cabo de forma que se garantice el suministro de electricidad incluso bajo las condiciones más adversas de luminosidad. Para ello, se usa como referencia los valores de irradiación solar que se registran en invierno. Debido a esto, la energía que suministran

los módulos fotovoltaicos en verano suele llegar a casi el doble de lo estimado en los cálculos. Si el sistema careciera de un regulador entre paneles y baterías, el excedente de corriente que se genera en esta situación puede incluso llegar a hervir el electrolito de los acumuladores, lo que implica serios riesgos al funcionamiento de la instalación.

Generalmente, los valores de trabajo del regulador correspondiente vienen proporcionados por el fabricante, a través de una hoja de características, en las que se puede hallar los siguientes datos:

- Características físicas: peso, tamaño y dimensiones, material del que se compone, etc.
- Características de tipo eléctrico.
- Normas de seguridad bajo las que se fabrica.

Se debe considerar además algunos otros aspectos, tales como las medidas de seguridad para su operación, entre otros. La función del regulador implica proteger tanto la instalación y sus componentes como a sus operarios. Por lo tanto, deben incluir sistemas que permitan establecer las medidas seguridad apropiadas para cada situación de riesgo.

Esta información viene dada también por el fabricante del regulador.

3.8. Baterías o acumuladores

Una batería es un dispositivo capaz de transformar energía química en energía eléctrica. Con la implementación de estos dispositivos, el funcionamiento de una instalación fotovoltaica viene generalmente dado de la siguiente manera:

- Generación de energía eléctrica
- Almacenamiento de energía química
- Consumo de energía eléctrica

La recarga de las baterías se ejecuta con la energía eléctrica que producen los paneles solares, la cual fluye a través del regulador de carga, y redistribuyen a su vez esta energía a la red o instalación en donde será consumida.

Las baterías cumplen tres funciones clave en las instalaciones fotovoltaicas:

- Almacenamiento de energía durante un determinado periodo de tiempo.
- Proporción de una potencia instantánea elevada.
- Fijación de tensión de trabajo en la instalación

Para elegir una batería o dispositivo acumulador de energía, se debe tener en cuenta fundamentalmente su capacidad. Esta última es definida como la cantidad de energía eléctrica que el dispositivo es capaz de entregar en una descarga completa del mismo, tomando su estado de carga total como punto de partida. Esta capacidad se mide en amperios hora (Ah), y para su cálculo se basa en la intensidad de la descarga de la acumulación de energía según periodos de tiempo durante el que actúa: $C = t I$.

Junto con la capacidad, existen otros parámetros que son de importante consideración al momento de seleccionar el dispositivo acumulador a usar en la instalación fotovoltaica:

- Eficiencia de la carga: consiste en la relación entre la energía que se emplea en la recarga de la batería y la energía que se almacena efectivamente en ella. Se busca generalmente que su valor sea el mayor posible, cercano al 100 %, pues esto indicaría que toda la energía empleada en la recarga es susceptible de ser usada en la salida de la instalación. Cuando esta eficiencia tiene valores bajos, se vuelve necesario incrementar la cantidad de paneles utilizados en la instalación para obtener los resultados que se busca.
- Autodescarga: son procedimientos donde el dispositivo de alimentación tiende a descargarse sin estar en uso.

- Profundidad de la descarga: consiste en la cantidad de energía, en porcentajes, obtenida de la batería a lo largo de una descarga determinada, desde un estado de carga total en la misma. Tiene relación con la vida ÚTIL del dispositivo acumulador. Cuando estos ciclos de descarga son cortos, por ejemplo, con alrededor de 20 %, el dispositivo suele tener una duración más prolongada que aquellos en los que los ciclos de descarga son mucho más altos, por ejemplo, de un 80%.

Junto con los parámetros eléctricos, las características óptimas que se busca en las baterías a implementar en instalaciones fotovoltaicas son:

- Resistencia óptima al ciclado, es decir, al proceso de carga y descarga.
- Bajo requerimiento de mantenimiento.
- Funcionamiento óptimo bajo corrientes pequeñas.
- Reserva amplia de electrolitos.
- Depósito para materiales que se desprenden.
- Vasos transparentes.

Las baterías son fabricadas con diferentes tipos de tecnología, lo que provoca que algunas de ellas sean más adecuadas que otras para utilizarlas en las instalaciones solares.

3.8.1. Tipos de baterías

La clasificación de los tipos de batería se basa en la tecnología usada para su fabricación, así como en los electrolitos que se utilizan en ella (Cardozo, 2019).

La Tabla 5 sintetiza los principales tipos de batería disponibles en el mercado, junto con sus características básicas, para facilitar su comparación:

Tabla 5 Características Principales de una batería.





TIPO DE BATERIA	TENSION POR VASO (V)	TIEMPO DE RECARGA	AUTODESCARGA POR MES	No. CICLOS	CAPACIDAD POR TAMAÑO	PRECIO
Plomo-ácido	2	8-16 H	< 5 %	MEDIO	30-50 Wh/kg	BAJO
Ni-Cd (níquel-cadmio)	1,2	1 H	20%	ELEVADO	50-80 Wh/kg	MEDIO
Ni-Mh (níquel-metal hydride)	1,2	2-4 H	20%	MEDIO	60-120 Wh/kg	MEDIO
Li ion (ión litio)	3,6	2-4 H	6%	MEDIO -BAJO	110-160 Wh/kg	ALTO

Nota: Tomado de *Simulación de un Sistema Fotovoltaico Aislado en Matlab/Simulink* (p,18). Por Cardozo, 2019.

En las instalaciones solares, las baterías más comúnmente utilizadas son las fabricadas a base de plomo ácido, debido a las características que contienen. Este tipo de baterías cuenta con varios modelos diferentes, los cuales se pueden analizar y comparar a fin de determinar el modelo más adecuado para cada tipo de instalación fotovoltaica.

A continuación, la tabla 6 sintetiza diferentes modelos correspondientes baterías de plomo ácido, cuyo uso e implementación, según su aplicación en la correspondiente instalación, puede representar diferentes ventajas o desventajas.

Tabla 6 Baterías Utilizadas en Instalaciones Sfv.

TIPO	VENTAJAS	INCONVENIENTES	ASPECTO
Tubular estacionaria	• Ciclado profundo.	• Precio elevado.	
	• Tiempos de vida largos. • Reserva de sedimentos.	• Disponibilidad escasa en determinados lugares.	
Arranque (SLI, automóvil)	• Precio.	• Mal funcionamiento ante ciclado profundo y bajas corrientes.	
	• Disponibilidad.	• Tiempo de vida corto. • Escasa reserva de electrolito.	
Solar	• Fabricación similar a SLI.	• Tiempos de vida medios.	
	• Amplia reserva de electrolito. • Buen funcionamiento en ciclados medios.	• No recomendada para ciclados profundos y prolongados.	
Gel	• Escaso mantenimiento.	• Deterioro rápido en condiciones de funcionamiento extremas de V-I.	

Nota: Tomado de *Instalaciones SFV* (p,5). Por Revista Componentes Instalación SFV, 2015.

3.9. Inversor

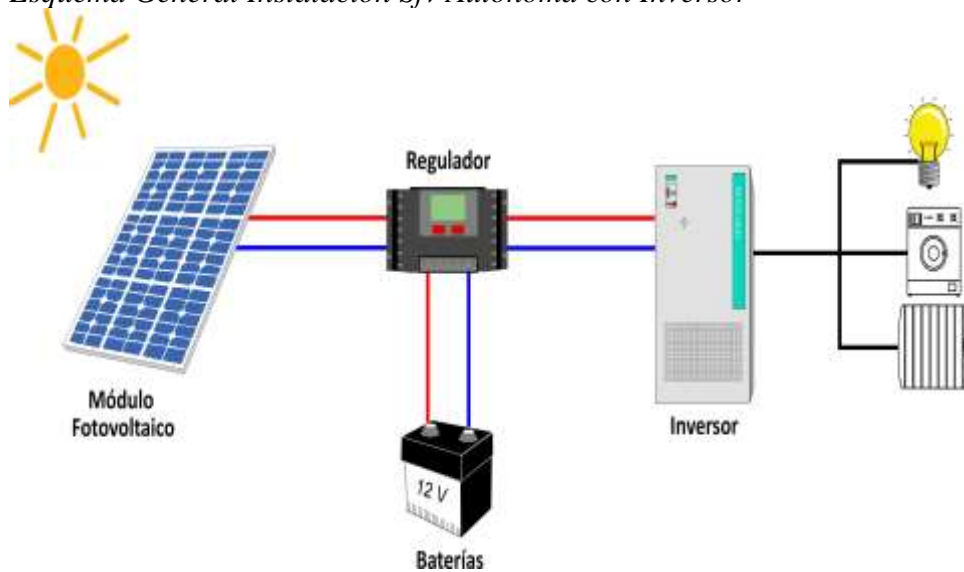
Se denomina inversor al dispositivo encargado de convertir la corriente continua que fluye por la instalación, en corriente alterna, que es la que se utiliza en la red eléctrica, con 220 V como valor eficaz y una frecuencia de onda de 50 Hz o 60 Hz.

Este dispositivo resulta imprescindible cuando las instalaciones fotovoltaicas están conectadas a una red eléctrica, e igualmente se hallan en la mayor parte de instalaciones aisladas, principalmente en aquellas instalaciones destinadas a la provisión de energía eléctrica en viviendas.

La figura 15 representa un esquema correspondiente a este tipo de instalaciones.

Figura 15

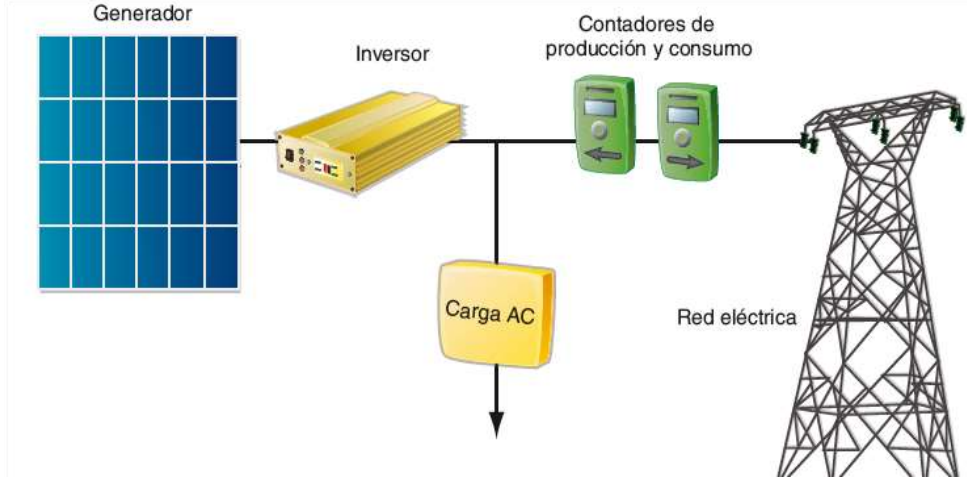
Esquema General Instalación Sfv Autónoma con Inversor



Nota: Tomado de *Instalación Sfv*. Por Revista Medio Ambiente y Naturaleza, 2021.

Así mismo se puede generar otro esquema, de ser el caso de una instalación a conectarse a una red, se detalla de la siguiente forma:

Figura 16
Instalación fotovoltaica conectada a la red



Nota: Tomado de *Instalación Sfv*. Por Revista Medio Ambiente y Naturaleza, 2021.

Se puede apreciar como principal diferencia entre las instalaciones previamente graficadas, se presencia de acumuladores de energía y de sus respectivos reguladores de carga en la instalación autónoma. Por su parte, con la instalación conectada a la red, la energía obtenida por los paneles no se almacena en un dispositivo acumulador, sino que se alimenta la red eléctrica conforme se produce, de modo que se pone a disposición de los usuarios. Las instalaciones de este tipo cuentan usualmente con equipos de medición tanto para la energía que se aporta hacia la red eléctrica, como para el consumo de la respectiva instalación generadora de energía.

Las características deseables para un inversor DC-AC las podemos resumir de la siguiente manera:

- Eficiencia alta: su funcionamiento debe ser óptimo para un rango amplio de potencias.
- Consumo bajo en vacío: quiere decir, cuando no existen cargas conectadas.
- Fiabilidad alta: buena resistencia ante los picos de arranque.
- Protección frente a posibles cortocircuitos.
- Parámetros de seguridad.

- Regulación óptima tanto de tensión como de frecuencia de salida, pues esta debe tener compatibilidad respecto a la red eléctrica.

3.9.1. Inversores en instalaciones conectadas a la red

Cuando se trata de inversores conectados a las redes convencionales existentes, el inversor deberá con funciones de protección, a fin de asegurar la calidad de la energía eléctrica que se aporta a la red, así como la seguridad de la instalación misma y su personal.

Las características y prestaciones del inversor se determinan por medio de los siguientes parámetros:

- **Potencia:** este parámetro establece la potencia máxima que el inversor es capaz de proveer a la red eléctrica, bajo condiciones óptimas. Si bien la gama de potencias disponibles en el mercado es extensa, en los sistemas domésticos se pueden hallar potencias desde 50 W, correspondientes a un mini inversor situado en cada placa, hacia 400 W, presente usualmente en campos fotovoltaicos pequeños campos fotovoltaicos, y hasta potencias con varios kilovatios. Varios de estos modelos vienen diseñados para una conexión en paralelo, con el fin de facilitar el máximo crecimiento de potencia en toda la instalación.
- **Fases:** hace referencia los inversores donde la potencia es menor a 5 kW, tienen frecuentemente una sola fase, es decir, son monofásicos. Con potencias de 15 kW, los inversores suelen ser trifásicos. Los modelos monofásicos usualmente se pueden acoplar entre sí de modo que se obtiene una corriente trifásica.
- **Rendimiento energético:** se requiere que sea alto a lo largo de la gama total de potencias en las que trabajará la instalación. En el mercado, muchos modelos tienen actualmente un rendimiento medio que se ubica alrededor del 90 %. Cuanto más próxima está la instalación a su potencia nominal, mayor tiende a ser el rendimiento del inversor, por lo que, a fin de optimizar el balance energético, es prioritario lograr que la potencia pico en el campo fotovoltaico y la potencia

nominal del inversor coincidan. Para obtener un funcionamiento óptimo en la respectiva instalación, es necesario que la potencia pico dentro del campo fotovoltaico no supere en ningún caso a la potencia nominal del inversor.

- Protecciones: para proteger al inversor de posibles daños, es necesario que este cuente con algunos mecanismos generales de protección, entre los cuales, como mínimo, se requieren los siguientes:
 - Interruptor automático: se trata de un dispositivo de corte automático de corriente, sobre el cual actúan relés de mínima y máxima tensión, los cuales controlan la fase de la red de distribución en la que está conectado el respectivo inversor. La reconfiguración del sistema de conmutación como de la conexión con la red de baja tensión previo a la instalación fotovoltaica, por lo tanto, igualmente automático en cuanto se reestablece el servicio regular en la red de energía eléctrica.

- Funcionamiento «en isla»: para este funcionamiento, el inversor requiere de un dispositivo que evite la posibilidad de funcionamiento en caso de fallo en el suministro eléctrico, o cuando su tensión disminuye por debajo de un umbral determinado.
 - Limpieza de la tensión mínima y máxima.
 - Limpiezas de las frecuencias a nivel mínimo y máximo. El margen apropiado se establece en un 2 %.
 - La protección de los contactos directos para la generación de energía.
 - La protección contra sobrecargas.
 - Prevención de los cortocircuitos.
 - Identificación de los niveles de emisión de armónicos.

CAPÍTULO 4

NORMATIVIDAD Y RESOLUCIONES DEL OPERADOR

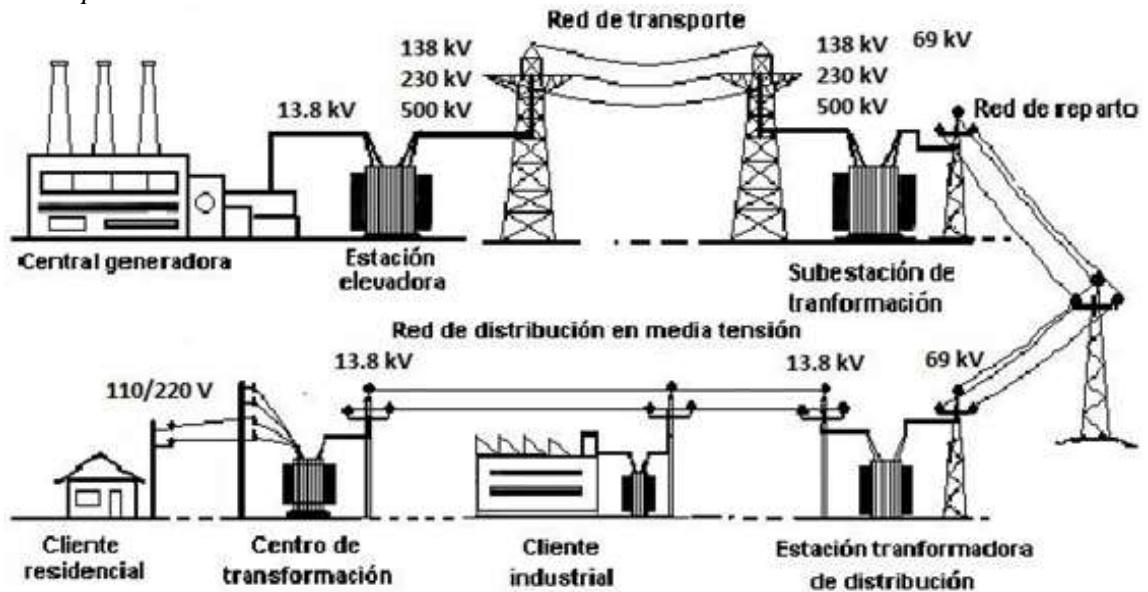
4.1. Antecedentes

El Sector eléctrico ecuatoriano en la actualidad ha sido un actor fundamental en el desarrollo de los últimos 50 años, desde la utilización de grandes centrales de vapor ubicadas en la Costa Ecuatoriana, hasta la construcción de un parque hidroeléctrico de alrededor de 4500 MW en la cuenca oriental y occidental del país (Corporación Eléctrica Nacional del Ecuador, 2021).

Como visualización a los lectores de esta tesis, en la figura 16 descripción general del Sector Eléctrico.

Figura 17

Descripción General Sector Eléctrico



Nota: Tomado de *La energía es una alternativa* (p,7). Por Corporación Eléctrica Nacional del Ecuador, 2021.

4.2. Marco legal

La Constitución del Ecuador, cita los siguientes artículos que hacen referencia al Sector Eléctrico (ECUADOR, 2021):

- En el artículo 313.- El Estado ecuatoriano se reserva el derecho de la administración, regulación y control de los sectores estratégicos.
- En el artículo 314.- El Estado se hará responsable de la prestación de los servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento y energía eléctrica.
- En el artículo 315.- hace referencia que el Estado puede constituir empresas públicas para la gestión de los sectores estratégicos.
- En el artículo 316.- El Estado ecuatoriano puede delegar la participación en los sectores estratégicos y empresas públicas de manera mixta, pero siempre tendría una mayoría en las acciones.
- Art 339.- La inversión extranjera directa será complementario a nivel nacional.
- Art. 413.- El estado promoverá la Eficiencia Energética (Asamblea Nacional del Ecuador, 2015)

4.2.1. LOSPPE: Ley orgánica del servicio público de energía eléctrica.

Este cuerpo legal persigue el objetivo de garantizar el cumplimiento de cada uno de los principios constitucionales como la obligatoriedad, uniformidad, generalidad, universalidad, responsabilidad, accesibilidad, regularidad, continuidad, calidad y sostenibilidad ambiental, prevención, precaución y eficiencia, por parte del servicio público de provisión de energía eléctrica. Para este propósito, este instrumento legal procura normar el ejercicio de la responsabilidad del Estado en la planificación, regulación, control y administración del servicio público de energía eléctrica. Esta normativa regula la participación del sector público y privado en las actividades relacionadas con la provisión de energía eléctrica a través de la red pública, así como también la potenciación y ejecución de proyectos que utilicen energías renovables, así

como la implementación de mecanismos de eficiencia energética (Asamblea Nacional del Ecuador, 2015)

Así mismo dentro de este documento, se describe las atribuciones y deberes de los diversos agentes del mercado:

Figura 18
Sector Eléctrico Ecuatoriano



Nota: Tomado de *La energía es una alternativa* (p,7). Por Corporación Eléctrica Nacional del Ecuador, 2021.

4.2.2. ARCONEL

Es la institución que regula y controla todas las actividades relacionadas con los servicios públicos de energía eléctrica y alumbrado público en general, contribuyendo al desarrollo sostenible y sustentable del sector estratégico de electricidad, precautelando los intereses nacionales (Corporación Eléctrica Nacional del Ecuador, 2021)

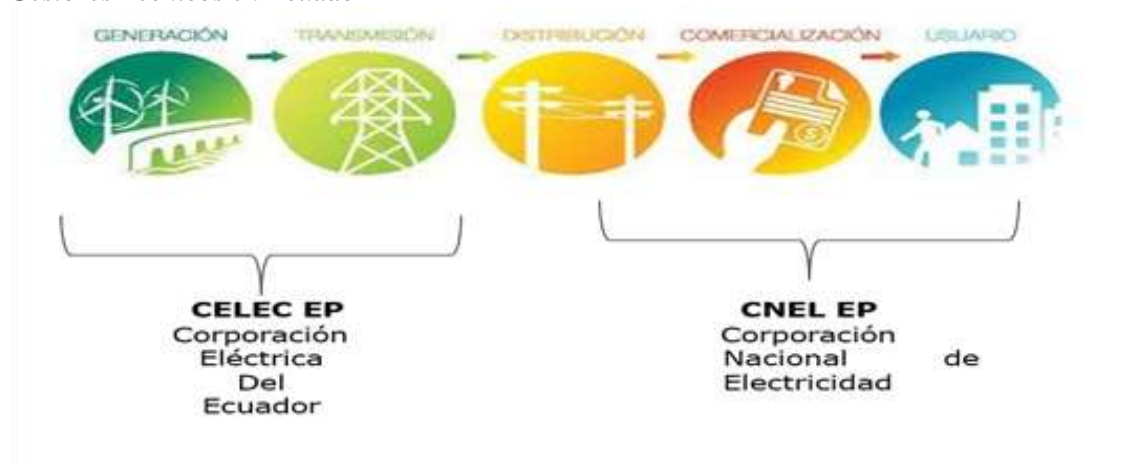
4.2.3. CENACE

El operador Nacional de Electricidad entidad estratégica del sector eléctrico ecuatoriano, opera y administra el funcionamiento técnico y comercial del Sistema Nacional Interconectado – SNI y de las interconexiones internacionales, con criterios de seguridad, calidad y al mínimo costo posible (Corporación Eléctrica Nacional del Ecuador, 2021)

4.3. Sector operativo

Dos grandes Empresas Públicas en Ecuador desarrollan la Generación, Transmisión, subtransmisión y distribución de Energía, de acuerdo a la figura 18, se detalla la atención de las mismas.

Figura 19
Gestores Técnicos en Ecuador



Nota: Tomado de *La energía es una alternativa* (p,7). Por Corporación Eléctrica Nacional del Ecuador, 2021.

4.4. Generación

La corporación Eléctrica del Ecuador, es la encargada de la Generación de Electricidad renovables y no renovables, de las cuales al cierre del 2019 se detalla de la siguiente forma

Tabla 7 Descripción de la Generación Instalada 2019

Tipo Fuente	Tipo de Central	Tipo de Unidad	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva	
				(MW)	%
Renovable	Hidráulica	Hidráulica	4.515,96	4.486,41	60,34
	Biomasa	Turbovapor	144,30	136,40	1,83
	Fotovoltaica	Fotovoltaica	26,48	25,59	0,34
	Eólica	Eólica	21,15	21,15	0,28
	Biogás	MCI	7,26	6,50	0,09
Total Renovable			4.715,15	4.676,05	62,89
No Renovable	Térmica	MCI	1.937,48	1.551,47	20,87
		Turbogás	921,85	775,55	10,43
		Turbovapor	461,87	431,74	5,81
Total No Renovable			3.321,19	2.758,76	37,11
Total general			8.036,34	7.434,81	100,00

Nota: Tomado de *La energía es una alternativa* (p.7). Por Corporación Eléctrica Nacional del Ecuador, 2021.

De igual manera, como referencia se debe conocer la generación instalada por provincia, de las cuales se detalla a continuación:

Tabla 8 Generación Instalada por Provincia

Provincia	Renovable			No Renovable			Total		
	Número de Centrales	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Número de Centrales	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Número de Centrales	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)
Azuay	7	1.773,55	1.798,48	1	19,20	17,20	8	1.792,75	1.815,68
Bolívar	1	8,00	8,00	-	-	-	1	8,00	8,00
Cañar	3	62,13	59,93	1	3,63	2,50	4	65,76	62,43
Carchi	3	4,82	4,15	-	-	-	3	4,82	4,15
Chimborazo	4	16,33	15,65	-	-	-	4	16,33	15,65
Cotacachi	9	49,39	47,27	-	-	-	9	49,39	47,27
El Oro	6	5,99	5,99	2	275,36	249,60	8	281,35	255,59
Esmeraldas	-	-	-	4	244,92	219,22	4	244,92	219,22
Galápagos	9	6,29	6,29	4	25,61	21,27	13	31,90	27,57
Guayas	7	331,48	325,78	10	805,76	708,92	17	1.137,23	1.034,70
Imbabura	10	78,56	79,71	1	29,28	24,30	11	107,84	104,01
Loja	7	22,49	21,62	1	19,74	17,17	8	42,23	38,79
Los Ríos	2	57,57	56,20	1	95,20	81,00	3	152,77	137,20
Manabí	2	1,50	1,49	4	215,20	189,42	6	216,70	190,91
Morona Santiago	3	88,80	88,31	2	4,74	4,24	5	93,54	92,55
Napo	4	1.519,25	1.494,40	5	77,63	54,44	9	1.596,88	1.548,84
Orellana	-	-	-	75	642,80	481,65	75	642,80	481,65
Pastaza	-	-	-	3	56,90	47,77	3	56,90	47,77
Pichincha	19	141,57	139,70	7	182,04	153,72	26	323,61	293,42
Santa Elena	-	-	-	2	131,80	105,03	2	131,80	105,03
Sucumbios	1	49,71	49,71	69	486,41	377,71	70	536,12	427,42
Tungurahua	6	495,30	470,96	1	5,00	3,60	7	500,30	474,56
Zamora	1	2,40	2,40	-	-	-	1	2,40	2,40
Chinchipe	1	2,40	2,40	-	-	-	1	2,40	2,40
Total general	104	4.715,15	4.676,05	193	3.321,19	2.758,76	297	8.036,34	7.434,81

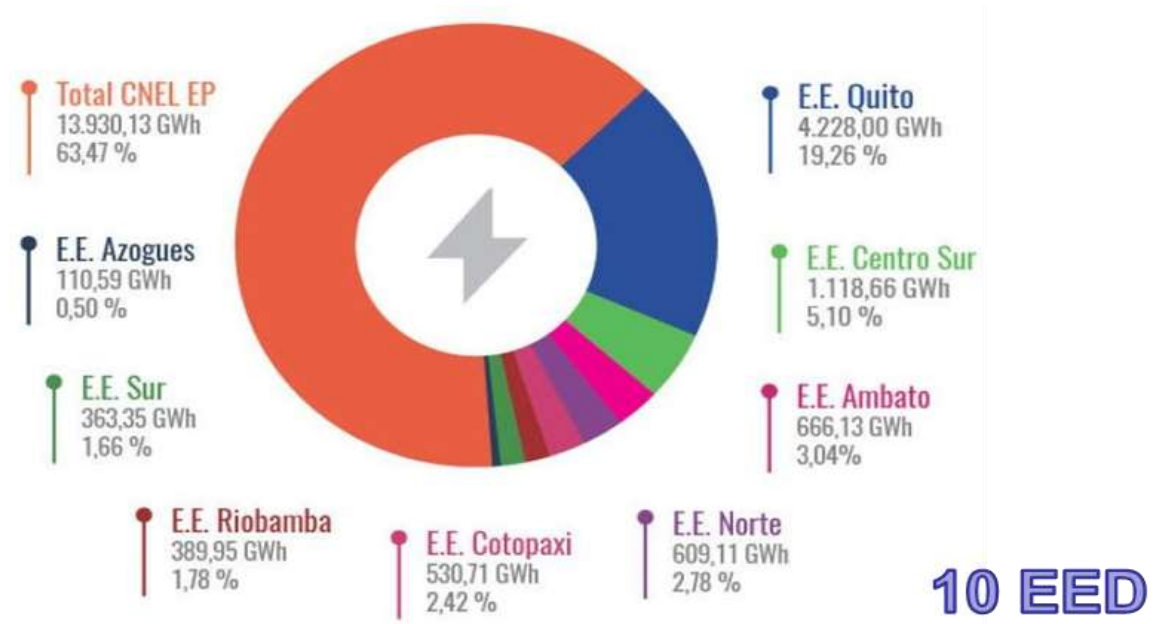
Nota: Tomada de ARCONEL Sitio Web 2020.

4.5. Distribución

La Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP y 10 empresas distribuidoras mixtas son las encargadas de distribuir la electricidad generada y transmitida por CELEC EP. (Instituto de Investigación Geológica y Energético, 2015)

Figura 20

Distribuidoras a Nivel Nacional



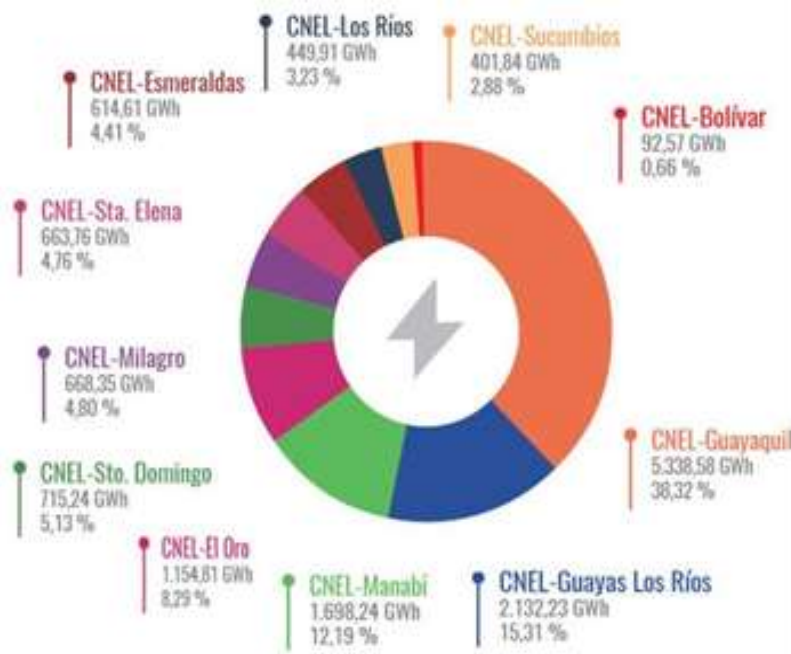
Nota: Tomada de *Las fuentes renovables*. Por Instituto de Investigación Geológica y Energético, 2015.

4.6. CNEL EP

La Corporación Nacional de Electricidad, está conformada por 11 Unidades de Negocio, con presencia en toda la costa ecuatoriana, 1 provincia de la Sierra Centro y 1 provincia de la Amazonía, siendo la empresa con más de 2.6 MM de clientes y teniendo una cobertura de casi el 70% a nivel nacional. Es importante citar a CNEL EP, ya que en sus Unidades de Negocio se encuentra la Unidad de Negocio Los Ríos, Unidad donde se encuentra ubicado nuestro recinto a trabajar. La figura 22, muestra los GWh de consumo y proporción de cada Unidad de Negocio.

Figura 21

Unidades De Negocios CNEL EP. (Instituto de Investigación Geológica y Energético, 2015)



Nota: Tomada de *Las fuentes renovables*. Por Instituto de Investigación Geológica y Energético, 2015.

4.7. Normativa y Regulaciones ARCONEL

La agencia de regulación y control ha emitido ciertas regulaciones garantizadas que las empresas de Generación y Distribución cumplan con las mismas, por ello, se cita las normativas más importantes.

- ARCONEL 005/18.- Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica
- La CONELEC 003/08.- Que hace referencia a la calidad del transporte de electricidad como del servicio de transición y conexión en el Sistema Nacional de Interconectado
(Regulación No. CONELEC - 003/08)
- ARCONEL 003/18.- La generación fotovoltaica es para el autoabastecimiento para el consumo final de energía eléctrica.

- ARCONEL 001/18.- Franjas de servidumbre y distancias de Seguridad

Hasta los actuales momentos bajo los lineamientos y disposiciones de la resolución Nro. 013/2021 y regulación Nro. 001/2021 (ARCERNNR, 2021) asociada a la resolución Nro. ARCONEL 042/18 y regulación Nro. ARCONEL 003/18 será la que vamos a utilizar en nuestro proyecto de sustentación, siendo importante detallar que la anterior es una norma registrada el 22 de Febrero del 2019, que tiene como objetivo principal el establecimiento de las condiciones para el desarrollo, implementación y participación se debe tener en cuenta la instalación de un sistema de micro generación Sfv hasta 100kW de capacidad nominal consumidores residenciales o que tengan interés en instalar sistemas fotovoltaicos de hasta 300 KW de capacidad nominal instalada; y, de hasta menos de 1000 kW, para consumidores comerciales o industriales.

PARTE II APORTACIONES

CAPÍTULO 5

DIAGNOSTICAR Y ANALIZAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR, PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA RED FOTOVOLTAICA Y LA POBLACIÓN A SER BENEFICIADA EN EL ESTERO DE DAMA ALTO

5.1. Localización del proyecto

A continuación, se indica la localización general del Recinto Estero de Dama de Alto, en el cual se instalarán los sistemas fotovoltaicos:

Figura 22
Cantón Urdaneta



Nota: Elaboración propia

Figura 23
Recinto Estero Dama Alto



Nota: Elaboración propia

Tabla 9 Ubicación viviendas para instalación de Sfv

Recinto		Usuarios Recinto Estero de Damas Alto	
# VIVIENDA	USUARIOS	coordenadas	
		x	y
1	Aucatoma Aucatoma Angel Manuel	685220	9832669
2	Zurita Yanez Martin Augusto	685222	9832674
3	Contreras Castro Jorge	685480	9832104
4	Rivas Contreras Carlos Stalin	685554	9832173
5	Ochoa Felix Javier	685409	9831775
6	Contreras Torres Luis Agustin	685402	9831769
7	Becerra Salvatierra Barco Antonio	685478	9831950
8	Garcia Quintanilla Jesus Angel	685802	9831987
9	Carrea Vega Emma Sabina	685887	9832149
10	Saltos Martinez Nestor Jefferson	685649	9831673
11	Fajardo Sanchez Panchita Germania	685744	9831725
12	Calero Peña Marcos Guido	685403	9831328
13	Cabrera Santos Victor Hugo	685788	9831411
14	Cabrera Macias Galo Alfredo	685736	9831238
15	Macias Enriquez Narcisa De Jesus	685750	9831244
16	Henriquez Cabrera Luz Maria	686091	9831410
17	Ronquillo Montenegro John Alexander	686004	9831506
18	Andrade Checa Edgar Justino	685820	9831099
19	Andrade Checa Mauro Miguel	685787	9831056
20	Gonzalez Davila Dante Walter	685899	9830932
21	Carrera Vera Angela Maria	685891	9830976
22	Carrera Santos Bismark Abad	685975	9830957
23	Cabrera Santo Hector Gerardo	686059	9830957
24	Andrade Fajardo Lourdes Yomaira	685987	9830827
25	Andrade Checa Angel Ulpiano	686036	9830698
26	Vega Atan Medardo Isidoro	685662	9830699

Nota: Elaboración propia

5.2. Estudio potencial fotovoltaico

5.2.1. Definiciones

Se define la IRRADIANCIA SOLAR como la potencia radiante (Energía radiante por unidad de tiempo: E/t) con capacidad de incidencia por unidad de superficie, dentro de un plano determinado. Su expresión viene de la forma W/m^2 .

- **Irradiancia solar directa:** Irradiancia de la radiación solar que alcanza una superficie en dirección similar a la de la línea recta desde el disco solar. Si el plano es perpendicular a esta línea, la irradiancia solar recibida se llama directa normal. Se expresa en W/m^2 .
- **Irradiancia solar difusa:** Irradiancia de la radiación solar que no alcanza la superficie en la misma dirección de la línea recta desde el disco solar. Se expresa en W/m^2 .
- **Irradiancia solar reflejada:** La radiación por unidad de tiempo y unidad de superficie que, procedente de la reflexión de la radiación solar en el suelo y otros objetos, incide sobre una superficie. Se denomina Albedo. No se considera para el cálculo de las instalaciones solares contempladas en este marco.
- **Irradiancia solar Global:** La radiación global es toda la radiación solar que llega a la tierra y que se mide sobre una superficie horizontal en un ángulo de 180 grados, resultando de la componente vertical de la radiación directa más la radiación difusa.

Se define como IRRADIACIÓN SOLAR a la Energía que incide sobre cada unidad superficie dentro de un determinado plano. Esta se obtiene por la integración que da la irradiancia durante un periodo de tiempo dado, que usualmente abarca una hora o un día. Se puede expresar como MJ/m^2 , o bien, kWh/m^2 (Lamigueiro, 2011).

Azimut: es el ángulo que forma el Norte y un cuerpo celeste, medido en sentido de rotación de las agujas de un reloj alrededor del horizonte del observador. ...

Por ejemplo, un cuerpo celeste que se halla al Norte tiene un azimut de 0° , uno al Este 90° , uno al Sur 180° y al Oeste 270° .

Energía Renovables: este término se refiere a cualquier energía que se puede obtener de fuentes naturales que, por diversas características, se consideran virtualmente inagotables, ya sea debido a la gran cantidad de energía que contienen, o a su capacidad de regenerarse de forma natural. Se clasifican en las fuentes naturales como la energía solar, eólica, hidráulica, biomasa, geotérmica y mareomotriz.

Energía Solar fotovoltaica: Es aprovechada para uso básico doméstico. Se obtiene a partir de la radiación solar mediante sistemas de células Fotovoltaicas, acumulada en baterías según la tensión deseada y transformada para su uso final.

5.3. Irradiación promedio en la zona del proyecto

Con la ubicación deseada en el sistema PVsyst, se procede analizar la irradiación.

Figura 24

Ubicación de la zona de acuerdo al Global Solar ATLAS v 2.7 a junio de 2022 en la zona exacta del proyecto



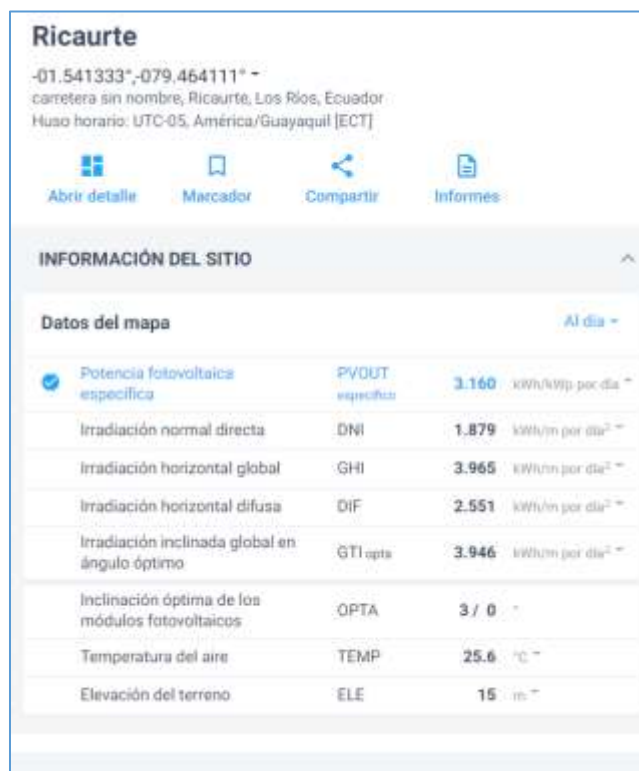
Nota: Tomado de Global Solar ATLAS v 2.7 al mes de junio de 2022

De acuerdo a los datos generados por el Global Solar ATLAS v 2.7 encontramos una irradiación horizontal global de 3,965 kWh/m² por día, es decir:

$$\text{GHI} = 3,965 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{día}.$$

Figura 25

Irradiación horizontal Global (GHI) en ubicación de vivienda en el sector del cantón Urdaneta-Ricaurte Prov. los Rios de Ecuador.



Nota: Tomado de Global Solar ATLAS v 2.7 al mes de junio de 2022

Utilizamos la Irradiancia solar Global debido a que es la más recomendable ya que es la resultante de la componente vertical de la radiación directa más la radiación difusa. En el siguiente link se puede obtener información actualizada de los valores de irradiación:

<https://globalsolaratlas.info/map?c=6.511815,-65.786133,5&s=-0.878872,-79.321289&m=site&pv=small,0,2,1>

5.4. Demanda Eléctrica para el dimensionamiento de la Red.

Tabla 10 Análisis de carga de una Vivienda

EL CONSUMO DE ENERGÍA, DEMANDA PROMEDIO					
CARACTERÍSTICA DEL SISTEMA					
DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS EN CORRIENTES ALTERNA (120 VOLTIOS CA)					
EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA (W)	HORAS DE USO	TOTAL ENERGIA NECESARIA POR DIA Wh/día	Margen de Seguridad 20% Wh/día
FOCOS AHORRADORES	5	20	5	500	600
TV	1	40	5	200	240
REFRIGERADOR	1	260	12	3.120	3.744
PC	1	170	4	680	816
TOTAL	8	490		4.500	5.400
POTENCIA DE CONSUMO PROMEDIO DE (dividir entre 24 horas)			W	188	225
CONSUMO DE ENERGÍA DÍA			(kWh/día)	4,50	5,4
CONSUMO DE ENERGÍA MES			(kWh/mes)	135	162
CONSUMO DE ENERGÍA AÑO			(kWh/año)	1.620	1.944

Nota: Elaboración propia

El consumo o energía eléctrica que se ha determinado para el proyecto corresponde 135 kWh/mes, este consumo se establece teniendo en cuenta que son pocos equipos electrónicos / eléctricos, ya que están ubicados en el sector rural, normalmente habitan pocas personas y viven netamente de la agricultura.

5.5. Cálculo de consumo eléctrico por día

Tabla 11 Cálculo del consumo eléctrico día de una Vivienda

CARACTERÍSTICA DEL SISTEMA					
DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS EN CORRIENTES ALTERNA (120 VOLTIOS CA)					
EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA (W)	HORAS DE USO	TOTAL ENERGIA NECESARIA POR DIA Wh/día	Margen de Seguridad 20% Wh/día
TOTAL	8	490		4.500	5.400
POTENCIA DE CONSUMO PROMEDIO DE (dividir entre 24 horas)			W	188	225

Nota: Elaboración propia

El consumo de energía necesaria por día corresponde a 188 Wh/día neto y con el margen de seguridad del 20% se tiene 225 Wh/día (0,225 kWh/día) que es valor a considerar para el análisis y formulación.

Para el diseño hemos conservado los siguientes aspectos y consideraciones detallados en la tabla 12 siguiente:

Tabla 12 Aspectos y consideraciones para el diseño

DISEÑO DEL SISTEMA	
En la zona de Urdaneta-Ricaurte en la provincia de Los Rios-Ecuador se registra una irradiación global horizontal lobar de 3,965 kWh/m²/día , valor obtenido a través de la información del "Atlas Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica" al dividirlo entre 1 000, pues las unidades de insolación del Atlas se encuentran en Wh/m²/día	
Para el cálculo de los paneles solares, vamos a trabajar con módulos monocristalinos MYSUN de 100 W, que son los más costo-eficientes del mercado local.	
Corriente máxima (pico): 5,72 mperios	
Tensión nominal: 12 voltios	
Para el cálculo de las baterías, tomamos como modelo la batería BATESOL. Según su catálogo comercial, posee las siguientes características:	
Profundidad de descarga: 60%	
Tensión nominal: 12 voltios	
Capacidad: 105 Ah	
Según la nubosidad de la localidad estudiada, hemos considerado suficiente tomar el valor de 3 días de autonomía para las baterías.	
Para el cálculo de la unidad de control, la mejor opción es trabajar con la marca HELIOS que posee modelos con intensidades de 10 en 10 Amperios.	
Para el cálculo del inversor, trabajamos con inversores INVERSOL cuyas capacidades van de 250 en 250 Vatios	

Nota: Elaboración propia

Tabla 13 Determinación de las cargas en corriente alterna

DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS EN CORRIENTE ALTERNA	
1.- CARGA TOTAL DIARIA	188 Wh/día
2.- Factor inversor (CC – CA): 1,20 (El total de cargas en CA se transforma en CC para estandarizar los cálculos posteriores. El factor 1,2 representa las pérdidas del inversor de voltaje).	1,2
2.1.- Resulta: $188 * 1,2 = 225$ Wh/día	225 Wh/día
2.2.- Carga máxima pico (vatios)	490 Vatios

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO 6

DISEÑO, PRESUPUESTO Y MEMORIA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS SOLARES FOTOVOLTAICOS PARA EL RECINTO ESTERO DE DAMA.

6.1. Elección del módulo fotovoltaico

Para poder elegir el panel fotovoltaico para las casas de estero de Dama Alto, se debe tener las siguientes consideraciones:

- La Capacidad del Panel en Watios Pico (Wp):

Existe una gran diversidad a nivel de potencia máxima proporcionada (Wp) de los paneles. De acuerdo con estos criterios, se establece un rango de potencia pico del panel fotovoltaico de entre 250 Wp y 500 Wp para hacer su elección, valorando más positivamente los de 500 Wp dado su eficiencia para la carga instalada en las viviendas del Recinto.

- Se ubicará el panel solar, en la cubierta de la vivienda.

Figura 26

Panel Solar de 100w.



Nota: Tomado de *Simulación de un Sistema Fotovoltaico Aislado en Matlab/Simulink* (p,18). Por Cardozo, 2019.

6.2. Números de paneles solares

Es sumamente importante determinar la capacidad de la unidad de control considerando las cargas de corriente alterna diaria, en nuestro caso los 225 vatios/hora/día, obteniendo una corriente pico del sistema d 5,675 amperios hora, tal como se formula en la tabla 14.

Tabla 14 Corriente pico del módulo (capacidad de la unidad de control)

CORRIENTE PICO DEL MÓDULO (CAPACIDAD DE LA UNIDAD DE CONTROL)	
3.- Cargas CC (de cargas CA) diaria = 225 Vatios/hora/día	225 Vatios hora/día
4.-Tensión CC del sistema: 12 v	12 Voltios
5.-Carga diaria corriente CC (3 /4) = (225 vatios hora/día) / 12 V	18,75 Amperios hora
6.-Factor de seguridad (pérdidas del sistema) = 1,2	22,5 Amperios hora
7.-Radiación solar : 3,965 kWh/m2 (Recuerde que las unidades en el Atlas son Wh/m2/día)	3,965 kWh/m2/día
8.- Corriente pico del sistema (6 /7) = 22,5 / 3,965 = 5,675 A	5,675 Amperios hora

Nota: Elaboración propia

Tabla 15 Dimensionamiento del módulo FV

DIMENSIONAMIENTO DEL MÓDULO FV	
9.-Corriente pico del sistema	5,675 Amperios hora
10.- Corriente pico (ver información del catálogo)	5,72 Amperios hora
11.-Arreglo de módulos (9/10) = 0,992	0,992
12.- Redondeando el Arreglo de módulos = 1	1
13.-Tensión CC del sistema: 12 v	12
14.-Tensión CC nominal del módulo (Ver información del catálogo) = 12 v	12
15.-Tensión CC nominal del módulo (Ver información del catálogo) = 12 v	12
16.- (14 / 15) = (12 v /12 v) = 1	1
17.- Número total de módulos (12 x 16) = 1 x 1 = 1	1
CÁLCULO DEL NÚMERO DE PANELES FOTOVOLTAICOS NECESARIOS	
Consumo día Wh	4500 Wh/día
Radiación obtenida (HSP)	3,965 kWh/m2/día
Potencia del panel fotovoltaico	200 Vatios(W)
Nº de paneles = Consumo diario / (potencia panel * HSP)	5,67 paneles
Redondeando	6 paneles

Nota: Elaboración propia

6.3. Sistemas acumuladores (baterías)

Con el objetivo de solventar un sistema confiable en el suministro de la demanda de energía se consideran los siguientes datos:

- Mínima energía que debe proporcionar la batería a la carga ΔE (Wh). A determinar según especificaciones de la instalación y considerando:
- Días de autonomía D: cantidad de días consecutivos, con ausencia de sol, en los que el sistema de acumulación debe poder proporcionar: $\Delta E_{aut} = D \cdot ET$
- Déficit estacional: para atender al déficit entre la energía consumida y la energía generada durante determinado período de tiempo: $\Delta E_{def} = [ET - EG]/\text{periodo}$. Requisito importante para la estrategia de media anual.
- Máxima profundidad descarga Pd, se seleccionan Baterías sellada (Tipo GEL) con capacidad de descarga profunda de $Pd = 0.6$

6.4. Capacidad de las baterías

Se debe garantizar al menos dos días de almacenamiento, se ha considerado 3 (tres) días, y una profundidad de descarga de 0,6 resultando en el cálculo detallado en la siguiente tabla Nro. 16:

Tabla 16 Dimensionamiento del banco de baterías

DIMENSIONAMIENTO DEL BANCO DE BATERÍAS	
18.- Carga CC total diaria = 22,58 Ah	22,5 Amperios hora
19.- Días de reserva (emplear de 1 a 5 días máximo) = 3 días	3 días
20.- Capacidad nominal banco de baterías (18 x 19) = 67,5 Ah	67,5 Ah
21.- Profundidad de descarga (menor de 1.00) = 0,6	0,6
22.- Capacidad corregida banco de baterías 20 / 21) = 67,5/0,6 = 112,5 Ah	112,5 Ah
23.- Capacidad nominal de la batería (Ver información del catálogo): 105 Ah	105 Ah
24.- Arreglo de baterías en paralelo (22./23) = 112,5/105= 1,07	1,07
25.- Arreglo de baterías en paralelo (Redondear) = 1	1
26.- Tensión CC nominal del sistema= 12 v	12 voltios
27.- Tensión CC nominal de la batería (Ver información del catálogo): 12 v	12 voltios
28.- Número de baterías en serie (26 /27) = 1	1
29.- Número total de baterías (25 x 28)= 1x 1 = 1	1

Nota: Elaboración propia

Se selecciona una batería de iones de Litio de 150 Ah – 12V.

6.5. Regulador

Se calcula con base en la máxima corriente I_R que debe ser capaz de soportar el regulador en funcionamiento. Debe ser la mayor entre I_G , corriente generada por los paneles, y la I_C , corriente consumida por las cargas en el día.

Se recomienda que el regulador de carga solar sea de 10/20A, que existe en el mercado, el cálculo se encuentra en detalle en la tabla nro. 14 donde la corriente pico del sistema corresponde a 5,675 amperios hora.

6.6. Elección del inversor DC/AC

El inversor es uno de los equipos más importante en la generación fotovoltaica. De hecho, su potencia es la que marca la potencia de la instalación completa, su misión es transformar la tensión y corriente continua generada en el campo fotovoltaico en tensión y corriente alterna lista para ser consumida.

A pesar de esa importante misión su tamaño es reducido y su precio no suele llegar al 10% del presupuesto del material fotovoltaico. Con base en el desglose unitario por vatio pico de los costos de instalación estandarizados y según el mercado de un proyecto de estas características. Sin embargo, es preciso seleccionar un equipo que cumpla con todas las medidas de seguridad que exige la legislación, que disponga de los correspondientes certificados y homologaciones, y que tenga el mayor rendimiento.

Lastimosamente en Ecuador, no se obtienen datos para el rendimiento, pero se tomaron el rendimiento europeo, que es una media ponderada sobre unas mediciones de rendimiento en unas determinadas circunstancias y que es certificada por determinados laboratorios europeos acreditados para ello.

El inversor también incorpora una serie de protecciones, tanto para la instalación solar como para la red eléctrica, que son obligatorias en las resoluciones emitidas por el ARCONEL y empresas Distribuidoras como CNEL EP Los Ríos, en concreto según el reglamento electrotécnico de baja tensión en vigencia.

Para nuestro proyecto, por vivienda la selección del Inversor es el siguiente:

- Potencia nominal unitaria Pac: 1,2 kW
- Rango de tensión de entrada C.C. (Mppt – Ucc): 31 V
- Corriente continua máxima de entrada: 20 A
- Potencia nominal de salida C.A.: 1,2 kW
- Tensión nominal de salida: 230 VAC
- Corriente C.A. nominal de salida: 12 A
- Eficiencia del inversor 96%. – Estandar Europeo.

El inversor seleccionado es de 1,2 kW (1200 vatios).

Tabla 17 Dimensionamiento del inversor

DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR	
30.- Carga máxima pico CA (punto 2.2.) = 490 Vatios	490 Vatios
31.- Capacidad máxima pico CA del inversor = 490 Vatios. Ver información del catálogo (debe ser mayor que el punto 30)	500 Vatios
<i>La Capacidad máxima pico CA del inversor corresponderá al doble de los 490 más condiciones de presencias de cargas inductivas, aumentos de temepaturas, lo que resultaría un inversor de 1200 vatios (1,2 kW)</i>	1200 Vatios

Nota: Elaboración propia

La potencia máxima entregable por un inversor suele ser el doble de la potencia nominal, lo cual nos permite responder a los picos de consumo de las diferentes cargas como motores al arrancar, considerando también que la potencia entregable disminuye por la presencia de energía reactiva y también por efectos del aumento de la temperatura ambiente cuando sube.

El Consumo en Standby: El consumo en standby es el consumo que tiene un inversor, inclusive cuando no haya consumos a su salida. Cuanto mayor sea la potencia del inversor mayor será el consumo en standby.

6.6.1. Accesorios de la instalación

- Soportes metálicos para el panel
- Cableado y conectores
- Ductos
- Protecciones de corriente en DC y AC.

6.6.2. Resumen diseño de equipos.

*Tabla 18
Resumen Descripción de Equipos del Proyecto*

TITULO	DESCRIPCION	VALOR	UNIDAD
DATOS DEL PROYECTO	POTENCIA DEL SISTEMA	490	Wh/Día
	TENSION NOMINAL DEL SISTEMA (V)	230	Vn
	ENERGIA TOTAL (Wh/Día)	225	Wh/Día
DATOS BASICOS	IRRADIACION SOLAR (KW/m ² *día)	3,965	KW/m ² *día
GENERADOR FOTOVOLTAICO	TENSION NOMINAL DEL PANEL	90	vdc
	CORRIENTE NOMINAL DEL PANEL	20	A
	SELECCIÓN DEL NÚMERO DE PANELES	1	
	NÚMERO DE PANELES EN SERIE	1	
	NUMERO DE RAMAS EN SERIE	1	
SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	VOLTAJE ACUMULADOR	12	VDC
	DIAS DE AUTONOMIA SIN SOL	3	
	PROFUNDIDAD MAXIMA DE DESCARGO DE BANCO DE BATERIAS	0,6	
	CAPACIDAD DE LAS BATERIAS	112,5	Ah
SELECCIÓN DEL REGULADOR	CORRIENTE MÁXIMA DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO	12	A
	CORRIENTE MAXIMA DEL SISTEMA DISEÑADO	5,72	Ah
	CORRIENTE MAXIMA DEL CONTROLADOR	20	A
SELECCIÓN DEL INVERSOR	INVERSOR VOLTAJE 1200WATTS 12VDC / 230VAC	1200	W

Nota: Elaboración propia

6.6.3. Detalle especificaciones técnicas

Tabla 19
Especificaciones Técnicas

ITEM	COMPONENTES DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO	UNIDAD	DATOS TECNICOS
1	PANEL SOLAR DE 200w, INCLUYE CONDUCTOR Y CONECTORES	TIPO	MONOCRISTALINO
		POTENCIA MÁXIMA	200w
		OPEN CIRCUIT VOLTAJE (Voc)	22,7 V
		SHORT CIRCUIT CURRENT (Isc)	11,86A
		MAXIMUM POWER VOLTAGE (Vm)	18,2V
		MAXIMUM POWER CURRENT (Im)	11A
		MAXIMUM SYSTEM VOLTAGE	1000VDC
		MODULE EFFICIENCY	15,10%
		MAXIMUM SERIES FUSE	15A
		WATTS POSITIVE TOLERANCE	0 aprox. +3%
		NUMBER OF DIODE	3
		APPLICATION CLASS	Classs A
		NORMAL OPERATING CELL	-40°C.....+85°C
		BACKSHEET (COLOR)	TPT in white
		cell (quantity/material/dimensions)	72/Polycrystalline silicon /104x156,75 mm
		MOÓDULO DIMENSIONES(L/W/H)	1332 X 992 X 35 mm
PESO	14,2 KG		
VIDA UTIL	25-30 AÑOS		
COMPANY CERTIFICATE	ISO9001, ISO14001, ISO18001		
2	CONTROLADOR DE VOLTAJE	CORRIENTE MÁXIMA	20 A
		VOLTAJE MÁXIMO	12 VDC
3	INVERSOR	TENSIÓN DE ENTRADA	12 VDC
		TIPO	MPPT
		TENSIÓN DE SALIDA	230 VAC
		POTENCIA CONT. A 25°C	1200W
		POTENCIA CONT. A 25°C /40°C	100/850 W
		PICO DE POTENCIA	2200 W
		EFICACIA MÁX.	91/91/92%
		TIPO DE PROTECCIÓN	IP 21
		PESO	7,4 kg / 16,3 lbs
		DIMENSIONES	117 x 232 x 327 4,6 x 9,1 x 12,9 (12V modelo: 117 x 232 x 362)
		SEGURIDAD	EN-IEC 60335-1/ EN-IEC 62109-1
VISUALIZACIÓN	LED		
4	BATERIA	TIPO	IONES LITIO
		VOLTAJE	12V
		CAPACIDAD	150 AH

Nota: Elaboración propia

6.6.4. Evaluación económica y presupuesto referencial del proyecto

Para el proyecto Sfv en el Recinto Estero de Dama Alto, se debe considerar los costos de instalación de los Equipos y la mano de obra.

Tabla 20
Costos de Operación y Mantenimiento

DATOS DEL SISTEMA SOLAR		UNIDA	CANTIDAD
CANTIDAD DE VIVIENDA		UNIDAD	26
CANTIDAD DE PANELES POR VIVIENDA		UNIDAD	6
POTENCIA NOMINAL INSTALADA POR VIVIENDA		kW	1,2
PRODUCCIÓN ANUAL PREVISTO POR VIVIENDA		kWh/año	1620
COSTES ANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
COSTO DE OPERACIÓN		\$/KWh	\$ -
COSTO DE MANTENIMIENTO		\$/KWh	\$ 0,02
COSTO TOTAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		\$/AÑO	\$ 32,40
TOTAL COSTO OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA 26 VIVIENDAS (AÑO)		\$/AÑO	\$ 842,40
CONCEPTO		PORCENTAJE	COSTE
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		50%	421,20
SEGUROS E IMPUESTOS		50%	421,20
COSTO TOTAL OPERACIÓN POR AÑO		100%	842,40

Nota: Elaboración propia

Tabla 21
Presupuesto de Instalación de los Paneles Solares

PRESUPUESTO DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO AISLADO SECTOR ESTERO DE DAMA ALTO				
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
MODULO SOLAR 1200W/12V MONOCRISTALINO (6 paneles de 200 Watt por vivienda; \$150 cada panel)	U	26	\$900,00	\$23.400,00
SOPORTE PANELES SOLARES	KIT	26	\$120,00	\$3.120,00
REGULADOR DE VOLTAJE 12 VDC - 20A	U	26	\$52,00	\$1.352,00
BATERÍA TIPO GEL 12VDC/150 Ah	U	26	\$890,00	\$23.140,00
INVERSOR 12VDC - 230VAC 1200W	U	26	\$590,00	\$15.340,00
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CENTRO DE CARGA 4 ESPACIOS. - INCLUYE BREAKER PARA CIRCUITOS ELECTRICOS, CABLEADO DE ACOMETIDA PARA VIVIENDA CONDUCTOR 2#10 T#12	M	1040	\$8,00	\$8.320,00
ACCESORIOS - GRAPAS - TERMINALES	GLB	26	\$60,00	\$1.560,00
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA VARILLA COOPERWELD 5/8" x6; CABLE DE COBRE DESNUDO	U	26	\$80,00	\$2.080,00
OTROS GASTOS DE INSTALACIÓN Y LOGÍSTICA	U	26	\$35,00	\$910,00
COSTO TOTAL DE INVERSIÓN				\$79.222,00

Nota: Los costos incluyen transporte, mano de obra y equipos

Nota: *Elaboración propia*

En el siguiente link se puede obtener información actualizada de los equipos y sus cactos referenciales: <https://autosolar.es/>

6.7. Presupuesto construcción y redes de distribución.

De acuerdo a datos obtenidos por el área de Ingeniera y Construcciones de la Unidad de Negocio de Los Ríos, los Ingenieros han realizado el presupuesto referencial de la obra con redes convencionales, es decir, redes de media tensión, postes, transformadores, medidores, etc. Este presupuesto da un total de USD 111,310.65 (dentro de lo anexos, se adjunta el presupuesto elaborado por CNEL EP).

Tabla 22
Detalle Presupuesto emitido por CNEL EP 2021

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN Y REDES DE DISTRIBUCIÓN	
DETALLE	\$\$
(a) SUBTOTAL MATERIAL Y MANO DE OBRA	\$84.279,21
(b) SUBTOTAL TRANSPORTE	\$4.456,96
(c) SUBTOTAL PROYECTO	\$88.736,17
(d) INDIRECTOS (% de (c); % ADMINISTRACIÓN Y % FISCALIZACIÓN). 12%	\$10.648,34
(e) IVA (12%) de (c) + (d)	\$11.926,14
TOTAL PROYECTO (c) + (d) + (e)	\$111.310,65

Nota: Elaboración propia

6.8. Cálculo de la facturación comercial con el Pliego Tarifario vigente.

Tabla 23
Facturación Comercial CNEL EP – 2022

FACTURACIÓN (kWh-mes) DE ACUERDO A PLIEGO TARIFARIO AÑO 2022								
CUENTA:		cliente		Tarifa:		Residencial		
CONSUMO			PERIODO			PERIODO		
kWh			JUN - NOV.	DIC - MAY	CONSUMO	JUN - NOV.	DIC - MAY	
DESDE	HASTA	DIFERENCIA	\$\$	\$\$	kWh	\$\$	\$\$	
0	50	50	0,091	0,091	50	\$ 4,55	\$ 4,55	
51	100	50	0,093	0,093	50	\$ 4,65	\$ 4,65	
101	150	50	0,095	0,095	35	\$ 3,33	\$ 3,33	
151	200	50	0,097	0,097		\$ 0,00	\$ 0,00	
201	250	50	0,099	0,099		\$ 0,00	\$ 0,00	
251	300	50	0,101	0,101		\$ 0,00	\$ 0,00	
301	350	50	0,103	0,103		\$ 0,00	\$ 0,00	
351	500	150	0,105	0,105		\$ 0,00	\$ 0,00	
501	700	200	0,1285	0,105		\$ 0,00	\$ 0,00	
701	1000	300	0,1450	0,1450		\$ 0,00	\$ 0,00	
1001	1500	500	0,1709	0,1709		\$ 0,00	\$ 0,00	
1501	2500	1000	0,2752	0,2752		\$ 0,00	\$ 0,00	
2501	3500	1000	0,4360	0,4360		\$ 0,00	\$ 0,00	
>	3500		0,6812	0,6812		\$ 0,00	\$ 0,00	
TOTAL SIN IMPUESTOS					135	\$ 12,53	\$ 12,53	

Nota: Elaboración propia

Tabla 24

Detalle del Pliego tarifario Vigente - CNEL EP 2022-Unidad de Negocio Los Rios.

PERIODO: ENERO - DICIEMBRE

EMPRESAS ELÉCTRICAS

CNEL EL ORO - CNEL ESMERALDAS - CNEL GUAYAS LOS RÍOS - CNEL LOS RÍOS - CNEL MANABI - CNEL MILAGRO - CNEL SANTA ELENA - CNEL SANTO DOMINGO - CNEL SUCUMBIOS - GALÁPAGOS

CARGOS TARIFARIOS ÚNICOS JUNIO - NOVIEMBRE

CARGOS TARIFARIOS ÚNICOS DICIEMBRE - MAYO

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/kWh mes)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)	RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/kWh mes)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)
CATEGORÍA	RESIDENCIAL			CATEGORÍA	RESIDENCIAL		
NIVEL VOLTAJE	BAJO Y MEDIO VOLTAJE			NIVEL VOLTAJE	BAJO Y MEDIO VOLTAJE		
1-50		0,091		1-50		0,091	
51-100		0,093		51-100		0,093	
101-150		0,095		101-150		0,095	
151-200		0,097		151-200		0,097	
201-250		0,099		201-250		0,099	
251-300		0,101		251-300		0,101	
301-350		0,103	1,414	301-350		0,103	1,414
351-500		0,105		351-500		0,105	
501-700		0,1285		501-700		0,105	
701-1000		0,1450		701-1000		0,1450	
1001-1500		0,1709		1001-1500		0,1709	
1501-2500		0,2752		1501-2500		0,2752	
2501-3500		0,4360		2501-3500		0,4360	
Superior		0,6812		Superior		0,6812	

Nota: Tomado de Pliego Tarifario Vigente emitido por la ARCONEL, año 2022.

Tabla 25

Detalle de factura de consumo eléctrico mensual - CNEL EP 2022-Unidad de Negocio Los Rios

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público	
Fecha hasta: dd/mes/año	
Tipo de Tarifa Arconel	BT Residencial
Consumo kWh-mes.	135
Valor Consumo kWh-mes (pliego 2022)	\$ 12,53
Comercialización	\$ 1,41
Subsidio Cruzado Solidario	\$ 1,39
Sub total Servicio Eléctrico (SE)	\$ 15,33
Servicio Alumbrado Público General	\$ 0,76
Subtotal Servicio Alumbrado Público (APG)	\$ 0,76
Base I.V.A. 0%	\$ 16,10
I.V.A. 0%	\$ 16,10
Total SE y APG	\$ 16,10
CÁLCULO DEL ALUMBRADO PÚBLICO	
Consumo kWh-mes (pliego 2013)	\$ 9,51
Comercialización (2013)	\$ 1,414
<i>Importe</i>	\$ 10,919
Servicio Alumbrado Público (AP)	\$ 0,76
Valor pendiente (saldo)	\$ 0,00
Planes de Financiamiento	\$ 0,00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO	\$ 16,10
Contribución Bomberos	\$ 2,13
Tasa de Recolección de basura	\$ 0,00
VALOR A PAGAR	\$ 18,22

Nota: Elaboración propia

Tabla 26
Desglose de valores económicos de la facturación - CNEL EP 2022-Unidad de Negocio Los Ríos

Detalle de facturación por consumo (kWh)	
DESGLOSE	VALOR
Consumo kWh-mes.	135
Valor Consumo kWh-mes (pliego 2022)	\$12,53
Comercialización	\$1,41
Subsidio Cruzado Solidario	\$1,39
Subtotal Servicio Alumbrado Público (APG)	\$0,76
Contribución Bomberos	\$2,13
Tasa de Recolección de basura	\$0,00
Total	\$18,22

Nota: Elaboración propia

Tabla 27

Detalle de la facturación mensual y anual - CNEL EP 2021- CNEL EP 2022-Unidad de Negocio Los Ríos

CUANTIFICACIÓN ENERGÉTICA ECONÓMICA (CNEL EP)	
DETALLE	DESGLOSE
CANTIDAD DE VIVIENDAS (C/U)	26
CONSUMO ELÉCTRICO POR CADA VIENDA (kWh mes)	135
VALOR CONSUMO DE PLANILLA ELÉCTRICA MES POR CADA VIVIENDA (\$)	\$18,22
CONSUMO ELÉCTRICO DE CADA VIENDA (kWh año)	1.620
VALOR CONSUMO PLANILLA ELÉCTRICA AÑO POR CADA VIVIENDA (\$)	\$218,67
CONSUMO ELÉCTRICO TODAS LAS 26 VIENDAS (kWh año)	42.120
VALOR CONSUMO PLANILLA ELÉCTRICA AÑO POR TODAS LAS 26 VIVIENDAS (\$)	\$5.685,34

Nota: Elaboración propia

6.9. Amortización

Tiempo de recuperación de la inversión realizada y costos de operación a través de la venta de energía e ingresos generados.

Tabla 28
Plazo de Amortización

PLAZO DE AMORTIZACIÓN DE LA INVERSIÓN		
COSTOS		
(a) COSTOS TOTAL DE INVERSIÓN	\$/AÑO	79.222,00
(b) COSTO TOTAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	\$/AÑO	\$ 842,40
(c) TOTAL INVERSIÓN (a) + (b)		\$ 80.064,40
COSTO DE ENERGÍA (EN CASO DE SER CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA NACIONAL)		
CONCEPTO	UNIDAD	COSTO
(d) ENERGIA ELÉCTRICA AÑO (26 VIVIENDAS)	kWh año	1620
(e) VALOR DE ENERGIA ELÉCTRICA AÑO (26 VIVIENDAS)	\$/kWh	\$5.685,34
(f) COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE REDES EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN, TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN DESDE LAS REDES EXISTENTES A MAS DE 12KM DE DISTANCIA	\$	111.310,65
(g) TOTAL INGRESOS ANUALES (e) + (f)		116.995,99
(h) AÑOS PLAZO DE AMORTIZACIÓN (g) / (c-e)		1,57

Nota: Elaboración propia

Para determinar el retorno de la inversión del proyecto, se ha comparado el presupuesto con la construcción de redes en medio y bajo voltaje, respectivamente, los ingresos de cada vivienda al sistema público de energía eléctrica, detallados en la siguiente fórmula:

Plazo Amortización= Costes de Inversión / Ingresos Anuales–Costes de Explotación Anuales

Obteniendo como resultado 1,57 años, es decir en 1 año con 6 meses se amortiza la inversión realizada.

6.10. Evaluación económica del proyecto

Tabla 29
Relación Costo - beneficio; TIR; VAN

EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA EL PROYECTO DE PANELES SOLARES DE 26 VIVIENDAS										
No.	AÑOS	VALORES CORRIENTES				VALORES ACTUALIZADOS				
		INVERSIÓN (Dólares)	COSTOS O&M (Dólares)	INGRESOS (Dólares)	TOTAL (Dólares)	INVERSIÓN (Dólares)	COSTOS O&M (Dólares)	INGRESOS 1 (Dólares)	TOTAL (Dólares)	TOTAL ACUM (Dólares)
0	2022	\$80.064,40			-\$80.064,40	\$80.064,40	\$0,00	\$0,00	-\$80.064,40	-\$80.064,40
1	2023		\$7.205,80	\$116.995,99	\$109.790,19		\$7.134,45	\$104.460,71	\$97.326,25	\$17.261,85
2	2024		\$7.400,35	\$117.112,99	\$109.712,63		\$5.899,52	\$93.361,76	\$87.462,24	\$104.724,09
3	2025		\$7.600,16	\$117.230,10	\$109.629,94		\$5.409,65	\$83.442,07	\$78.032,42	\$182.756,52
4	2026		\$7.805,37	\$117.347,33	\$109.541,96		\$4.960,45	\$74.576,35	\$69.615,90	\$252.372,41
5	2027		\$8.016,11	\$117.464,68	\$109.448,57		\$4.548,56	\$66.652,61	\$62.104,06	\$314.476,47
6	2028		\$8.232,55	\$117.582,14	\$109.349,59		\$4.170,86	\$59.570,77	\$55.399,91	\$369.876,38
7	2029		\$8.454,83	\$117.699,72	\$109.244,90		\$3.824,53	\$53.241,38	\$49.416,84	\$419.293,22
8	2030		\$8.683,11	\$117.817,42	\$109.134,32		\$3.506,96	\$47.584,48	\$44.077,52	\$463.370,74
9	2031		\$8.917,55	\$117.935,24	\$109.017,69		\$3.215,76	\$42.528,63	\$39.312,87	\$502.683,61
10	2032		\$9.158,32	\$118.053,18	\$108.894,85		\$2.948,73	\$38.009,96	\$35.061,23	\$537.744,84
TOTAL		\$80.064,40	\$81.474,14	\$1.175.238,78	\$1.013.700,25	\$80.064,40	\$45.619,47	\$663.428,71	\$537.744,84	

TASA DE ACTUALIZACIÓN (%)	12	Se utiliza un 9% de acuerdo la Etapa Funcional de la tabla de Costos de Operación y Mantenimiento. Se utiliza un Factor de 1,027 de acuerdo a la Operación y Mantenimiento de cada año
TASA INTERNA DE RETORNO - TIR (%)	137,03%	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (en años completos)	1	
BENEFICIO NETO ACTUALIZADO	\$537.744,84	
RELACIÓN BENEFICIO - COSTO	5,28	

Nota: Elaboración propia

Se estableció 10 años debido a lo establecido en la Vida útil del proyecto de acuerdo a su etapa funcional, en este caso la etapa funcional corresponde a Medidores y Acometidas e instalaciones en general; debido a la operación y mantenimiento durante los siguientes 9 años de utilizó un factor del 1,027; se consideró una Tasa de Descuento del 12% con base en el modelo del proyecto y criterios de estimación fiable fundamentado en la realidad nacional.

Como resultado se tiene una Tasa interna de Retorno (TIR) del 137, 03% es un porcentaje mayor a la tasa de actualización por lo que mientras mayor es el TIR es mucho más conveniente. En menos de 2 años se recupera la inversión.

Se obtiene un beneficio neto actualizado de \$537.744,84 en el período, el cual es bastante positivo lo que significa que el proyecto es sumamente rentable. La relación COSTO-

BENEFICIO corresponde a 5,28 veces, por lo que siendo mayor que 1 indica que el proyecto es ventajoso y sumamente conveniente su implementación.

CAPÍTULO 7

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

7.1. Mantenimiento paneles solares

- Limpie sistemáticamente la cubierta frontal de vidrio del panel solar fotovoltaico (se recomienda que el tiempo entre una limpieza y otra se realice teniendo en cuenta el nivel de suciedad ambiental). Para efectuar la limpieza se debe utilizar agua junto con un paño suave; de ser necesario, emplee detergente.
- Se debe verificar que los terminales no estén flojos ni rotos, además de las conexiones, que deben estar adecuadamente ajustadas, mientras que los conductores deben hallarse en buenas condiciones. En el caso de se detecte alguna anomalía en estos aspectos, se recomienda contactar al personal especializado.
- Desbroce las ramas de los árboles que puedan provocar sombra en el panel solar fotovoltaico. No ponga objetos cercanos que puedan dar sombra, como los tanques de agua y las antenas. En el caso de los árboles se debe prever su poda cuando sea necesario.

¡Advertencia!

Nunca trate de limpiar suciedades en la cubierta frontal del panel solar fotovoltaico con objetos cortantes o punzantes que puedan dañarlo.

7.2. Baterías y almacenamiento

Dado que, como recurso, la radiación del sol es de disponibilidad variable, cuyas fluctuaciones pueden preverse en ciertos casos, como el ciclo de día y noche, y resultan imprevisibles en otros, como tiempo nublado o tormentas, es necesario contar con equipos apropiados para el almacenamiento de la energía eléctrica cuando se dispone de radiación solar, a fin de poder disponer de ella cuando se la requiera. La energía generada por los paneles fotovoltaicos se puede recolectar en dispositivos de acumulación, generalmente, baterías. Estas baterías deben tener las características específicas más adecuadas para el respectivo sistema fotovoltaico. De igual manera, se sugiere tomar las siguientes recomendaciones:

- Verifique que el local de ubicación de las baterías de acumulación esté bien ventilado y que las baterías se encuentren protegidas de los rayos solares.
- Limpie la cubierta superior de la batería y proteja los bornes de conexión con grasa antioxidante para evitar la sulfatación.
- Verifique que los bornes de conexión estén bien apretados.
- Verifique que el uso de las baterías sea el adecuado y que su estructura de soporte esté segura y en buen estado.

7.3. Mantenimiento del regulador de carga

- Mantenga el controlador de carga colocado en posición correcta, lugar limpio, seco y protegido de los rayos solares.
- Chequee el funcionamiento correcto del controlador de carga. Si detecta ruidos anormales, contacte al personal especializado.
- Verifique que las conexiones estén correctas y bien apretadas.

7.4. Inversor y el mantenimiento

- Verifique que el área de ubicación del inversor se mantenga limpia, seca y bien ventilada.
- Verifique que el inversor esté protegido de los rayos solares.
- Compruebe que el inversor funciona adecuadamente y que no se producen ruidos extraños dentro de él. En caso de que la operación sea defectuosa o no funcione, contacte al personal especializado.

7.5. Recomendación y consejos útiles

- Desconecte los equipos electrodomésticos en los días de tormentas eléctricas fuertes y ciclones para evitar que una descarga atmosférica pueda averiarlos.
- Fíjese regularmente en los indicadores lumínicos del controlador de carga y en caso de notar que alguno de ellos no enciende, contacte inmediatamente al personal especializado.
- Recuerde siempre en los sistemas fotovoltaicos, como la energía es limitada, se hace mucho más necesario el ahorro al máximo. Por tanto, no mantenga luces o equipos encendidos innecesariamente.
- No conecte equipos de potencia superior a la del inversor CD/CA, pues esta sobrecarga puede dañarlo.
- No permita que otros usuarios se conecten a su instalación (no hacer derivaciones).

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

Con respecto al sector eléctrico a nivel mundial, nacional y local se evidenció que es un reto y desafío del futuro para mantenerse en rango que no implique mayor grado de calentamiento global, es decir, no más de 1.5 °C. Por aquello, las fuentes alternativas como las energías eólicas y solares solo superaron el 10% según la Agencia Internacional de Energía (IEA). Según el diagnóstico realizado se evidenció que actualmente hay 50 países que generan el 10% renovables en el año 2021, entre los estados más representativos están China con el 11.2%, Japón representó el 10.2%, Mongolia con el 10.6%, Vietnam con el 10.7%, Argentina con 10.4%, entre otros países. Está claro que China lleva adelante el crecimiento de las energías hidroeléctricas, nucleares y la bioenergía. En el Ecuador, por ejemplo, las nuevas regulaciones han despertado las expectativas para la generación de energías renovables que serán interconectadas a la red eléctrica local. Las poblaciones que serán beneficiadas serán de los sectores rurales como el Estero de Dama Alto, al saber que estas localidades tienen una alta radiación solar, eso está generando la inversión estatal y privada en varias provincias del país.

De la misma manera la demanda eléctrica a nivel mundial aumentó al máximo jamás visto en términos absolutos a 1.414 TWh del 2020 a 2021 que equivale dotar de energía a otra India, es decir, subió al 5.4%. Mientras en el Ecuador para el 2008 la demanda alcanzó el 5.6% que representaba 16.315 GWh, pero para el 2018 alcanzó el 4.5% con valor de 24.062 GWh. Los segmentos que mayor demandan de energía fueron la residencial, industrial, comercio y otros. Además, este crecimiento tiene relación con la evolución e incremento poblacional. Por aquello, fue importante la determinación de las dimensiones de la red tanto nacional y local mediante la energía fotovoltaica.

El diseño del plan de red conforme a los requerimientos fue realizado un sistema fotovoltaico para 26 viviendas en el sector rural Riosense. El recinto se encontraba a más de 12KM de distancia de las redes de media tensión, exactamente con la red monofásica. De acuerdo al estudio se determinó la instalación de 156 paneles de 200W cada uno, con 26 baterías tipo Gel 12VDC/150Ah, 26 INVERSOR 12VDC - 230VAC de potencia 1200W (1200VA), considerando un consumo teórico por cada vivienda de 135 kWh/mes. La inversión total de los equipos fue de USD 79.222,00 incluido transporte y mano de obra. Además, se consideró la parte legal previa autorización por parte de la Unidad de Negocio Los Ríos CNEL EP, gracias a ello, el proyecto fue integral entre los requerimientos, la demanda y la dotación de energía limpia y/o renovable para los habitantes del sector intervenido. Como resultado se tiene una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 137, 03% superior a la tasa de actualización resultando ser muy conveniente; en menos de 2 años se recupera la inversión como se puede establecer en la Amortización en 1,6 años, y en la evaluación económica del proyecto; Se obtiene un beneficio neto actualizado de \$537.744,84, el cual es bastante positivo resultando ser sumamente rentable. La relación COSTO-BENEFICIO corresponde a 5,28 veces, teniendo como conclusión que el proyecto es ventajoso y conveniente su implementación.

La propuesta no solo implicó la instalación del sistema fotovoltaico anteriormente mencionado, sino de un plan de funcionamiento y mantenimiento preventivo basado en normas internacional y nacionales, los mismos han permitido las inspecciones, capacitación del personal, específicamente basado en las normas ASTM E1799-96 Y E1462-95. También se ha planteado los parámetros para las inspecciones visuales de los módulos fotovoltaicos que se realizan antes y después de haber estado sometido al estrés ambiental considerando las normas internacionales ASTM E1038 , E1171 O E 1596. Otras las medidas que referencio fueron las medidas para el personal de mantenimiento como el uso de ropa y equipos, evitar el uso de herramientas que produzcan chispas y la manipulación de las baterías con guantes de goma, el líquido electrolítico corrosivo.

8.2. Recomendaciones

Se recomienda a los promotores del proyecto para la instalación y equipamiento eléctrico fotovoltaico para el suministro de energía solar para 26 viviendas en el Recinto Estero de Dama Alto de la provincia de los Ríos, hacer uso de las especificaciones realizadas en el trabajo de investigación que permitiría el ahorro de tiempo y recursos para convertirlo en proyecto emblemático a nivel rural para aportar con energía renovable, limpia y sostenible en el tiempo.

No solo es uso del contenido de la propuesta para la instalación y equipamiento eléctrico fotovoltaico, sino los responsables administrativos y técnicos deberían cuantificar la demanda local en porcentajes y en GWh para proyectar las inversiones de los módulos solares para la instalación en todas las viviendas en el Recinto Estero de Dama Alto de la provincia de los Ríos. Es decir, se debe realizar un estudio técnico más a profundidad en la zona. Esto conllevará a tener más datos e información desde el contexto técnicos para la construcción de nuevas redes convencionales por parte de CNEL EP UN LRS.

La instalación y equipamiento eléctrico fotovoltaico van requerir de mantenimiento preventivo como correctivo para que el sistema energético renovable por celdas fotovoltaicas, por aquello, se va requiere de especialistas expertos en el tema. Por eso se recomienda la creación de alianzas estratégicas con institutos, universidades y otros organismos de formación y capacitación inviertan en laboratorios de investigación para la búsqueda de nuevas celdas más eficientes y a menor costo. Por ejemplo, sería interesante la realización de un estudio de factibilidad con celdas solares sensibilizadas con tinte que son más económicas. Recordarles que las energías renovables serán una apuesta en el futuro con mayor intensidad, innovación y desarrollo.

BIBLIOGRÁFICAS

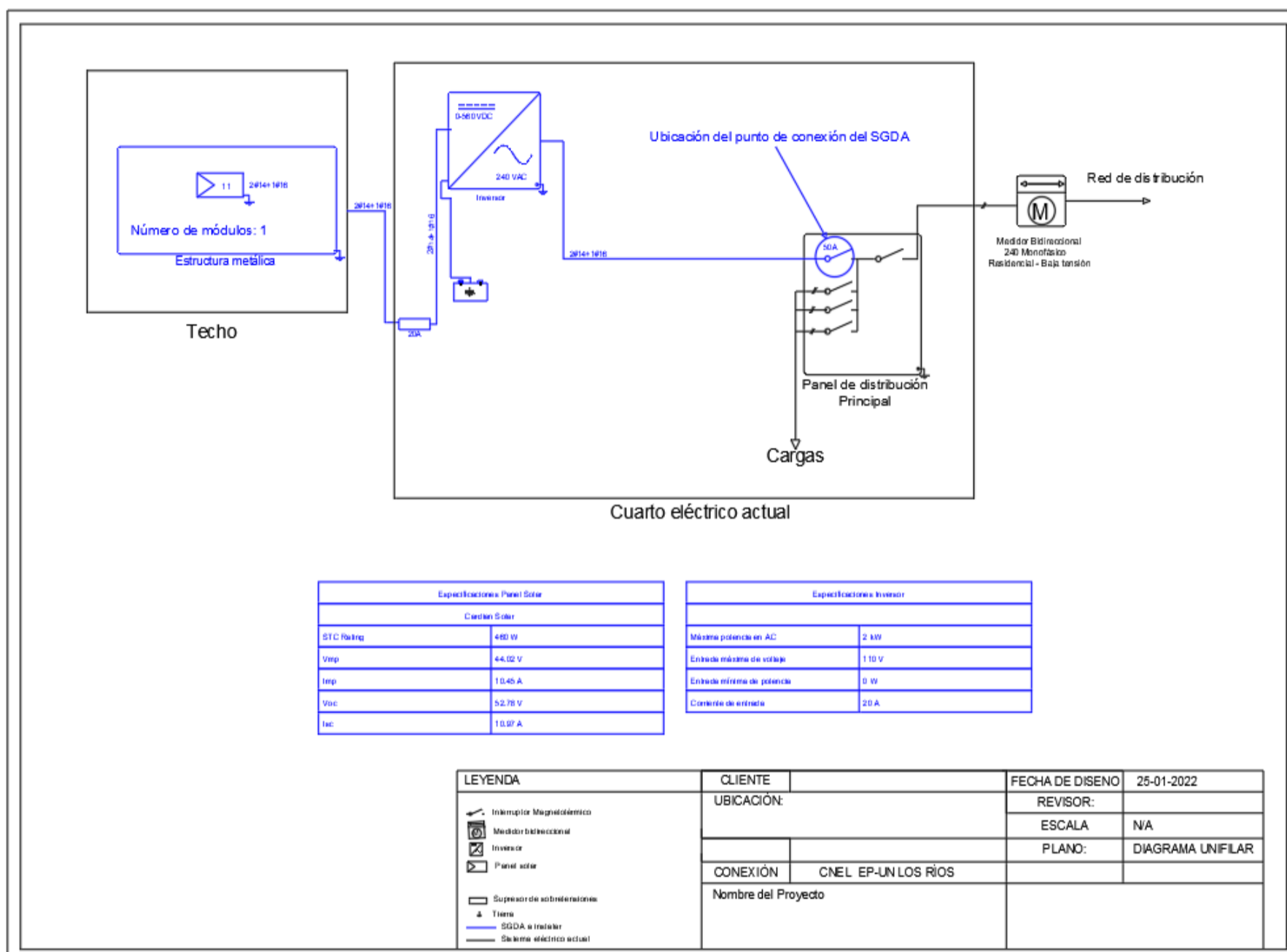
- Alomoto, O., & Pilco, D. (2017). *Diseño e implementación de un prototipo de inversor trifásico DC – AC acoplado a un panel fotovoltaico, utilizando el algoritmo de seguimiento del punto de máxima potencia mediante un microcontrolador*. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17278>
- Álvarez, R. (2015). *Aportes a la conversión DC-AC en sistemas fotovoltaicos: módulos inversores conectados en cascada*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55712/88031483.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2015). *Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica*. Quito: Asamblea Nacional. Obtenido de <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/11/Ley-Org%C3%A1nica-del-Servicio-P%C3%BAblico-de-Energ%C3%ADa-El%C3%A9ctrica.pdf>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2018). *Proyectos de Energía Renovable*. Santiago - Chile: BID.
- Camera, F. (2017). Agencia Internacional de Energía Renovable. *Energía Renovable*, 23 45.
- Caminate, Á. (2013). *Energía Renovable*. PIRHUA.
- Cardozo, D. (2019). Simulación de un Sistema Fotovoltaico Aislado en Matlab/Simulink. *Mundo FESC*, 9(17), 16-22. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7452557>
- Cherres, D., Pozo, M., & Gallardo, C. (2020). Análisis del Seguimiento del Punto de Máxima Potencia Global (GMPPT) con Perfiles de Sombras para una Granja Fotovoltaica. *Ideas*, 1(2), 75-90. Obtenido de <http://revistasoj.s.utn.edu.ec/index.php/ideas/article/view/353/288>

- Corporación Eléctrica del Ecuador. (2016). *Proyecto TermoPichincha*. Quito: CEE. Obtenido de <https://www.celec.gob.ec/termopichincha/index.php/retos-empresariales/proyectos-de-generacion-no-convencional/energia-fotovoltaica>
- Corporación Eléctrica Nacional del Ecuador. (2021). La energía es una alternativa. *CENACE*. Obtenido de <http://www.cenace.gob.ec/misionvisionvalores/>
- Corporación Nacional de Electricidad. (2013). *Plan maestro de electricidad*. Quito : CONELEC.
- Cortés, C., Gómez-Gómez, G., Betancur, F., Carvajal, S., & Guerrero, N. (202). Análisis experimental del desempeño de un sistema solar fotovoltaico con inversor centralizado y con microinversores: caso de estudio Manizales. *Tecnológicas*, 23(47), 1-21. Obtenido de <https://revistas.itm.edu.co/index.php/tecnologicas/article/view/1403/1412>
- Creus, A. (2014). *Energías Renovables* (2 ed.). Bogotá: Da la U.
- Delgado, C. (2009). Desarrollo de una cultura de calidad . *SL*, Barcelona - España.
- Deming, E. (1989). *Administración de Calidad Total*. México: Norma.
- Domínguez, D., & Salvatierra, B. (2016). *Análisis de calidad de energía eléctrica en sistemas fotovoltaicos conectados a la red*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12710/1/UPS-CT006582.pdf>
- Energía Solar. (2016). *La electricidad*. Obtenido de La energía renovable: energiasolarfotovoltaica.blogspot.com/2006/01/el-regulador-de-carga.html
- Enerpoint. (2013). *La energía renovable*. Obtenido de Energía point: www.enerpoint.es/photovoltaic_system.php
- Escoda, S. (2017). *Libro Blanco de la Energía Renovable* . Barcelona : La moderna.
- Evans, J. (2008). *La Administración y el Control de Calidad* . Barcelona : Phillips.
- Fernández, L. G., & Cervantes, A. (2017). *Proyecto de diseño e implementación de un sistema fotovoltaico de interconexión a la red eléctrica en la Universidad Tecnológica de Altamira*. Altamira: Centro de Investigación en Materiales Avanzados SC. Obtenido de <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/1927/1/TESIS%20MER.pdf>

- Instituto de Investigación Geológica y Energética. (2015). *Las fuentes renovables*. Quito: INER. Obtenido de <https://www.geoenergia.gob.ec/>
- López de Lacalle, A., & Bayod, Á. (2018). *Estimación de la vida útil de baterías en sistemas fotovoltaicos. Influencia de la gestión energética del sistema*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza. Obtenido de <https://zaguan.unizar.es/record/69841/files/TAZ-TFG-2018-066.pdf>
- Martín, L., Serra, F., & Magaldi, G. (2020). *Control de un Sistema de Energía Solar Para la Alimentación de Cargas Aisladas*. Cuernavaca: Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (México). Obtenido de http://b-dig.iie.org.mx/BibDig2/P16-0417/papers/IEEE_ARGENCON_2016_paper_72.pdf
- Martínez, J. J., Rangel, S., Gutiérrez, F., & Orozco, H. (2019). Propuesta de un sistema de control para un convertidor bidireccional CD-CA empleado para transferir energía entre un sistema fotovoltaico y la red eléctrica de corriente alterna. *Pistas Educativas*, 1(134), 1190-1203. Obtenido de <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/2046/1687>
- Pliego tarifario Vigente (2022). ARCERNNR. Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables. <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec>
- Salazar, A., Pichardo, A., & Pichardo, U. (2016). La energía solar, una alternativa para la generación de energía renovable. *Revista de Investigación y Desarrollo (ECORFAN)*, 2(5), 11-20. Obtenido de https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Investigacion_y_Desarrollo/vol2_num5/Revista_de_Investigaci%c3%b3n_y_Desarrollo_V2_N5_2.pdf

ANEXOS

DISEÑO DEL DIAGRAMA ELECTRICO RECINTO ESTERO DE DAMA ALTO.



RECINTO ESTERO DE DAMA ALTO

COORDENADAS 888036 - 8830688 17 UTM

Leyenda

Recinto Estero de Damas

Recinto Estero de Damas

Google Earth

Imágenes Landsat / Copernicus

© 2021 Google



1 km

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Erazo Marín Osmar Ángel, con C.C: # 1206036038 autor del trabajo de titulación: **“Proyecto para la instalación y equipamiento eléctrico fotovoltaico para el suministro de energía solar para 26 viviendas en el Recinto Estero de Dama Alto de la provincia de los Ríos”**, previo a la obtención del grado de previo a la obtención del Grado Académico de **MÁSTER EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA**

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de graduación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 18 de noviembre del 2022

f. 

Nombre: Erazo Marín Osmar Ángel

C.C: 1206036038

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Proyecto para la instalación y equipamiento eléctrico fotovoltaico para el suministro de energía solar para 26 viviendas en el Recinto Estero de Dama Alto de la provincia de los Ríos		
AUTOR	Erazo Marin Osmar Angel		
REVISORES/TUTORES	M. Sc. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo; M. Sc. Mazzini Muñoz, Gustavo Miguel; M. Sc. Bohórquez Heras, Diana Carolina		
INSTITUCION	Universidad Católica Santiago De Guayaquil		
FACULTAD	Sistema Posgrado		
CARRERA	Maestría En Electricidad		
TITULO OBTENIDO	Magister en Electricidad con mención en energías renovables y eficiencia energética		
FECHA DE PUBLICACION	18 de noviembre del 2022	No. de páginas	75
AREAS TEMATICAS	EFICIENCIA ENERGETICA - PANELES SOLARES		
PALABRAS CLAVES	Potencia máxima, Tensión de potencia óptima, Corriente máxima potencia, Tensión de circuito abierto, Corriente de cortocircuito, Eficiencia de la celda, Eficiencia del panel, Tolerancia.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>La demanda de la energía eléctrica es cada vez notoria para los requerimientos de las residencias, industrias, comercio y otros sectores de la economía de los países a nivel mundial. Es así, que China lidera por la generación de nuevas alternativas de energía renovable como la eólica, solar, nuclear, entre otros recursos que permiten la obtención de este recurso elemental hoy en día. El objetivo de la investigación fue proponer un proyecto para la instalación y equipamiento eléctrico fotovoltaico para el suministro de energía solar para 26 viviendas en el Recinto Estero de Dama Alto de la provincia de los Ríos. La metodología se basó en un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo que permitió la instalación del sistema fotovoltaico para 26 viviendas. Los resultados que se obtuvo fueron que recinto se encontraba a más de 12KM de distancia de las redes de media tensión, exactamente con la red monofásica. La instalación fue de 26 paneles de 200W, con 26 baterías tipo Gel 12VDC/150Ah, 26 INVERSOR 12VDC - 230VAC 1200W, considerando un consumo teórico por cada vivienda 135 kWh/mes. La inversión total de los equipos fue de USD 79.222,00 incluido transporte y mano de obra. La propuesta es viable porque estas localidades tienen una alta radiación solar óptima y eso ha generado la inversión estatal y privada en varias provincias del país.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO AUTOR:	Telefono: +593-984396451	Email: angelito_erazo@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Bayardo Bohórquez Escobar, MSc.		
	Telefono: +593-995147293		
	Correo: Celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
No. DE REGISTRO (en base a datos):			
No. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			