



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES Y
EFICIENCIA ENERGÉTICA**

TEMA:

**Estudio de un sistema solar fotovoltaico interconectado a la red del área
administrativa del rectorado de la Universidad Católica de Santiago de
Guayaquil**

AUTOR:

Ing. Bohórquez Ronquillo Rolando Ángel

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del Grado Académico de
Magister en Electricidad con mención en Energías Renovables y
Eficiencia Energética**

TUTOR:

M.Sc. Mazzini Muñoz Gustavo Miguel

Guayaquil, Ecuador

27 de agosto de 2025



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES Y

EFICIENCIA ENERGÉTICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Bohórquez Ronquillo Rolando Ángel

DECLARO QUE:

El trabajo de titulación: **“ESTUDIO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO INTERCONECTADO A LA RED DEL ÁREA ADMINISTRATIVA DEL RECTORADO DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL”**, previo a la obtención del grado académico de Magister en Electricidad, ha sido desarrollado respetando 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 de la tesis del Grado Académico en mención.

Guayaquil, 27 de agosto de 2025

Ing. Bohórquez Ronquillo Rolando Ángel

f. _____

C.I. 0909752800



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES Y
EFICIENCIA ENERGÉTICA**

AUTORIZACIÓN

Yo, Ing. Bohórquez Ronquillo Rolando Ángel

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación de Maestría: **“ESTUDIO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO INTERCONECTADO A LA RED DEL ÁREA ADMINISTRATIVA DEL RECTORADO DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

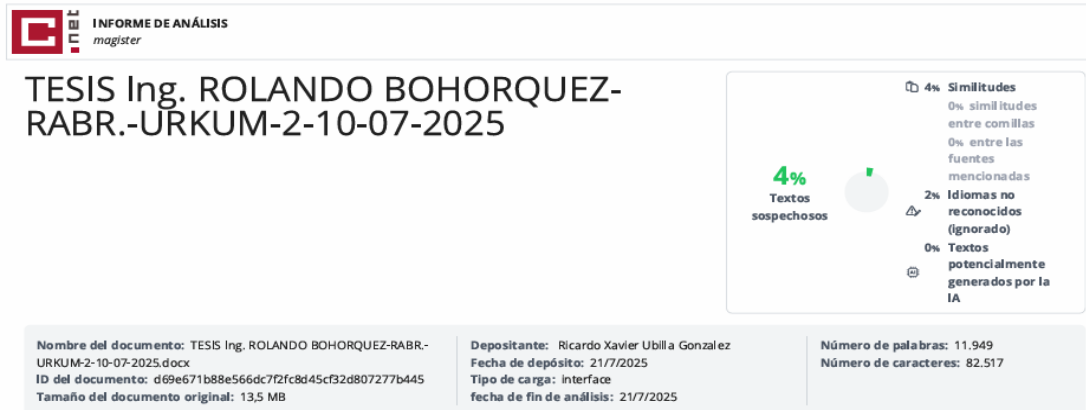
Guayaquil, 27 de agosto de 2025

Ing. Bohórquez Ronquillo Rolando Ángel

f.  _____

C.I. 0909752800

REPORTE COMPILATIO



Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado **“ESTUDIO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO INTERCONECTADO A LA RED DEL ÁREA ADMINISTRATIVA DEL RECTORADO DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL”** presentado por el estudiante **Ing. Bohórquez Ronquillo Rolando Ángel**, fue efectuado el análisis anti-plagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al (4 %), por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

f. 

Ing. Gustavo Mazzini Muñoz, M.Sc
Docente Tutor

Agradecimiento

Gracias a mi familia y a todos los docentes y la noble universidad, quienes me proporcionaron el tiempo necesario para adquirir conocimientos.

Gracias a mis padres, que siempre estuvieron coadyuvando y motivando para continuar estudiando e investigando, el apoyo incondicional, fue vital para seguir con el presente estudio, y aún más cuando paralelamente nos encontrábamos confrontando la época de la pandemia del COVID-19.

Ing. Bohórquez Ronquillo Rolando Ángel

Dedicatoria

Primero a Dios por permitirme continuar cosechando objetivos trazados en el aprendizaje, y proveerme de fortalezas para sobrellevar todas las adversidades que se presenta en este arduo camino que es la vida.

A mis padres por haberme motivado y aconsejado en seguir por el camino de los conocimientos, y brindarme el amor innato e incondicional de familia. Todo el esfuerzo que han realizado, permite que hoy uno de sus hijos consiga y coseche triunfos.

A mi esposa e hijos, quienes hemos sobresalido en momentos críticos, quienes han sido los pilares fundamentales en mi razón de ser, con sus consejos, guías, comprensión, amor y lleno de confianza han podido obtener éxitos y aprendizaje de conocimientos técnicos de hoy en día.

Ing. Bohórquez Ronquillo Rolando Ángel



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES Y

EFICIENCIA ENERGÉTICA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.  Gustavo Mazzini Muñoz

Ing. Gustavo Mazzini Muñoz, M.Sc.

Tutor

f.  Néstor Zamora C.

Ing. Néstor Armando Zamora Cedeño, M. Sc.

Revisor

f.  Kety Jenny Peñafiel Olivo

Ing. Kety Jenny Peñafiel Olivo, M.Sc.

Revisor

f.  Bohórquez E.

Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar, Ph.D.

Director del Programa

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I	1
Descripción del Proyecto	1
1.1. Introducción de la temática	1
1.2. Antecedentes de la temática	2
1.3. Definición del problema central	3
1.4. Justificación de la Problemática	20
1.5. Objetivos	5
1.5.1. Objetivo principal	22
1.5.2. Objetivos Específicos de acciones	6
1.6. Hipótesis del Estudio	6
1.7. Diseño y metodología de la investigación	23
 CAPITULO II	 9
Fundamentación del tema	25
2.1. Fundamentación Teórica de la temática	25
2.1.1. Desarrollo sostenible en el tiempo	24
2.1.2. Recursos No renovables (RNR)	10
2.1.3. Recursos eléctrica Renovables(RN)	10
2.1.4. Energía eléctrica	10
2.1.5. Energía renovable (ER)	11
2.1.5.1. Definición ER	11
2.1.5.2. Energía eléctrica No renovable	27
2.1.5.3. Fuentes de energía renovable o alterna	28
2.1.6. Sistemas fotovoltaicos	31
2.1.6.1. Definición	31
2.1.6.2. Tipos de sistemas fotovoltaicos	15
2.1.6.3. Operación de un sistema fotovoltaico	34
2.1.6.4. Constitución de un sistema solar fotovoltaico	20
2.1.7. Elementos de un sistema fotovoltaico	37
2.1.7.1. Panel solar	37
2.1.7.2. Definición de Célula fotovoltaica	38

2.1.9. Orientación de módulos FV.....	39
2.1.10. Conexiones de módulos fotovoltaico.....	40
2.1.11. Convertidor	42
2.1.12. Baterías y reguladores de carga.....	45
2.1.12.1 Banco de baterías.....	45
2.1.12.2 Clasificación de baterías solares	46
2.1.13. El Regulador de carga FV.....	49
2.2. Arreglo Fotovoltaico	50
2.3. Fundamentación Legal	50
2.3.1 Marco Legal	51
CAPITULO III.....	53
Metodología de la Investigación	53
3.1. Localización física del proyecto a investigar	53
3.2. Información técnica de la Universidad católica	51
3.3. Irradiación promedio en la zona del proyecto a implementar	56
3.4. Demanda y cálculo del consumo eléctrico del proyecto	59
CAPITULO IV	61
Diseño del sistema fotovoltaico.....	61
4.1. Parámetros de diseño	61
4.1.1. Formulación de la demanda eléctrica	61
4.1.2. Diagrama unifilar eléctrico del sistema FV (fotovoltaico).....	63
4.1.3. Consideraciones técnicas para el diseño	63
4.1.4. Establecimiento de las cargas en corriente alterna.....	63
4.1.5. Corriente eléctrica pico del sFV.....	64
4.1.6. Cálculo del módulo Foto Voltaico.....	64
4.1.6.1. Formulación del número de paneles fotovoltaicos	65
4.1.7. Cálculo y cantidad de los reguladores de carga.....	65
4.1.8. Cálculo y cantidad de los Inversores.....	66
4.1.9. Cálculo y cantidad de las baterías	66
4.1.9.1. Selección de estaciones de baterías.....	67
4.1.10. Distribución de módulos y paneles.....	67

4.1.11. Detalle general de especificaciones técnica.....	67
CAPITULO V	69
Costos y estudio financiero	69
5.1. Análisis de Factibilidad técnica	69
5.2. Evaluación financiera referencial del proyecto.....	70
5.2.1. Costo de la inversión total del proyecto	70
5.3. Formulación matemática de la facturación energética mensual con base en el Pliego Tarifario vigente.....	71
5.4. Detalle de la inversión en función del costo energético.....	73
5.5. Análisis de sostenibilidad del proyecto FV73	73
5.5.1. Análisis del impacto ambiental y de los riesgos en el proyecto.....	73
CAPITULO VI	75
Conclusiones y recomendaciones.....	59
6.1. Conclusiones de la investigación.....	59
6.2. Recomendaciones de la investigación.....	76
Bibliografía referencias.....	78
Anexos agregados	81
Anexo 1. Resolución No. Arconel 042/18	81
Anexo 2. Resolución No. Arcernnr 013/2021	83
Anexo 3. Panel solar	89
Anexo 4. Controlador de voltaje (regulador de carga).....	91
Anexo 5. Inversor	92
Anexo 6. Baterías.....	94
Anexo 7. Pliego tarifrio vigente	95

Índice de figuras

Figura 1: Energía solar fotovoltaica.....	28
Figura 2: Energía solar térmica	29
Figura 3: Energía termoelectrica	29
Figura 4: Energía solar pasiva	30
Figura 5: Energía solar híbrida.....	30
Figura 6: sistema fotovoltaico.....	21
Figura 7: Sistema solar fotovoltaico interconectada a la red pública.....	33
Figura 8: Sistema solar fotovoltaico autónomo	34
Figura 9: Efecto fotoeléctrico (comportamiento del semiconductor).....	35
Figura 10: Efecto fotoeléctrico (interacción.....	36
Figura 11: Estructura de un panel solar fotovoltaico.....	37
Figura 12: Módulo fotovoltaico (sFV).....	37
Figura 13: Partes de un módulo solar fotovoltaico (sFV).....	38
Figura 14: Posición del sol sobre una área plana.....	39
Figura 15: Orientación de módulo solar FV.....	40
Figura 16: Conexión de módulos FV tipo serie.....	41
Figura 17: Conexión de módulos FV tipo paralelo.....	41
Figura 18: Conexión de módulos FV mixta	42
Figura 19: Convertidor solar fotovoltaico.....	43
Figura 20: Inversor interconectado a la red.....	43
Figura 21: Tipos de inversor según la calidad de onda generada.....	45
Figura 22: Banco de acumuladores (baterías).....	45
Figura 23: Batería tipo plomo ácida.....	47
Figura 24: Batería tipo líquida.....	47
Figura 25: Baterías AGM - Batería Absortion Glass Mat	48
Figura 26: Batería de Li - On	49
Figura 27: Esquema de conexión de un regulador	49
Figura 27.1: Estructura de un arreglo fotovoltaico.....	50
Figura 28: Ubicación física del proyecto FV.....	53
Figura 29: Zona establecida del proyecto con la irradiación solar.....	57
Figura 30: Sector del proyecto con la irradiación solar.....	58

Figura 31: Zona del proyecto con la irradiación solar.....	59
--	----

Índice de tablas

Tabla 1: detalle de Equipos eléctricos del rectorado	56
Tabla 2: Cálculo del consumo eléctrico.....	60
Tabla 3: Cálculo de la demanda.....	61
Tabla 4: Consideraciones técnicas para el sFV.....	63
Tabla 5: Establecimiento de las cargas.....	63
Tabla 6: Formulación de la corriente eléctrica pico del sistema FV	64
Tabla 7: Cálculos de la cantidad de módulos FV	65
Tabla 8: Cálculos de la cantidad de paneles FV	65
Tabla 9: Cálculo de cantidad de Reguladores.....	65
Tabla 10: Cálculo de cantidad de Inversores.	66
Tabla 11: Cálculo de cantidad de baterías	66
Tabla 12: Selección de las estaciones de baterías	67
Tabla 13: Distribución de módulos y paneles.....	67
Tabla 14: Detalle general de las especificaciones de equipos	68
Tabla 15: Presupuesto de mantenimiento anual del sistema fotovoltaico	70
Tabla 16: Cálculos energética-económica de la planilla mensual.....	71
Tabla 17: Detalle de valores económico de la planilla de consumo.....	72
Tabla 18: Detalle de la Inversión vs el costo energético.....	73

Índice de gráficos

Gráfico 1: Diagrama unifilar eléctrico de la UCSG	54
Gráfico 2: Históricos de energía y potencia eléctrica	54
Gráfico 3: Zonas definidas administrativas del rectorado	55
Gráfico 4: Zonas o área administrativas del rectorado	55
Gráfico 5: Diagrama unifilar eléctrico del sistema FV.....	62

Resumen

Los variados suministros de energía eléctrica de tipos convencionales para su generación en gran magnitud es por medio de la quema de los combustibles fósiles existentes, el cual, corresponde a un recurso bastante limitado en el medio, el mismo que ha sido sobre explotado en el transcurrir del tiempo, incluso hasta la actualidad, teniendo además, la incidencia la contaminación del medio ambiente desde el punto de vista como un escenario natural en la cual se desarrollan las diferentes actividades, perjudicando a la atmósfera terrestre derivado del aumento de dióxido de carbono (CO₂), con base en estos antecedentes ha sido necesario la implementación y generación eléctrica con diversos tipos de energías renovables, fundamentado de manera especial en recursos naturales e inagotables en el universo, y que además, con tecnologías que no afectan al ecosistema, siendo sumamente importante promover y migrar a estos proyectos sustentables, amigables, confiables y seguras que a la vez coadyuvan al problema energético en cuanto a su generación.

Este tipo de trabajo de titulación tiene como uno de los objetivos principales elaborar un diseño de manera integral conformado por una configuración solar fotovoltaica que va a estar interconectado con la red eléctrica de tipo convencional pública en la cual contenga un análisis, diseño y formulación para los cálculos de sus dimensiones y selectividad en cuanto al equipamiento a utilizar, basado y fundamentado en la aplicación de las convenciones, normativas técnicas y de seguridad vigentes; la que nos permitirá además, tener mayor disponibilidad la potencia total o aparente instalada (KVA); además, determinar los reales costos energéticos en su facturación mensual del área del rectorado de la universidad católica, por consiguiente que el proyecto solar sea un modelo de implementación en futuros diseños, estudios y aplicaciones en los demás edificios de la universidad.

Palabras clave: Ecosistema; Generación; potencia total o aparente (KVA); Sistema solar; convenciones; fotovoltaico; energéticos.

Abstract

The various supplies of conventional electric energy for large-scale generation are primarily from the burning of existing fossil fuels, which correspond to a rather limited resource that has been overexploited over time, even up to the present, also leading to environmental pollution from the perspective of a natural setting in which different activities develop, harming the Earth's atmosphere due to the increase of carbon dioxide (CO₂). Based on these background issues, it has become necessary to implement and generate electricity using various types of renewable energies, particularly grounded in natural and inexhaustible resources in the universe, and with technologies that do not harm the ecosystem, making it extremely important to promote and transition to these sustainable, friendly, reliable, and safe projects that also contribute. which at the same time help to address the energy problem regarding its generation. This type of degree work has as one of its main objectives to develop an integral design consisting of a photovoltaic solar configuration that will be interconnected with the conventional public electric grid, which includes an analysis, design, and formulation for the calculations of its dimensions and selectivity regarding the equipment to be used, based and grounded on the application of the current conventions, technical standards, and safety regulations; which will also allow us to have greater availability of the total or apparent installed power (KVA); furthermore, to determine the actual energy costs in its monthly billing for the rectorate area of the Catholic university, consequently making the solar project a model for implementation in future designs, studies, and applications in other university buildings.

Keywords: Ecosystem; Generation; total or apparent (KVA); Solar system; conventions; photovoltaic; energy; power.

Capítulo I

Descripción del Proyecto.

En el presente capítulo se elabora una introducción de la temática a estudiar, en la cual, se establecen los parámetros, diseños y formulación de la factibilidad de la instalación de un sistema solar fotovoltaico monofásico asociado con un modelo integral de análisis de los cálculos energéticos del sector del área administrativa del rectorado ubicado en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.1. Introducción de la temática.

Tomando el análisis de facturación por consumo energético con un periodo comprendido de un año, se evidenciará un costo económico por consumo de energía eléctrica del área administrativa del rectorado de la Universidad Católica ubicado en la vía a Daule km 1,5 en la ciudad de guayaquil, el cual tendrá un valor en dólares (acumulado de 12 meses), lo que corresponderá a una cantidad de kWh de energía consumida.

El estudio está enfocado en determinar un panorama beneficioso de este sistema solar fotovoltaico propuesto por el escenario del análisis, del estudio integral, del diseño, así como la formulación y cálculos basados en la selectividad de los componente y equipos que van a ser instalados de manera útil y eficiente que optimizan recursos energéticos, por consiguiente coadyuvar con una generación eléctrica de manera sustentable, y de esta manera poder entregar potencia a la red eléctrica convencional pública , resultando poder disminuir generación convencional de la empresa local distribuidora, lo cual, nos permitirá obtener un suministro eléctrico continuo, confiable de calidad.

Además, uno de los principales problemas en torno a este sector energético renovable a través, de sistemas fotovoltaicos, es que la principal problemática del uso de la energía solar fotovoltaica en nuestro país es que La Ley Orgánica de Eficiencia Energética vigente en el Ecuador que fue publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 449 con fecha 19 de marzo de 2019, solo tiene alcance para los medianos y grandes consumidores energéticos, no para pequeños consumidores, es decir, los incentivos tributarios por parte del estado.

La aplicación de energías renovables de este tipo nos permite obtener beneficios ahorrrativos económicos y desgaste de persona técnico, considerando, además, la preservación del medio ambiente, así como bondades a la colectividad, con las aplicaciones de estos tipos de generación renovable actualmente se promueven las inversiones en el Ecuador y todo el mundo donde existe mucho interés en el campo d producción energética, así como convecciones, Normativas y de Regulaciones elaboradas por los entes de control enfocadas en el desarrollo económico y productivo.

1.2. Antecedentes de la temática.

Es sumamente importante el tema de investigación y estudio debido a que teniendo recursos naturales y disponibles se puede aprovechar para la obtención de energía eléctrica y de forma limpia y sustentable, además, de obtener ahorros económicos en la planilla de los pagos de consumos energéticos de la distribuirá local, siendo actualmente indispensable tener disponible otro tipo de fuente de energía.

El presente trabajo está enfocado en el estudio de factibilidad de un sistema solar fotovoltaico conectado a la red pública, que permita la disminución del consumo energético de las redes convencionales que corresponden a CNEL E.P-Guayaquil, y

que a su vez permita el ahorro económico en gastos de consumo energético de dicha red. El uso de sistemas fotovoltaicos es un tema de mucho interés porque permite contribuir en la reducción de las emisiones de dióxido de carbono siendo uno de los gases que contribuyen en el efecto del cambio climático.

Utilizar esta fuente de energía renovable no solo es una manera de contribuir al ambiente, sino que también, es una inversión financiera inteligente a corto o mediano plazo, el cual reduce los costos energéticos de manera significativa. Al tener conocimiento de las diversas necesidades vinculantes al sector energético se convierten en una gran ayuda al ámbito productivo del país, de igual manera producir una fuente de información técnica en detalle que sirva de material disponible y modelo de implementación energética de fuentes de energía renovables, la misma puesta en conocimiento en los entes gubernamentales de control inmerso en el sector eléctrico, sean estos como la Corporación Nacional de Electricidad - CNEL EP, la ARCONEL Agencia Regulación y Control de Electricidad; El MERNNR. (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables).

1.3. Definición del problema central.

Ante la falta de un sistema de generación de energía renovable fotovoltaico y los beneficios de las regulaciones establecidas por la Arconel y ARCERNNR, hacen que el consumo de energía eléctrica en la facturación mensual cada vez sea con tendencia a la alza y la sobre carga sobre la red convencional que pertenece a CNEL E.P-Guayaquil se incrementa, por lo que los costos de utilización de energía eléctrica actualmente sean elevados.

Actualmente el área administrativa del rectorado donde se elaborará el diseño de un sistema de energía solar fotovoltaico, se encuentra ubicado en un sector educativo alto, y por cuanto los impuestos sobre el consumo energético se incrementan mes a mes. El alcance de este plan de tesis de estudio, de alguna forma explica y demuestra la viabilidad de poder coadyuvar con el desarrollo productivo y económico en los diferentes sectores energéticos con la implementación de energías renovables (ER), siendo una de las principales y caso de estudio la producción de sistemas con energía solar fotovoltaica (SFV). Es sumamente importante proveer el suministro eléctrico con implementaciones de energías Renovables Convencionales y sustentables en el territorio ecuatoriano que vayan a la par con políticas nuevas y accesibles basados en un cambio de la matriz energética.

1.4. Justificación de la Problemática.

En la actualidad CNEL EP Unidad de Negocio Guayaquil comercializa energía eléctrica a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, el proyecto se enfoca principalmente en suministrar energía eléctrica en función de una potencia para abastecer a las oficinas del área administrativa del rectorado de la universidad católica Santiago de Guayaquil, la cual, es con la implementación de un sistema fotovoltaico de característica monofásica 120 /240 voltios que soporte la potencia eléctrica (demanda energética - kW), el desarrollo del estudio estará clasificado por varias etapas, siendo la primera etapa la factibilidad; la segunda etapa el diseño del sistema fotovoltaico y sus componentes, la cual se conectarán a la red convencional, en la segunda etapa se determinará de manera oportuna y estratégica la ubicación física de los paneles solares en la cual capten la mayor cantidad de energía solar derivados los recursos climáticos así como biofísicos que dispone la ciudad de Guayaquil; y una tercera etapa que determinan los valores de los costos energéticos del diseño a

implementar. La aplicación de nuevas tecnologías como parte de una solución a problemas de abastecimiento de energía eléctrica en áreas redes que prestan servicio a la comunidad se pueden focalizar como un ejemplo o como un modelo para implementar estos tipos alternativos de proyectos amigables con el medio ambiente.

De manera general se justifica el tema porque se tendría disponible energía limpia alternativa aprovechando los recursos naturales, y se obtendría un beneficio económico recuperable en el tiempo en función del pago mensual de la planilla energética a la distribuidora o empresa proveedora de servicio.

¿Qué preguntas se plantean en este tema de investigación?

- ¿La incidencia de la radiación solar sobre la zona de la universidad son favorables para el aprovechamiento de un sistema solar fotovoltaico?
- ¿Cuánto es el porcentaje de aprovechamiento del potencial energético del sistema fotovoltaico a partir de la incidencia de la radiación solar en la zona?
- ¿En qué medida las alternativas de solución propuestas en la investigación coadyuvan a la generación de energía eléctrica para un área de la universidad?
- ¿Qué beneficios se obtendrán con la factibilidad de implementación de la tecnología fotovoltaica?

1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo principal.

Diseñar y formular la factibilidad de la instalación de un sistema solar fotovoltaico monofásico asociado con un modelo integral de análisis energético ubicada en un sector de área administrativa de las oficinas del rectorado de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.5.2. Objetivos Específicos de acciones.

- Analizar y cuantificar el consumo energético actual del rectorado de la universidad católica con la finalidad de poder determinar cuanta energía debe producir el sistema solar fotovoltaico para la satisfacción del consumo que realiza.
- Dimensionar el sistema fotovoltaico para autoconsumo considerando, y el comportamiento de la radiación solar en función de la ubicación del área de la universidad.
- Determinar la factibilidad de la instalación solar fotovoltaica mediante el estudio técnico-económico.
- Determinar las ventajas del uso de la energía solar fotovoltaica con respecto al sistema de generación convencional actualmente utilizado en nuestro país.
- Establecer la formulación y resultados obtenidos usando una formulación y cálculos para obtener el equipamiento del sistema y, finalmente, realizar un análisis técnico-económico para poder determinar su viabilidad de ejecución del proyecto.

1.6. Hipótesis del estudio.

Al aplicar un sistema con obtención de recursos energéticos, en la cual se tienen medios alternativos y a la vez amigables con el escenario natural como son los denominados sistemas fotovoltaicos, donde se tendrá como resultante poder satisfacer la demanda eléctrica, así como un importante ahorro de energía eléctrica y también, de recursos económicos para la universidad Católica, esto en función del tiempo quien podrá posicionarse como un proyecto sostenible y sustentable, es decir,

modelo o un ejemplo a la colectividad investigativa de que este tipo de metodología puede llegar a satisfacer y coadyuvar con las necesidades de abastecimiento energético de quien lo requiera. Analizándose correctamente la carga energética actual de la vivienda, dimensionando adecuadamente el sistema fotovoltaico de autoconsumo, valorando el comportamiento de la radiación solar en función de la ubicación del área, y determinando la factibilidad técnico económica de la instalación se podrá realizar el diseño de un sistema solar fotovoltaico de autoconsumo para el abastecimiento eléctrico.

1.7. Diseño y metodología de la investigación.

En la utilización de una metodología de la investigación, como primer punto se debe estudiar integral de la ubicación física del área de estudio; considerando que cada sector tiene sus propias y diferentes características biofísicas, demográficas, socioeconómicas y sobre todo ambientales, en este sentido en el presente estudio que se realizará en la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas, siendo menester recopilar información para establecer una base de datos, los mismos que se basan en las siguientes metodologías:

A) **La metodología tipo exploratoria:** la cual se refiere a la información inicial que se puede obtener en función de la principal y necesaria data del proyecto, la cual, es el primer acercamiento a la problemática.

B) **La Metodología tipo descriptiva:** es donde se utilizará la obtención de datos cuantitativos, así como cualitativos en función de las diferentes variables, resultando ser un método eficaz para la recolección de data e información. Se utilizarán varias herramientas como la exploración física del sector para poder verificar ciertas

características físicas como la posición de los paneles con respecto al sol, al clima, entre otros aspectos.

C) La Metodología tipo explicativa: Cuna vez recopilada la información se podrá plantear el tipo de investigación explicativa, la cual, permitirá tener un amplio conocimiento de la temática, así como también conocer las principales causas que causaron desde un principio la necesidad, para de esta manera poder diseñar con soluciones acertadas.

Se debe ordenar, procesar y resumir toda la información recopilada y tratada con el objetivo de efectuar los análisis cuantitativos, cualitativos y comparativos, respectivamente, los que servirán como base de discusión y toma de decisión para establecer un planteamiento del proyecto más idóneo y factible.

Al final de las metodologías aplicadas se requiere a explicar un comportamiento futuro del proyecto fotovoltaico a proponer para su implementación, el cual tenga como objetivo cubrir las expectativas y necesidades planteadas. (Rodas Beltrán, 2013)

Capítulo II

Fundamentación del Tema.

2.1. Fundamentación Teórica del tema.

2.1.1. Desarrollo sostenible en el tiempo.

Mediante el desarrollo sostenible se ha estructurado para que se implemente en los sistemas de índole productivos y económicos, el respeto, la atención y la preservación del escenario natural (medio ambiente) lo que permite conservar en el tiempo los diferentes recursos a las venideras generaciones permitiendo coadyuvar al medio tecnológico un escenario amigable con el entorno (Castro Alfaro & Marrugo-Salas, 2018), donde se detalla que se debe administrar de una forma responsable los recursos con la disposición de que se dispone para que a futuro se pueda tener disponibilidad de las mismas. Por lo tanto, la responsabilidad social y ambiental se hace imperativo para la supervivencia de las organizaciones.

En los actuales momentos el desarrollo de las actividades de la parte industrial energética, cuyo medio de obtención se fundamenta principalmente de los combustibles fósiles que no son sostenibles, lo cual, ha provocado graves consecuencias de tipo ambiental. De esta forma es menester que se implementen métodos de obtención de este recurso para que conserve los existentes, como son el sistema fotovoltaico sostenible como una alternativa adecuada, social y ecológicamente viable.

Mediante análisis y estudios fundamentados en el avance tecnológico de las energías renovables, y sobre la base de investigaciones asociadas a los sistemas solares y del beneficio energético fotovoltaico (Chavez, 2012) quien afirma que los sistemas sFV son considerados en convertirse en un recurso de alta eficiencia y limpia que sustituirá a las existentes de tipo fuentes convencionales.

2.1.2. Recursos No renovables (RNR).

Son aquellos recursos de tipo natural que se encuentran en cantidades específicas y de manera limitadas, que pertenecen a la tierra, y varias de ellas se han formado en miles de años; tales como son los combustibles fósiles, como el petróleo, el carbón, el gas natural y los metales. (Reynaldo Argüelles & Aguilera Peña, 2020)

2.1.3. Recursos Renovables (RN).

Los aquellos recursos renovables que son naturales, el cual, típicamente reponen sus reservas a una tasa de igual o mayor que la tasa de consumo humano, es decir, como su nombre lo establece, se vuelven utilizables sin riesgo alguno de alguna salida del fluido eléctrico a largo plazo, se recuperan a través de los procesos naturales renovables, esto fundamentalmente debido a que estos son recursos inagotables, además, en estos recursos renovables se tiene un riesgo ambiental mucho menor que el consumo de recursos convencionales (no renovables) como lo son combustibles fósiles. (Rodriguez, 2021)

2.1.4. Energía eléctrica.

La energía de manera general es la capacidad que tienen los cuerpos para realizar un trabajo con base en una estructura (energía interna); de posición (energía potencial), o de movimiento (energía cinética). Según la manera en que se manifieste, se puede considerar diferentes formas de energía, ya sean estas las siguientes:

- a) térmica.
- b) Lumínica
- c) Electromagnética
- d) Química
- e) Eléctrica
- f) Nuclear

g) mecánica,

Entre otras fuentes más. Si a través de un proceso de alguna transformación la energía puede cambiar esta permanecerá constante con base en el principio de conservación de la energía, el cual, indica que la energía no se crea ni tampoco se pierde, solo se transforma, es constante, no habiendo desaparición de energía alguna en el universo, ocurriendo sólo una transición de un sistema a otro sistema, o también la conversión de energía de una manera a otra. (Boletinagrario.com, 2021)

2.1.5. Energía eléctrica renovable (ER).

2.1.5.1. Definición ER.

Este tipo de energía renovable es una energía obtenida mediante fuentes naturales que puede reponerse más rápido de lo que pueda agotarse, como por ejemplo la luz solar y el viento, siendo recursos que se actualizan constantemente. Las fuentes de energía renovables son bastante abundantes y se las pueden encontrar en todos los entornos del planeta; al contrario de las energías no renovables que necesita cientos de miles de años para formarse como combustibles fósiles como lo son el carbón, el petróleo y el gas natural, donde estas energías no renovables son altamente contaminantes al generar en el ambiente gases de efecto de invernadero como el dióxido de carbono. (Ñustes-Cuellar & Rivera-Rodriguez, 2017)

2.1.5.2. Energía No Renovable.

Las energías no renovables son energías de tipo convencionales, que se encuentran en cantidades limitadas, que difícilmente se sustituyen o se reponen, siendo la más utilizada las fósiles derivados de los combustibles como el petróleo, el

carbón, el gas natural, estas causan un impacto ambiental, y debido al crecimiento de la población humana se ve más aun limitado, esto en función de su demanda de generación eléctrica.

2.1.5.3. Fuentes de energía renovable o alterna.

En un mundo globalizado en donde la investigación de alternativas energéticas sostenibles es más crucial e importante que nunca, los diferentes Tipos de tecnologías de energía solar surgen como una solución inagotable y de manera limpia, de diferentes formas, y adaptándose a las necesidades específicas, y conociendo de cómo cada tecnología aprovecha el poder del sol. Entre las distintas tecnologías tenemos las siguientes a) energía solar fotovoltaica; b) energía solar térmica; c) energía termosolar o termoelectrica; d) energía solar pasiva; e) energía solar híbrida.

a) Energía solar fotovoltaica. – Es al obtener la conversión de la luz solar en electricidad basado en el efecto fotovoltaico utilizando paneles o placas solares elaborados en su gran mayoría de silicio, su aplicación o uso es en la producción o generación eléctrica.



Figura 1: Energía solar fotovoltaica
Fuente: (Energía, 2022)

b) Energía solar térmica. - Es aprovechando la energía solar para generar calor, se utilizan colectores (planos y de tubos de vacío) para capturar la radiación solar y luego ser transferida esa energía al fluido que circula a través de ellos, se utilizan para agua caliente sanitaria, piscinas, calefacción en invernaderos agrícolas, entre otras.



Figura 2: Energía solar térmica
Fuente: (Energía, 2022)

c) Energía termosolar o termoeléctrica (CSP). -Es conocida también como concentración solar o CSP (concentrated solar power), es una generación solar térmica que utiliza espejos o heliostatos en la cual concentra la radiación solar en un receptor central, se utiliza para generar electricidad.



Figura 3: Energía termoeléctrica
Fuente: (Energía, 2022)

d) Energía solar pasiva. -Es aquella que aprovecha el diseño arquitectónico y los materiales para su uso son sin requerimientos mecánicos o eléctricos complejos, se los aplica en edificios para aprovechar el calor natural.



Figura 4: Energía solar pasiva
Fuente: (Energía, 2022)

e) Energía solar híbrida. -Es la combinación de cualquier energía solar con otras energías, principalmente de tipo renovables, puede ser la combinación de la energía solar y la eólica.



Figura 5: Energía solar híbrida
Fuente: (Energía, 2022)

2.1.6. Ssistemas fotovoltaicos.

2.1.6.1. Definición.

Le corresponde a un conjunto de componentes, accesorios, elementos eléctricos y electrónicos, respectivamente, que produce energía eléctrica por intermedio de la radiación solar proveniente del sol. En la conversión de la energía lo principal son a los módulos fotovoltaicos con base a su diseño de fabricación y que son aquellos que absorben la radiación solar que es emitida en forma de ondas electromagnéticas y por conformación de células que con base a su diseño son elaborados para absorber la radiación, este conjunto de células excitan a los electrones ubicados en el dispositivo semiconductor originando una diferencia de potencial o voltaje entre las placas (Perpiñan, 2013), en la figura siguiente se presenta los principales componentes de la instalación fotovoltaica.

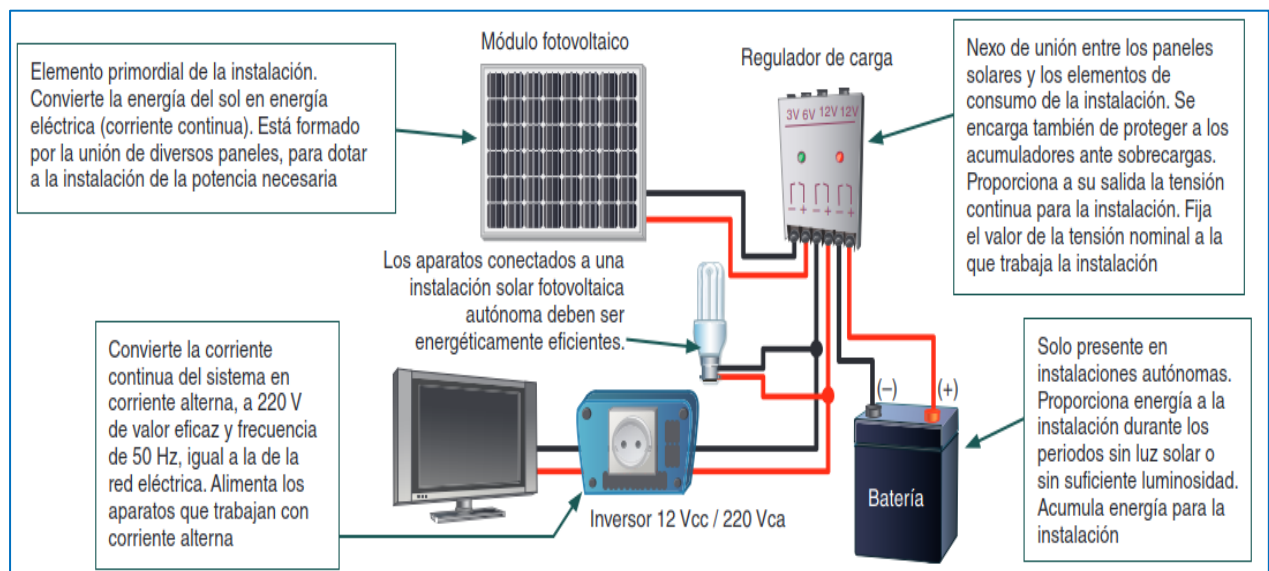


Figura 6: Sistema fotovoltaico
Fuente: (Helioesfera, 2021)

2.1.6.2. Tipos de sistemas fotovoltaicos.

Estas instalaciones solares fotovoltaicas (ISF) se pueden clasificar en dos tipos las mismas que van en función de su aplicación con base en su diseño de fabricación y a las condiciones de la red, estas son las autónomas y las conectadas a la red. Tenemos de manera general dos tipos de sistemas fotovoltaicos

Uno. - Sistema conectado a la red, el cual, es un sistema integrado con sistemas eléctricos domésticos, comerciales e industriales comunes. Se los pueden utilizar indistintamente o junto con la red pública, con el fin de satisfacer las necesidades energéticas.

Este tipo de sistemas fotovoltaico es beneficioso y muy ventajoso, siendo uno de estos beneficios el que gozan del pliego tarifario en su facturación mensual de energía eléctrica de una empresa distribuidora, donde se debe instalar un medidor bidireccional para registrar los dos tipos de consumos eléctricos provenientes de las fuentes generadoras, se muestra la instalación conectada a la red en la siguiente figura.

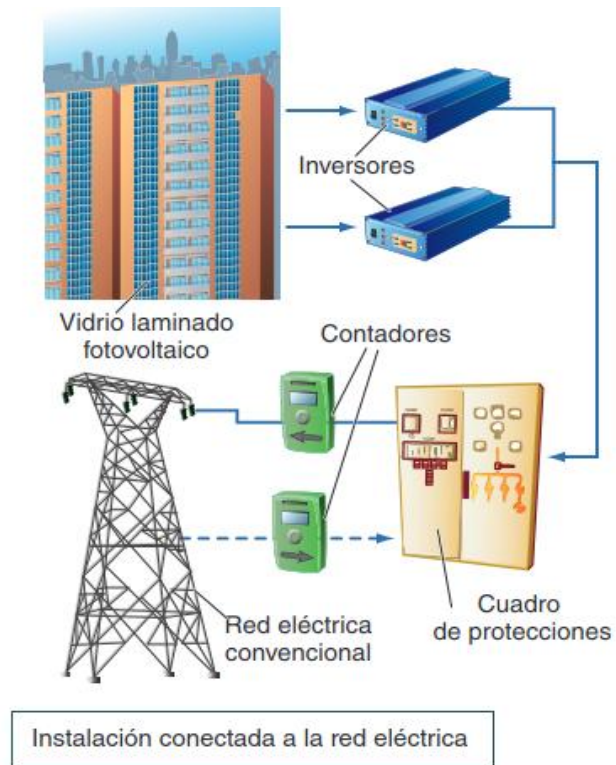


Figura 7: Sistema solar fotovoltaico interconectada a la red pública
Fuente: cairographicorg

Dos.- Sistemas aislados o autónomas, y son aquellos sistemas que están elaborados o diseñados en el cual se incluyen baterías para que garantice el funcionamiento continuo durante la noche e inclusive en momento en que los niveles de la radiación solar son insuficientes o climas fríos sin sol, y son independientes, no necesitan conectarse a la red eléctrica pública eléctrica o cualquier otro tipo de red externa, este sistema entrega energía en donde se encuentren ubicadas, se muestra en la siguiente figura el sistema autónomo:



Figura 8: Sistema solar fotovoltaico autónomo
Fuente: cairographicorg

2.1.6.3. Operación de un sistema fotovoltaico.

Los conocidos paneles fotovoltaicos (solares), están fabricados por un conjunto de células fotovoltaicas la cual captan la luz del sol convirtiendo la energía solar en energía eléctrica, son elaborados de elementos semiconductores portadores de energía como lo tiene el silicio, se conectan entre sí para crear un módulo. Un panel solar típico puede estar conformado por unos 30 módulos.

Cuando en el instante que el semiconductor del panel fotovoltaico recibe la luz emitida por los rayos solares, los electrones comienzan a liberarse de su lugar y

fluyen a través del semiconductor con una carga negativa, lo cual se mueven a través de la celda hacia la sección o área frontal, provocando un desequilibrio de carga entre las dos superficies la frontal y la posterior, debido a este desequilibrio a su vez se produce una diferencia de potencial similar a los terminales negativo y positivo de una batería, posteriormente la electricidad se aloja en los cables conductores y se la utiliza o se almacena inmediatamente en la batería del diseñado sistema fotovoltaico. En un día nublado, no producirán tanta energía como en un día soleado. (López Mas et al., 2022)

Los diferentes elementos semiconductores pueden comportarse en unos casos como un aislante o en otro como caso de un conductor normal, esto en con base en el voltaje / corriente que se tenga aplicado en sus extremos, además, en la capa central o puerta. Convirtiéndose necesario (útil) por lo que hace producir el efecto fotoeléctrico, en la siguiente figura se muestra el efecto:

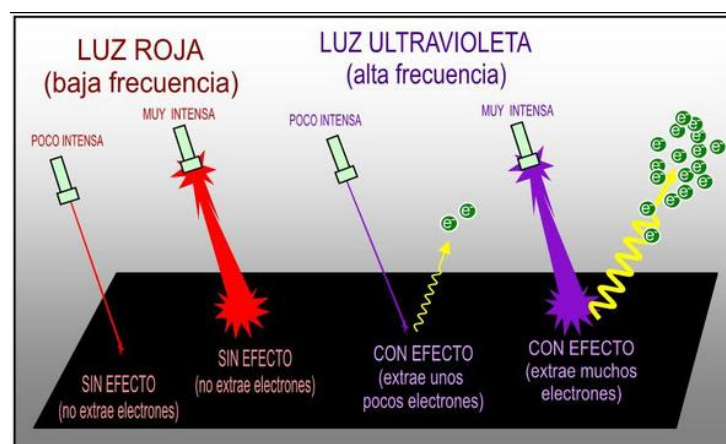


Figura 9: Efecto fotoeléctrico (comportamiento del semiconductor)

Fuente: <http://fisicayquimicaaltoguadiato.blogspot.com/2018/10/el-efecto-fotoelectrico-da-el-nobel.htm>

Efecto fotovoltaico.

Se origina mediante el contacto de dos placas de diferentes tipos de semiconductores de configuración P-N, siendo la principal aplicación de efecto fotoeléctrico con proceso de la absorción de los rayos solares proveniente de la

radiación, en esta célula fotovoltaica se produce un flujo de electrones en un continuo movimiento, el mismo que fluye de manera libre entre las dos placas semiconductoras, en la figura siguiente se muestra el proceso:

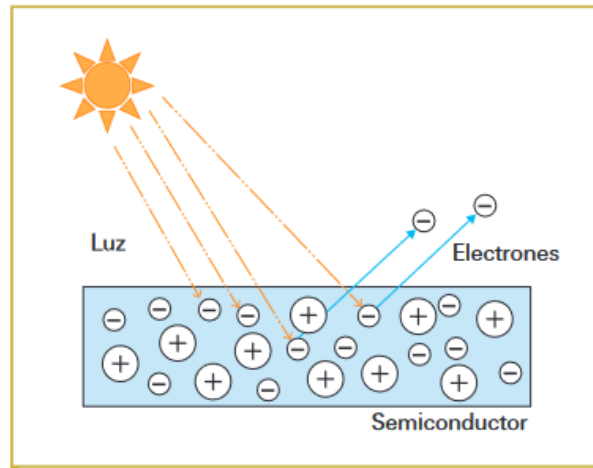


Figura 10: Efecto fotoeléctrico (interacción)

Fuente: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/online/X1_71_3_1267_EnergiaSolar

2.1.6.4. Constitución de un sistema solar fotovoltaico.

Los componentes en un sistema fotovoltaico van a variar dependiendo de la aplicación al cual se diseñen (autónoma o conectada a red)

Los principales componentes son:

- **Módulos fotovoltaicos:**

El sistema fotovoltaico hace una captura de la energía emitida por los rayos solares utilizando componentes especiales llamados módulos fotovoltaicos que pueden generar electricidad cuando estos se exponen a la luz solar.



Figura 11: Estructura de un panel solar fotovoltaico
Fuente: <https://www.pv-magazine-latam.com/2022/04/19/bluetti-lanza-un-modulo-solar>

2.1.7. Elementos de un sistema fotovoltaico.

2.1.7.1. Panel solar.

Un panel solar es aquel encargado de recoger la energía/radiación solar y se convertirla en electricidad a través del desarrollo fotovoltaico, el cual, está compuesto de pequeñas células fotovoltaicas.



Figura 12: Módulo fotovoltaico
Fuente: (Energía, 2022)

2.1.7.2. Definición de Célula fotovoltaica.

Este componente fotovoltaico es una de la parte más fundamental la cual es la encargada de transformar la radiación proveniente de los rayos solares en electricidad por medio del efecto fotovoltaico, teniendo como resultado la corriente continua. Este componente fotovoltaico está conformado por dos capas entre una capa posterior y un vidrio de manera frontal, que son de polímero termoplástico u otro tipo de vidrio, se emplea una lámina de vidrio cuando se requieran módulos con cierta transparencia. (Nascimento, 2010)

Las células fotovoltaicas que son más comunes están elaboradas de silicio y se pueden dividir en tres subtipos: a) Célula fotovoltaica de silicio monocristalino.; b) celdas de silicio amorfo la cual son menos eficientes y más baratas; c) célula fotovoltaica de componente silicio policristalino para una mayor eficiencia.

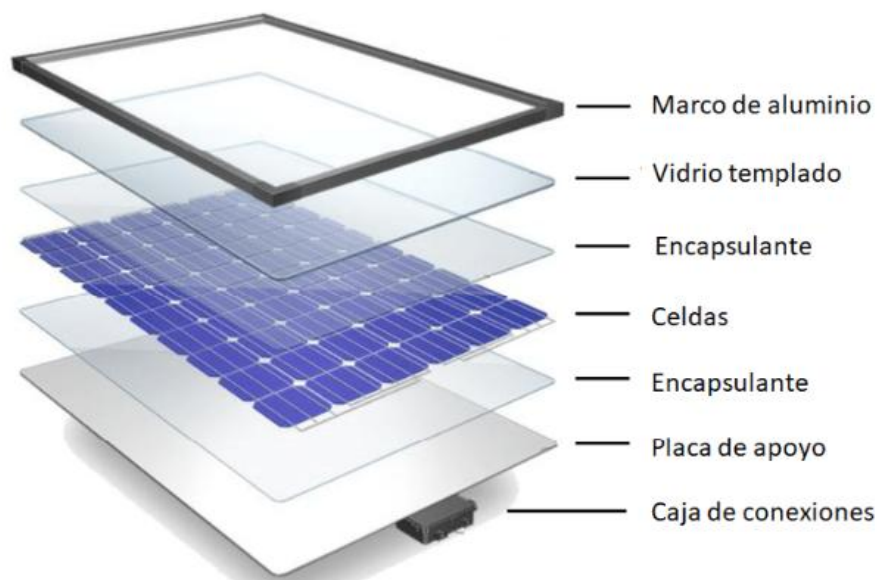


Figura 13: Partes de un módulo solar fotovoltaico

Fuente: <https://www.pv-magazine-latam.com/2022/04/19/bluetti-lanza-un-módulo-solar>

2.1.9. Orientación de módulos FV.

A continuación, se detalla la inclinación del sol sobre el área con respecto a un plano de horizontal, donde se puede observar las coordenadas geográficas, así como la radiación de incidencia al módulo fotovoltaico propagada por los rayos solares, en la cual, se describen los términos o definiciones respecto a su nomenclatura:

θ = ángulo de incidencia solar

β = ángulo de inclinación del módulo fotovoltaico

z = Azimut solar

α = orientación del azimut del módulo fotovoltaico

h = altura solar

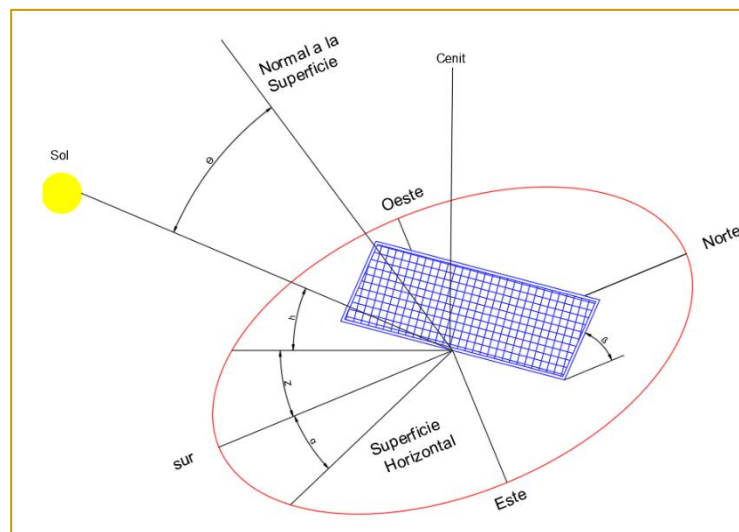


Figura 14: Posición del sol sobre un área plana
Fuente: Autor.

La energía en parte influye sobre la superficie horizontal, y es receptada por el módulo, en la cual recibe la radiación máxima difusa y mínima reflejada, la que variará de acuerdo a la inclinación y a su ubicación que tengan los rayos solares en ese momento con relación al ángulo solar en un rango de tiempo denominado también irradiación (Vazques, 2014).

Se muestra en la figura un acoplamiento del movimiento del sol en un área plana, el eje y la inclinación isma, en la cual, se recepta un módulo solar para obtener una aceptable captación de la radiación en este caso difusa.

Con el movimiento y su inclinación que tiene el astro sol sobre un módulo FV, se obtiene un sistema de representación poligonal donde se detalla el rango de captación en porcentaje en la cual la captación mínima es de un 56% y un máximo de 97%.

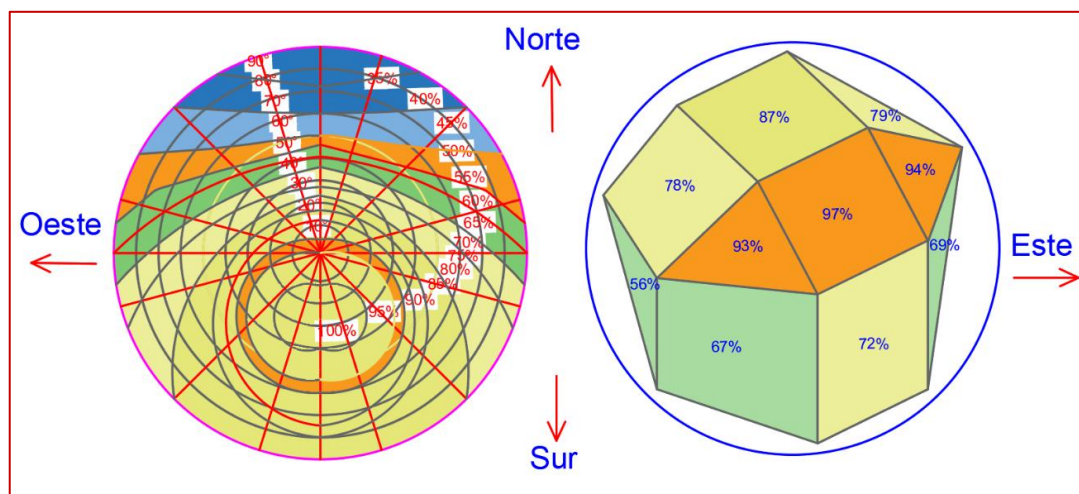


Figura 15: Orientación de módulo solar FV
Fuente: Autor

2.1.10. Conexiones de módulos fotovoltaicos.

Conexión de módulos FV en serie. – Su función es idéntica como el de una fuente que genere energía, cuya resultante es la sumatoria total de los voltajes de los módulos conectados, mientras que la corriente que circula es la misma o igual entre los elementos conectados, tal como se aprecia en la siguiente figura o esquema:

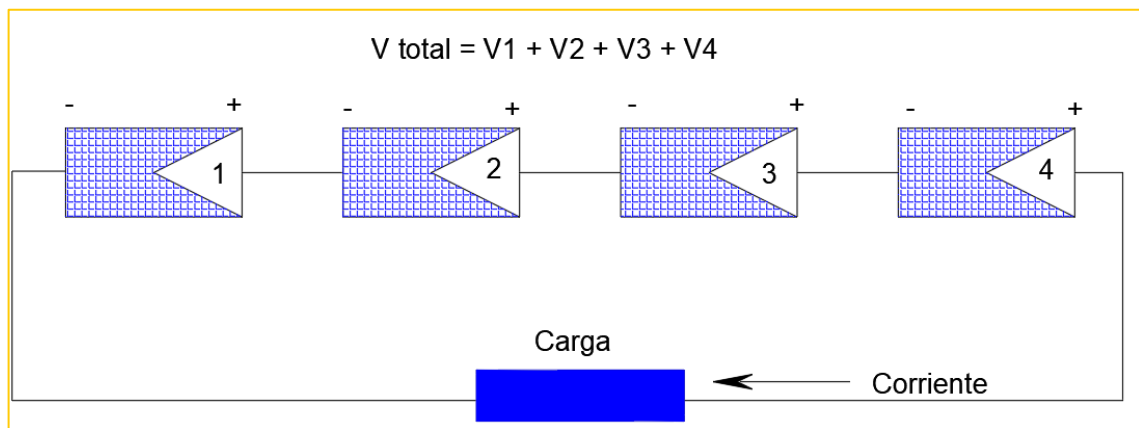


Figura 16: Conexión de módulos FV en serie

Fuente: Autor.

Conexión de módulos FV en paralelo. – Se conectan en paralelo entre ellos, teniendo como resultado el mismo voltaje en cada uno de los módulos, sin embargo, por cada módulo FV circulará una corriente eléctrica, donde la sumatoria de estas corrientes es la corriente total, tal como se aprecia en la siguiente figura o esquema:

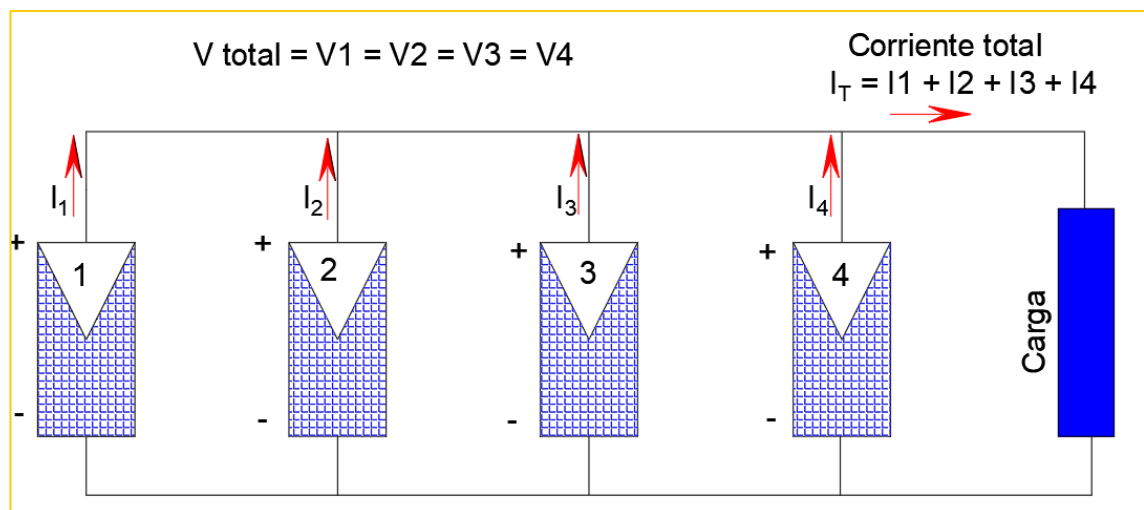


Figura 17: Conexión de módulos FV en paralelo

Fuente: Autor.

Conexión de módulos FV mixta. - Se diseñan arreglos en serie y paralelo para poder obtener valores requeridos que van de acuerdo al tipo de sistema de acuerdo al tipo

de controlador, inversor entre otros elementos a implementar, la configuración y el diseño de los módulos FV tendrá que ajustarse al voltaje y a la corriente eléctrica permisible de acuerdo a los dispositivos, tal como se aprecia en la siguiente figura o esquema:

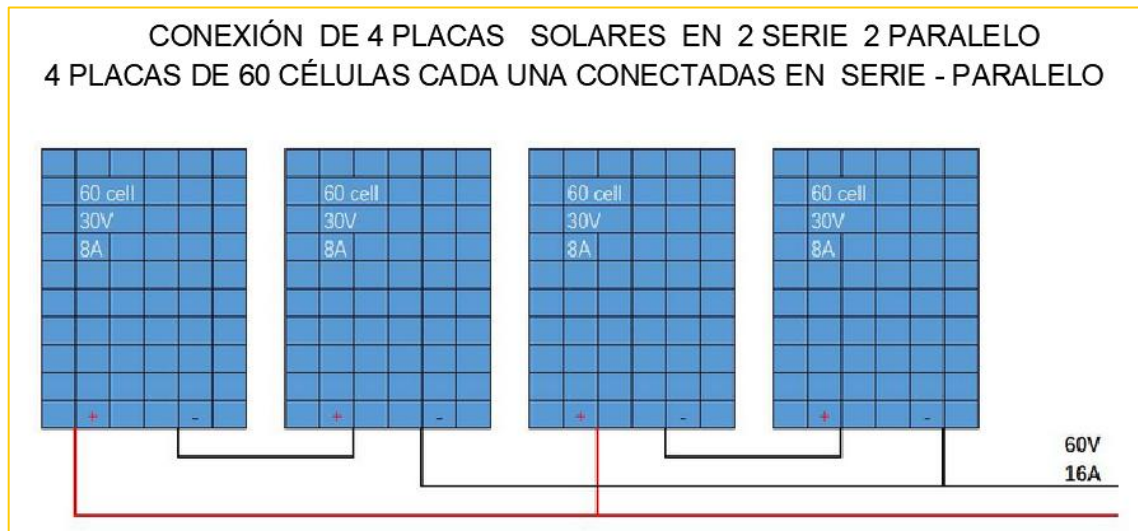


Figura 18: Conexión de módulos FV mixta

Fuente: <https://www.prostarsolar.net/es/conexion-serie-paralelo-de-placas-solares.html>

2.1.11. Convertidor.

Convierte la energía proveniente de los módulos FV (corriente continua - DC) en un tipo de energía utilizada por diferentes tipos o categorías de usuarios (corriente alterna - AC). En función de obtener una mayor seguridad del sistema diseñado, los convertidores contienen dispositivos de seguridad que hace desconectar la energía en caso de un corte o pico de energía.

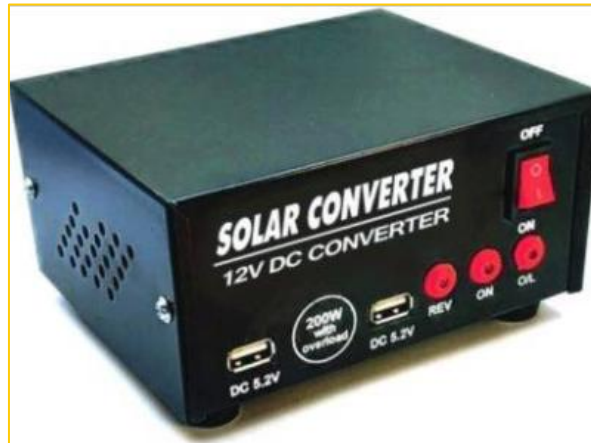


Figura 19: Convertidor solar fotovoltaico

Fuente: <https://www.pv-magazine-latam.com/2022/04/19/bluetti-lanza-un-modulo-solar>

El panel fotovoltaico suministra energía en forma de CD (directa). Esta corriente se puede convertir en CA (alterna) mediante un elemento denominado inversor y así poder suministrar a la red o a la red interna. (Trujillo Rodríguez et al., 2012)

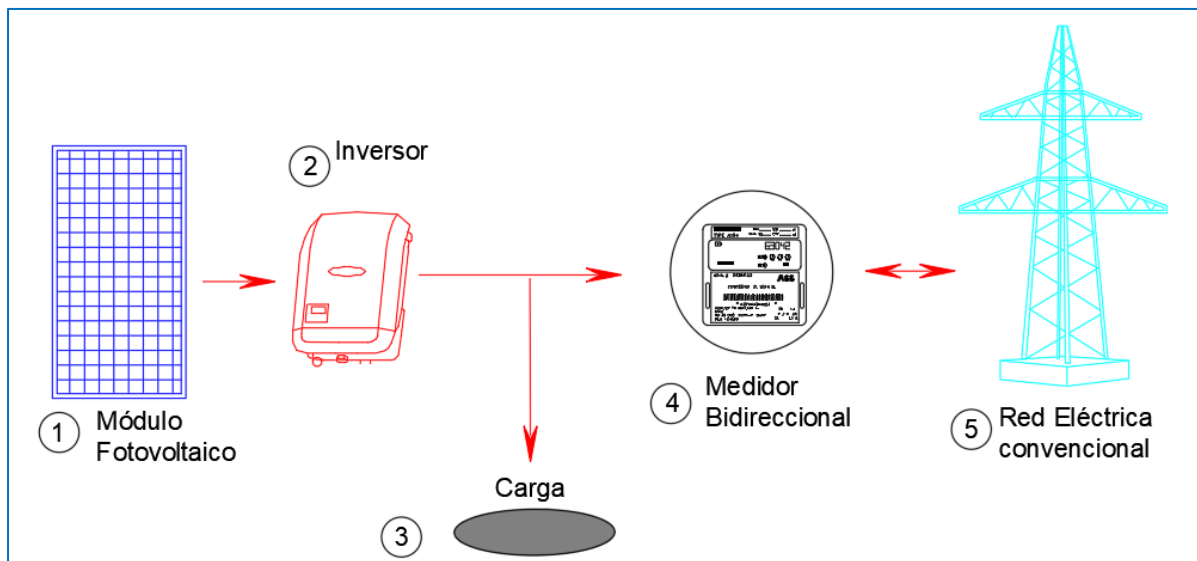


Figura 20: Inversor interconectado a la red.

Fuente: Autor

Entre las clasificaciones de inversores de corriente se tiene:

a) **El Inversor tipo de conexión aislada** es un inversor en la cual se aplica en instalaciones FV aisladas o y de aplicación autónoma, son utilizable para necesidades individuales.

b) **Inversores monofásicos y trifásicos:**

El inversor monofásico es aquel que está conectado directamente a la red eléctrica, y proporcionan electricidad para uso común en las viviendas, en electrodomésticos, iluminación y tienen valores bajo de consumos en sus facturas.

c) **El Inversor trifásico** está conformado por tres conexiones delgadas que transmiten energía de forma permanente, esta conexión no es muy común en las viviendas, estas se utilizan para motores. El inversor conlleva en su instalación un conjunto de normativas emitidas por la ARCONEL y de empresas distribuidoras, así como de protecciones técnicas de acuerdo a la reglamentación vigente electrotécnico en un nivel de bajo voltaje.

d) **El Inversor de onda sinusoidal modificada** la cual corresponde a una onda de forma generada, que puede ser de tipo cuadrada, y no es aconsejable emplearlas en cargas fuertes donde contenga elementos electrónicos sensibles, más bien se lo pueden emplear para cargar teléfonos móviles, televisión, iluminación, radio, entre otras.

e) **El Inversor de onda senoidal pura.** - corresponde a un tipo de inversor idóneo para aplicaciones en instalaciones eléctricas domésticas, por su adaptación a un mejor funcionamiento de los equipos eléctricos que necesiten de la corriente alterna de alta calidad, teniendo como ejemplo una lavadora, un refrigerador, horno microondas , entre otros (Anónimo, 2012)

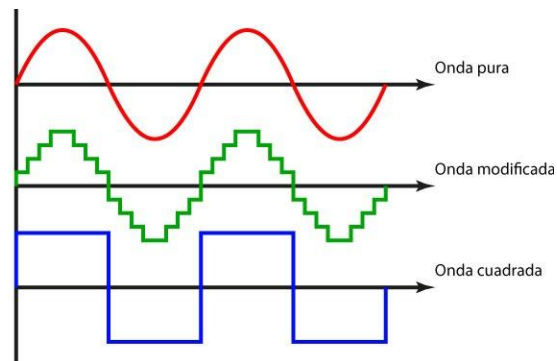


Figura 21: Tipos de inversor según la calidad de onda generada
Fuente: (DCA, 2022)

2.1.12. Baterías y reguladores de carga.

2.1.12.1. Banco de baterías.

Denominados acumuladores de energía eléctrica, corresponden a aparatos con capacidad de guardar energía eléctrica la cual, puede ser utilizados en casos de respaldo en emergencia en diferentes horarios o compensación de la energía para sistemas FV que son de aplicación autónomos, la cual pueden tener reserva con una autonomía mayor o igual de hasta 2 horas, en la figura siguiente se muestra la instalación de un banco de baterías conformada por cuatro (4) sets para reserva.



Figura 22: Banco de acumuladores (baterías)
Fuente: <https://www.pv-magazine-latam.com/2022/04/19/bluetti-lanza-un-modulo-solar>

El uso de baterías, además, ayuda a proporcionar una corriente eléctrica mayor a la que puede suministrar el panel FV durante su operación.

Están constituidas por pequeños acumuladores eléctricos de 2 Voltios conectadas en una celda, estas funcionan con 6, 12, 24 o 48 Voltios de corriente continua y almacena energía en un proceso electroquímico. Las que más aplicaciones y usos tienen son las baterías de plomo – ácido, cuya eficiencia está por el orden del 85 al 95%, mientras que las de níquel Ni-Cad tienen una eficiencia por el orden del 65%. (Espinel-Blanco et al., 2020)

2.1.12.2. Clasificación de baterías solares.

Baterías de ácido-plomo para paneles solares. - Son el tipo de batería más antiguo. Estas baterías son capaces de entregar altas corrientes, se caracterizan por una alta densidad de energía. Esta característica y el bajo precio los hacen adecuados para muchas aplicaciones, especialmente en aplicaciones de energía solar, paneles solares y automóviles. Después de todo, pueden proporcionar la alta corriente requerida por un principiante.

Las baterías de plomo ácido fallarán prematuramente si no se cargan por completo después de cada ciclo. Dejar que una batería de plomo-ácido se descargue (durante varios días) en cualquier momento resultará en una pérdida permanente de capacidad.



Figura 23: Batería tipo plomo ácida
Fuente: <https://autosolar.es/baterias-litio>

Baterías líquidas - electrolito líquido. - Este tipo de baterías almacenan energía a partir de un combustible recargable que consta de electrodos o nanopartículas. Este combustible se encuentra en estado líquido. Hay dos tipos de pilas líquidas: Abierto, con tapa para cambio de agua. De forma hermética, cerrada, pero con una válvula que permite la salida de cualquier gas en caso de sobrecarga.



Figura 24: Batería tipo líquida
Fuente: <https://autosolar.es/baterias-litio>

Baterías AGM - Batería Absortion Glass Mat.- Son las baterías más avanzadas, el ácido se fija en las fibras de vidrio, donde el ácido es rápidamente absorbido por las placas de plomo, y de una mejor manera, donde casi todas estas baterías AGM contienen una válvula reguladora denominada Lead Acid Valve Regulator (VRLA).

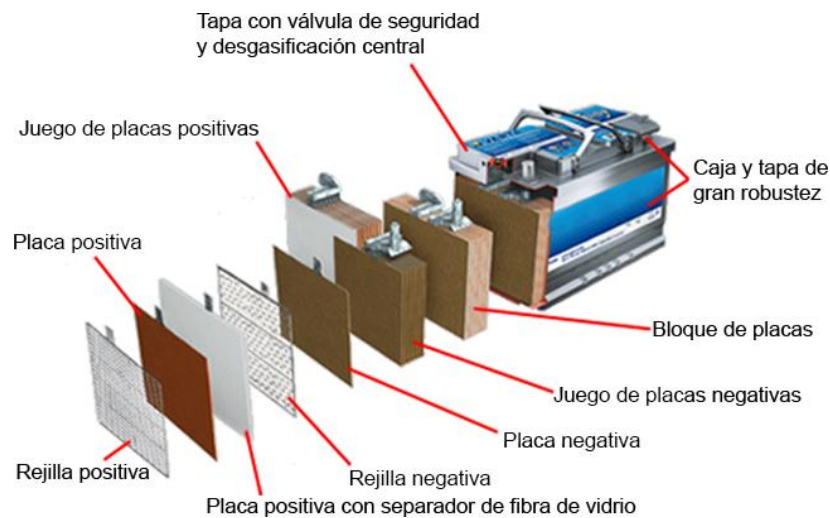


Figura 25: Baterías AGM – Batería tipo Absortion Glass Mat
Fuente: <https://www.pv>

Baterías de litio: Conocidas como las de Li-ON corresponde aquellas que son baterías de litio, están selladas y libres de mantenimiento, fabricadas para ocupar menor espacio físico, su tiempo de carga es mínimo, además soportan altas temperaturas, y no emite la propagación de gases al medio ambiente, su vida útil está entre los 5 a 20 años, pero tiene un alto costo económico, en la siguiente figura se detalla un modelo de la batería Li-ON.



Figura 26: Batería de Li - ON
Fuente: <https://autosolar.es/baterias-litio>

2.1.13. El Regulador de carga FV.

Su principal función es evitar situaciones de carga y de sobre descarga de la batería, el cual, garantiza una carga lo suficiente para el acumulador, por el lado de la descarga se la función es asegurar la entrega de suministro eléctrico diario para que sea suficiente, por consiguiente evitar la descarga excesiva de la batería, influyendo en su vida útil, convirtiéndose de suma importancia instalar un sistema de regulación de carga ubicado entre la unión de los paneles solares FV y las baterías de respaldo, así como se muestra en la figura siguiente.

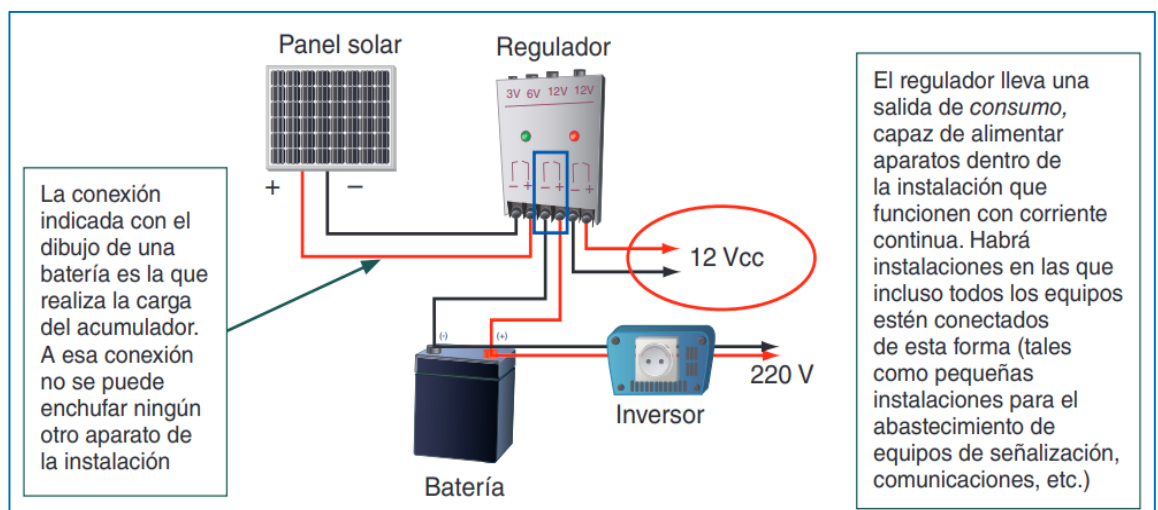


Figura 27: Esquema de conexión de un regulador
Fuente: cairographic.org

2.2. Arreglo Fotovoltaico.

En estos arreglos fotovoltaicos se conectan los variados paneles de sFV ya sean en serie y/o en paralelo, de acuerdo a su configuración y diseño para generar cada vez mayores cantidades de voltajes y/o corrientes de acuerdo a la potencia requerida, por consiguiente, mayores potencias eléctricas, en la cual, se puede manejar valores muy altos de corriente y voltaje. Las diferentes características, los mismos que van de acuerdo al número de módulos diseñados ya sean conectados en serie y en paralelo. En resumen, de manera general, se puede establecer que la unidad básica de generación de potencia eléctrica por medio del efecto fotovoltaico es una celda solar fotovoltaica. En la figura siguiente se muestra la secuencia en construcción desde las celdas, hasta un arreglo fotovoltaico:

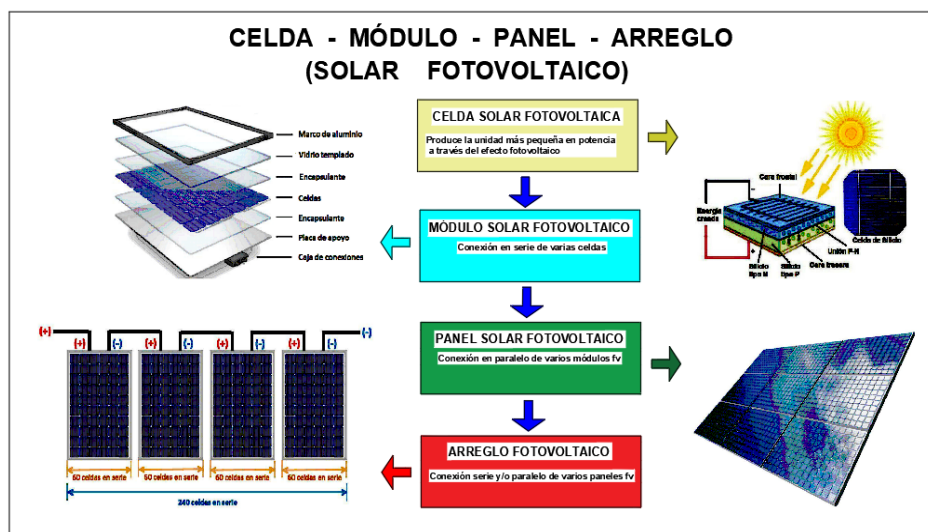


Figura 27.1: Estructura de un arreglo fotovoltaico
Fuente: Autor

2.3. Fundamentación Legal.

La temática compleja sistemas FV de estudios, investigaciones, proyectos en función de sus diseños en sus implementaciones deberán necesariamente cumplir con las normativas técnicas vigentes, y de seguridad de acuerdo con los estándares

a nivel nacional y global, siendo requisitos indispensables para su conexión a la red de abastecimiento público.

2.3.1. Marco legal.

Fundamentalmente el marco legal es una de las partes más alta de la normativa vinculada a la Constitución de la República del Ecuador, la cual, es la norma suprema a la que está vinculante a toda la legislación ecuatoriana, en el campo del sector eléctrico se detallan, en los artículos N° 313 y N° 314, y estipula que “el estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos”, los mismos que “conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia”, por consiguiente, estas convenciones legales representan un rol fundamental en ámbitos sectoriales, en generación, en transmisión, en distribución, en la comercialización, en el alumbrado público general, en la administración y la operación del SIN (Sistema Nacional Interconectado); de igual manera las transacciones internacionales del sector eléctrico.

Actualmente las normativas que rigen los temas fotovoltaicos están vinculantes a la resolución Nro. 013/2021 y la regulación Nro. 001/2021 (ARCERNNR, 2021) asociadas a la resolución Nro. ARCONEL 042/18 y regulación ARCONEL # 003/18 en la cual como uno de los objetivos es el planteamiento de las diversas condiciones para su óptimo y normal funcionamiento, así como su implementación y su participación, considerando además, la instalación de un sistema de micro generación Sfv de hasta 100 kW nominal de potencia eléctrica para consumidores de aplicación tarifaria residenciales; o también que tengan el interés de instalar SFV de hasta 300 kW nominal de potencia; y, de hasta menos de 1000 kW nominal para

aquellos consumidores de aplicación tarifaria comercial o de tipo industrial en el sector ecuatoriano.

Además, se tiene las diferentes Normativas aplicables para diseño de sistemas fotovoltaicos, las cuales corresponden: a) Código Eléctrico Nacional (NEC; b) la IEC (International Electrotechnical Commission); c) Ley Orgánica del servicio público de energía; d) Eficiencia energética en la construcción del Ecuador; e) Norma ecuatoriana de la construcción (NEC).

Capítulo III

Metodología de la investigación.

(levantamiento de información)

3.1. Localización física del proyecto a investigar.

El proyecto físicamente se encuentra ubicado en la Av. Carlos Julio Arosemena en el Km. 5 y corresponde al área administrativa del rectorado en el edificio principal de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, frente a la ciudadela universitaria en la ciudad de Guayaquil, parroquia Ximena, a continuación, se muestra la localización del edificio:



Figura 28: Ubicación física del proyecto FV.
Fuente: Autor

3.2. Información técnica de la universidad.

La universidad tiene un medidor registrador de energía eléctrica con punto de medición en a nivel de medio voltaje (13800 voltios) de tipo indirecta con transformadores de medición potencial de 70/1 de relación ; y transformadores de medición de corriente de 100/5 de relación , con un factor de multiplicación del

medidor es de 1400 veces; tiene una tarifa Arconel de tipo comercial con demanda horaria en medio voltaje, tiene una demanda de potencia facturable corresponde alrededor de 1890 kW (1,89 MW de potencia); el consumo promedio de aproximadamente 284.300 kWh-mes, con un valor económico promedio de la planilla energética de \$45.600, en la figura siguiente se muestra el detalla del diagrama unifilar eléctrico.

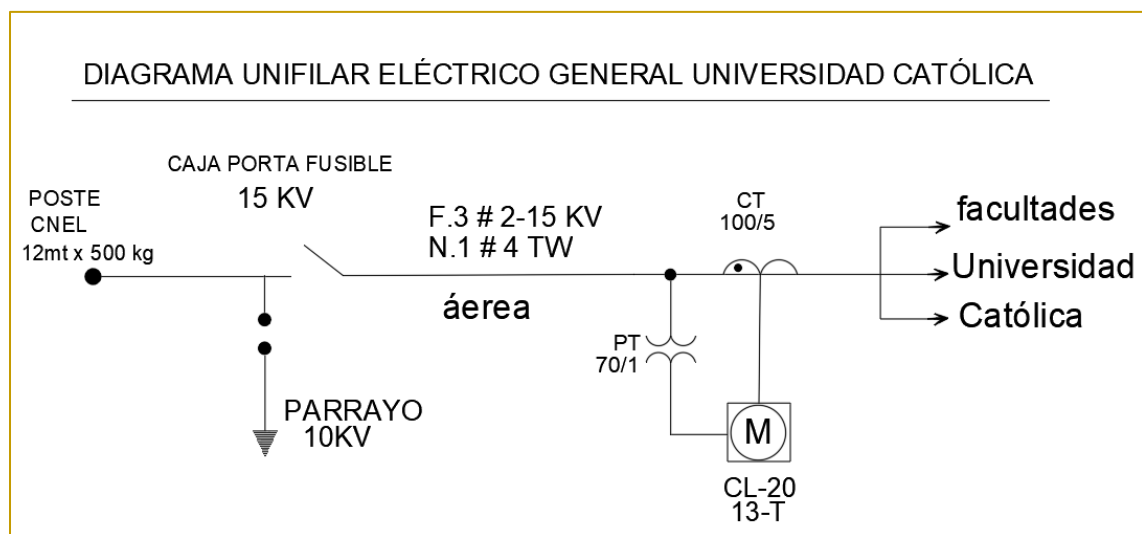


Gráfico 1: Diagrama unifilar eléctrico de la UCSG.
Fuente: Autor

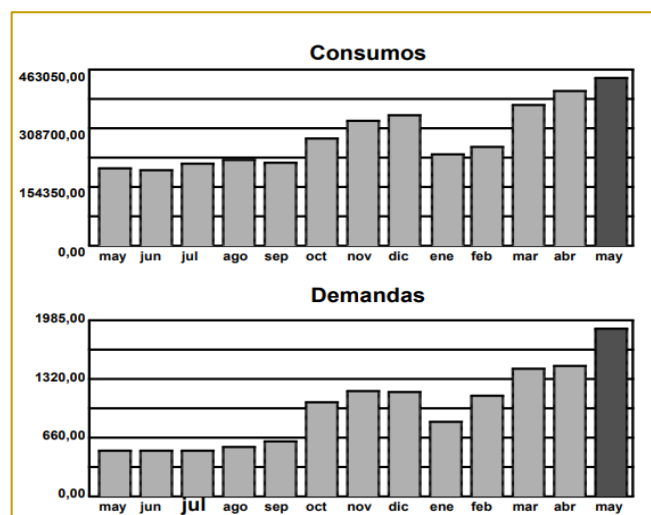


Gráfico 2: históricos de Energía y Potencia eléctrica.
Fuente: CNEL EP UNG

En el siguiente gráfico se muestra las zonas o áreas administrativas del rectorado ubicado en el edificio principal de la universidad (ucsg).

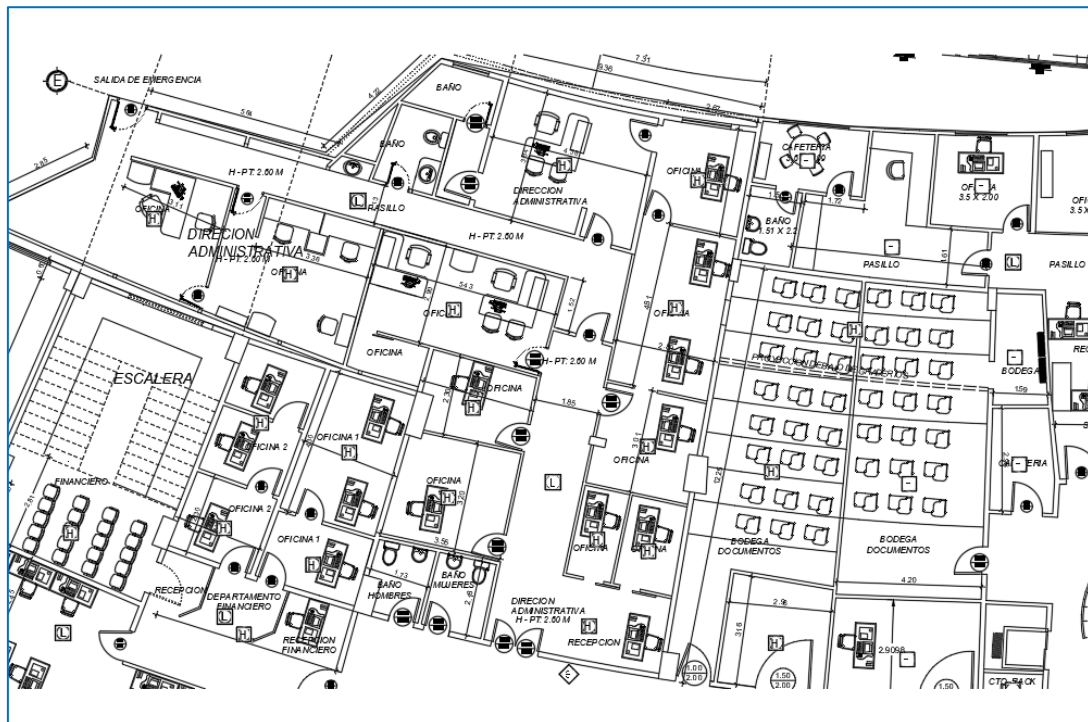


Gráfico 3: Zonas definidas administrativas del rectorado.
Fuente: Autor

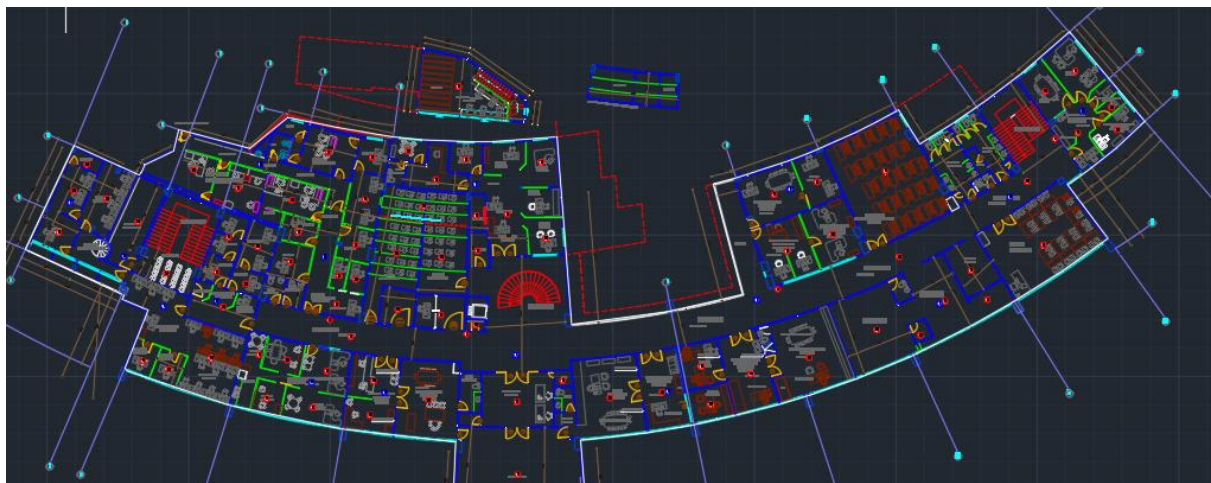


Gráfico 4: Zonas o áreas administrativas del rectorado.
Fuente: Autor

En la siguiente tabla se detalla la cantidad de equipos o aparatos eléctricos con sus respectivos potencias y consumos proyectados diario de cada uno de ellos.

CARGA RECTORADO UCSG					
EQUIPO / DISPOSITIVO	POTENCIA (Vatios)	CANTIDAD (C/U)	SUBTOTAL	F.D.	TOTAL
Luminarias 60x60	40	16	640	0.90	576
Parlante	40	1	40	0.50	20
Aire acondicionado	4,128	2	8,256	0.90	7,430
Impresora	100	3	300	0.40	120
Pantalla táctil	70	1	70	0.30	21
computador	300	3	900	0.80	720
UPS	3,000	1	3,000	0.90	2,700
surtidor de agua	300	1	300	0.90	270
Cafetera	200	1	200	0.60	0
TOTAL	8,178	29	13,706		11,857

POTENCIA (Watt):	11,857
FACTOR DE COINCIDENCIA	0.90
DEMANDA TOTAL (VATIOS)	10,672
VOLTAJE (Voltios):	240
FACTOR DE POTENCIA (adimensional):	0.92
CORRIENTE (Amperios):	48
PROTECCIÓN PRINCIPAL CON MARGEN DE SEGURIDAD (Amperios)	60
DISYUNTOR PRINCIPAL:	2P-60 amperios

Tabla 1: Detalle de Equipos eléctricos del rectorado.
Fuente: Autor

3.3. Irradiación promedio en la zona del proyecto a implementar.

De acuerdo con la ubicación establecida exactamente en el sector del montaje de los paneles solares y con la actual web correspondiente a la aplicación en tiempo real del Global Solar ATLAS v 2.7 a junio de 2025 se tiene el valor de la irradiación a utilizar en los cálculos de los equipos, esto es, con base en la data generada por el Global Solar ATLAS Versión 2.7 vigente en la web, se tiene una irradiación horizontal global de un valor de 4,487 kWh/m² por día.

GHI = 4,487 kWh/m²*día

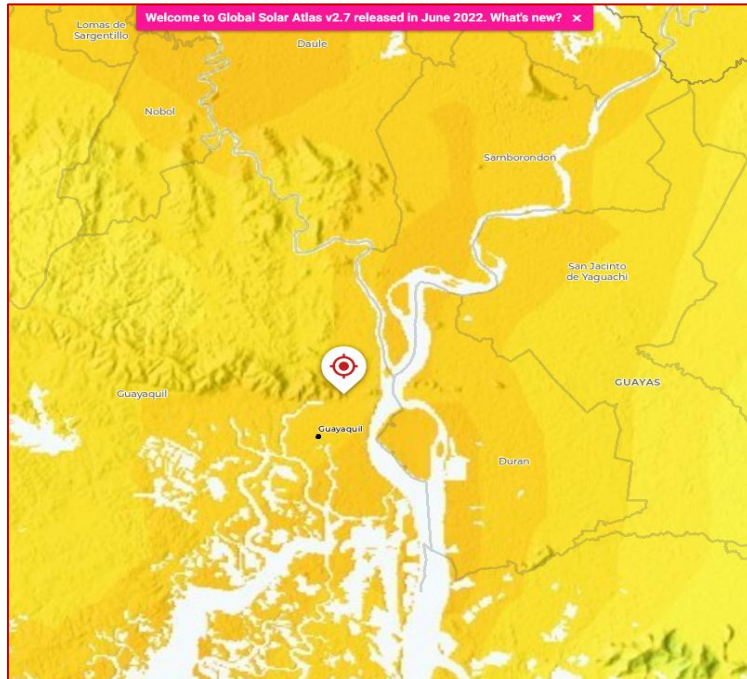


Figura 29: zona establecida del proyecto con la irradiación solar.
Fuente: <https://globalsolaratlas>

Esta Irradiancia solar Global (GHI) es la que se utiliza debido a que es la más viable para los análisis y formulaciones, donde la resultante de la componente vertical de la radiación directa más la radiación difusa. En el link en detalle a continuación se tiene acceso a la información necesitada y requerida para la consideración de los cálculos a efectuar:

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

En la figura siguiente se detalla la información obtenida desde la ubicación del proyecto.

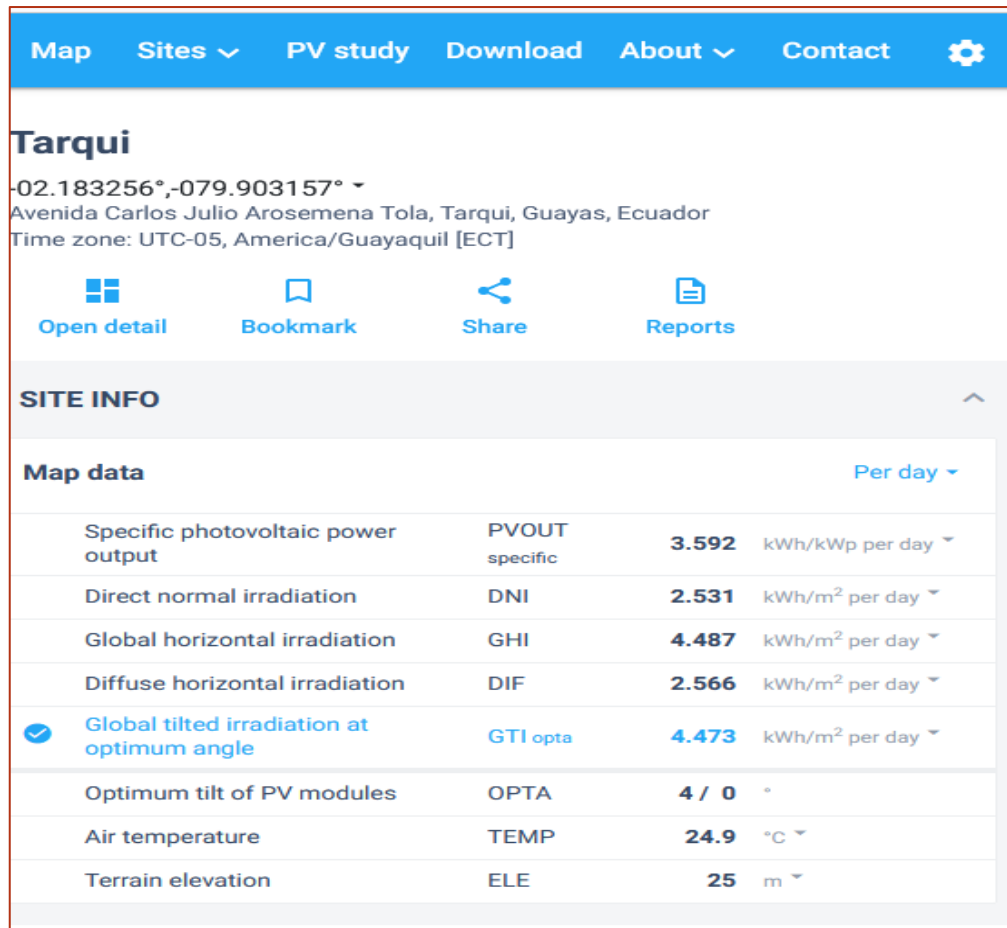


Figura 30: Sector del proyecto con la irradiación solar.
Fuente: <https://globalsolaratlas>

En la figura siguiente se detalla toda la data sustraída desde su ubicación geográfica del proyecto en el área de la universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

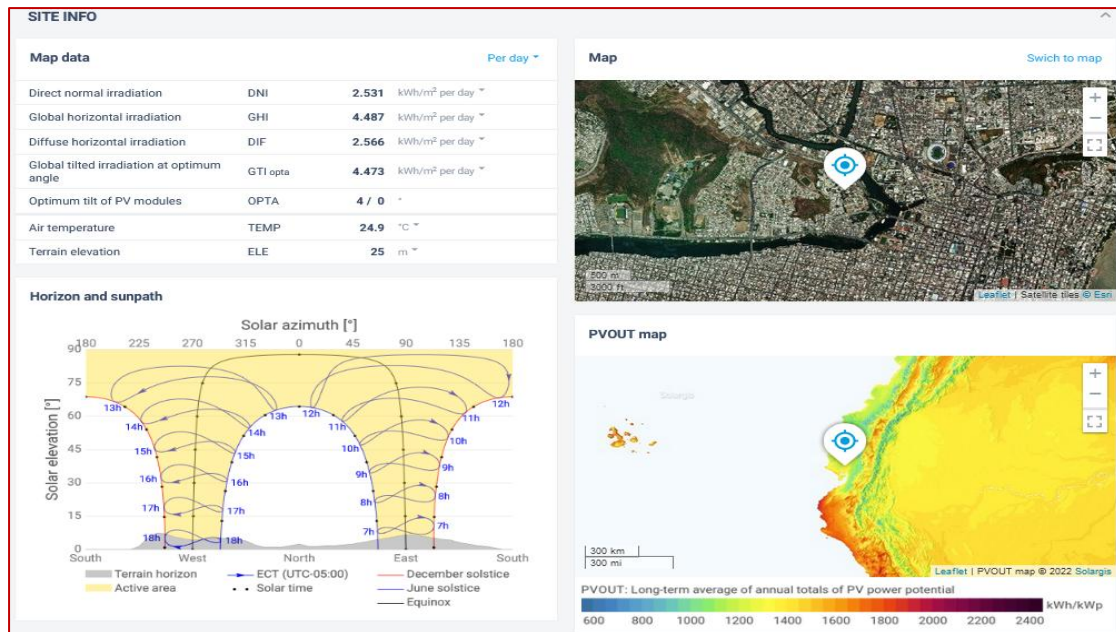


Figura 31: Zona del proyecto con la irradiación solar.
Fuente: <https://globalsolaratlas>

3.4. Demanda y cálculo del consumo eléctrico del proyecto.

La energía eléctrica establecida en el proyecto del sFV corresponde a una energía o consumo diario de 169 kWh/día, y de 4.231 kWh al mes; la potencia de consumo promedio considerada en función de la energía es de 7.357 vatios (7,4 kW) con relación a los 169,222 Wh/día (esto considerando un 20% de margen de seguridad), estas cantidades se han establecido considerando la cantidad de aparatos o aparatos eléctricos y en función de las horas de uso de cada equipo de manera independiente; la potencia total instalada corresponde a 7,357 kW compuesta por un total de 29 aparatos o equipos eléctricos, en la tabla siguiente se detalla los cálculos y cantidades:

<u>Equipos</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Potencia</u>	<u>Total potencia</u>
Luminarias 60x60	16	40	640
Parlante	1	40	40
Aire acondicionado	2	4,128	8,256
Impresora	3	100	300
Pantalla táctil	1	70	70
computador	3	350	1,050
UPS	1	3,000	3,000
surtidor de agua	1	300	300
cafetera	1	200	200

Tabla 2: Cálculo del consumo eléctrico.
Fuente: Autor

Capítulo IV

Diseño del sistema fotovoltaico.

4.1. Parámetros de diseño.

4.1.1. Formulación de la demanda eléctrica.

En este capítulo, se consideran las cargas actuales que posee el área del rectorado en el edificio de la UCSG.

Cálculo de potencia y consumo (Rectorado UCSG)					
Equipos	Cantidad	Potencia	Total potencia	horas día	consumo día wh/día
Luminarias 60x60	16	40	640	10	6,400
Parlante	1	40	40	2	80
Aire acondicionado	2	4,128	8,256	8	66,048
Impresora	3	100	300	2	600
Pantalla táctil	1	70	70	2	140
computador	3	350	1,050	7	7,350
UPS	1	3,000	3,000	18	54,000
surtidor de agua	1	300	300	18	5,400
cafetera	1	200	200	5	1,000
Total Vatios (W)	29		13,856		141,018 wh/día
CONSUMO PROYECTADO AL MES (kWh mes)					4,231 kWh mes
POTENCIA					10,672 kW

Tabla 3: Cálculo de la demanda
Fuente: Auto

4.1.2. Diagrama unifilar eléctrico del sistema FV (fotovoltaico).

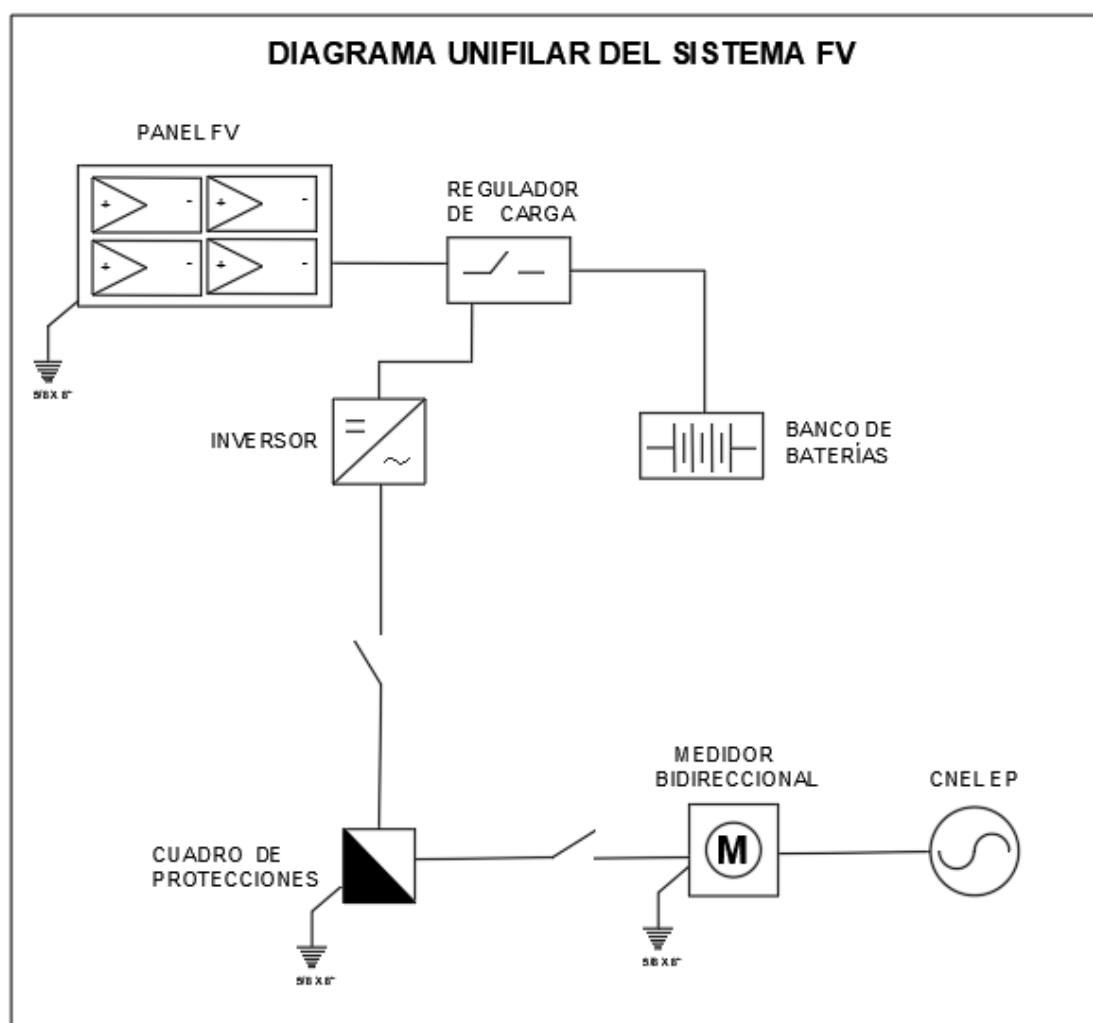


Gráfico 5: Diagrama unifilar eléctrico del sistema FV.
Fuente: Autor.

4.1.3. Consideraciones técnicas para el diseño.

En la tabla siguiente se especifica los valores referenciales recomendados para efectos de la formulación sobre la base de los consumos y la potencia planteados en el proyecto.

DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO
En la zona de tarqui en la provincia del Guayas - Ecuador en el sector de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil se registra una irradiación global horizontal lobl de 4,487 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 amperios 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 calculo de la unidad de control, la mejor opcion es trabajar con la marca HELIUS 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

Tabla 4: Consideraciones técnicas para el sFV
Fuente: Autor

4.1.4. Establecimiento de las cargas en corriente alterna.

La potencia (vatios Pico (Wp)) que corresponde al panel FV en se la obtiene de tiene una gran variedad de potencia eléctrica máxima donde se establece un rango de potencia pico del panel fotovoltaico que van entre los 250 Wp y 500 Wp para seleccionar de una manera más eficiente y segura son los de 500 Wp debido a su eficiencia como potencia eléctrica requerida en el sector del edificio del rectorado.

DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS EN CORRIENTE ALTERNA	
1.- CARGA TOTAL DIARIA	8,829 Wh/día
2.- Factor inversor (CC – CA): 1,20 (El total de cargas en CA se transforma en CC para estandarizar los cálculos posteriores.	1.2
2.1.- Resulta:	10,594.74 Wh/día
2.2.- Carga máxima pico (vatios)	13,856 Vatios

Tabla 5: Establecimiento de las cargas.
Fuente: Autor

4.1.5. Corriente eléctrica pico del sFV.

para establecer la capacidad de la corriente en amperios hora de la unidad **de control** con base en las cargas de con voltaje y corriente alterna, respectivamente en uso diario determinadas, siendo nuestro caso los **10.595** vatios/hora/día, se obtiene una corriente pico del sistema de **236** amperios hora, tal como se muestra en la en la siguiente tabla:

CORRIENTE PICO DEL MÓDULO (CAPACIDAD DE LA UNIDAD DE CONTROL)	
3.- Cargas CC (de cargas CA) diaria	10,595 Vatios hora/día
4.- Tensión CC del sistema: 12 V	12 Voltios
5.- Carga diaria corriente CC	883 Amperios hora
6.-Factor de seguridad (pérdidas del sistema) = 1,2	1,059 Amperios hora
7.- Radiación solar : 4,487 kWh/m ² (Recuerde que las unidades en el Atlas son Wh/m ² /día)	4.487 kWh/m ² /día
8.- Corriente pico del sistema	236 Amperios hora

Tabla 6: Formulación de la corriente eléctrica pico del sistema FV
Fuente: Autor

4.1.6. Cálculo del módulo fotovoltaico.

En la formulación de los cálculos, se especifican la potencia eléctrica, el consumo o energía de diseño, además de los rendimientos del regulador de carga de la batería, así como del equipo inversor, se aplican de la mejor manera posible los modelos de los diferentes componentes como la radiación **solar**, el generador, la batería, el regulador, entre otros elementos importantes para el diseño. Para el estudio propuesto se formuló una corriente pico para el sistema de 236 amperios hora, estableciendo 29 módulos en total, tal como se muestra en la siguiente tabla.

DIMENSIONAMIENTO DEL MÓDULO FV	
9.- Corriente pico del sistema	236 Amperios hora
10.- Corriente pico (ver información del catálogo)	8.2 Amperios hora
11.- Arreglo de módulos	28.795
12.- Redondeando el Arreglo de módulos	29
13.- Tensión CC del sistema: 12 V.	12
14.- Tensión CC nominal del módulo (Ver información del catálogo) = 12 V.	12
15.- $(13 / 14) = (12 \text{ V} / 12 \text{ V}) = 1$	1
16.- Número total de módulos	29

Tabla 7: Cálculos de la cantidad de módulos FV

Fuente: Autor

4.1.6.1. Formulación del número de paneles fotovoltaicos.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE PANELES FOTOVOLTAICOS NECESARIOS	
Consumo día Wh	169,222 Wh/día
Radiación obtenida (HSP)	4.487 kWh/m2/día
Potencia del panel fotovoltaico	385 Vatios(W)
Nº de paneles = Consumo diario / (potencia panel * HSP)	97.96 paneles
Redondeando	98 paneles

Tabla 8: Cálculos de la cantidad de paneles FV.

Fuente: Autor

4.1.7. Cálculo y cantidad de los reguladores de carga

CÁLCULO Y CANTIDAD DE LOS REGULADORES DE CARGA	
Cantidad de paneles solares (cada / uno)	98
Potencia de cada panel fotovoltaico (vatios)	385
Cantidad de paneles a 12 voltios conectados en serie (cada / uno)	4
Potencia del Regulador de carga (vatios) a 48 voltios	1,540
Voltaje del Regulador de carga (voltios)	48
Corriente del Regulador de carga (amperios)	32.08
Cantidad de regulares de carga a implementar (cada / uno)	24.49
Cantidad de regulares de carga a implementar (cada / uno) (redondeando)	24
<i>Características del Regulador de carga: monofásico; 50-60 amperios; 48 voltios(se considera el autoconsumo del equipo, caída de voltaje de circuitos de carga y descarga)</i>	

Tabla 9: Cálculo de cantidad de Reguladores.

Fuente: autosolar.es/

4.1.8. Cálculo y cantidad de los inversores

En la tabla siguiente se muestra la cantidad de inversores a utilizar en el proyecto FV.

CANTIDAD DE INVERSORES	
Capacidad máxima pico CA del inverter establecido (vatios)	40,500
Considerando inversores de 5.000 vatios (5 kW)	5,000
Cantidad de inversores a utilizar	8.1
Cantidad de inversores a utilizar (redondeando)	8

Tabla 10: Cálculo de cantidad de Inversores.
Fuente: Autor

4.1.9. Cálculo y cantidad de las baterías

En la siguiente tabla se detalla la cantidad de batería a utilizar (opcional) en el proyecto.

DIMENSIONAMIENTO DEL BANCO DE BATERÍAS	
17.- Carga CC total diaria =	1,059 Amperios hora
18.- Días de reserva (emplear de 1 a 5 días máximo) = 3 días	3 días
19.- Capacidad nominal banco de baterías	3,178 Ah
20.- Profundidad de descarga (menor de 1.00) = 0,6	0.6
21.- Capacidad corregida banco de baterías	5,297 Ah
22.- Capacidad nominal de la batería (Ver información del catálogo): 105 Ah	105 Ah
23.- Arreglo de baterías en paralelo	50.45
24.- Arreglo de baterías en paralelo (Redondear)	50
25.- Tensión CC nominal del sistema= 12 V.	12 voltios
26.- Tensión CC nominal de la batería (Ver información del catálogo: 12 V.)	12 voltios
27.- Número de baterías en serie (25 /26) = 1	1
28.- Número total de baterías	50

Tabla11: Cálculo de cantidad de baterías
Fuente: Autor

4.1.9.1. Selección de estaciones de baterías.

SELECCIÓN DE LA BATERIA (ESTACIONES)	
Capacidad corregida banco de baterías (Amperios hora)	5,297
Características técnica de la batería: Batería Estacionaria de 877 amperios hora a 48 voltios	877
Cantidad de Baterías Estacionarias	6

Tabla 12: Selección de las estaciones de baterías
Fuente: Autor

4.1.10. Distribución de módulos y paneles.

En la siguiente tabla se detalla la distribución de módulos y paneles a utilizar en el proyecto.

Cantidad de módulos		29	Distribución de Módulos y Paneles FV	
Cantidad de paneles		98		
ARREGLO (S)	CANTIDAD DE MÓDULO (S)	CANTIDAD DE PANEL (S) POR CADA MÓDULO		TOTAL PANELES
1	25	2		50
2	26	1		26
3	9	2		18
4	2	2		4
TOTAL	60			98

Tabla 13: Distribución de módulos y paneles
Fuente: Autor

4.1.11. Detalle general de especificaciones técnicas.

Se describen de manera técnica la data general de las especificaciones de los equipos importantes a utilizar en el proyecto.

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 (Voc)	11,86A
		MAXIMUM POWER VOLTAGE (Vm)	18,2V
		MAXIMUM POWER CURRENT (Im)	11A
		MAXIMUM SYSTEM VOLTAGE	1000V/DC
		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 TEMPERATURE	-40°C.....+85°C
		BACKSHEET (COLOR)	TPT in white
		cell (quantity/material/dimensions)	72/Polycrystalline silicon /104x156,75
		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 (REGULADOR)	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

Tabla 14: Detalle general de las especificaciones de equipos
Fuente: Autor

Capítulo V

Costos y estudio financiero.

5.1. Análisis de factibilidad técnica.

Para poder cuantificar, formular y analizar la factibilidad del proyecto solar fotovoltaico, es menester establecer la viabilidad considerando: a) comercial: b) financiera, y c) la técnica, así como las bondades y los beneficios que aporta propiamente el sistema, para que el proyecto sea autosostenible en el tiempo, teniendo en consideración regirse a las diversas normativas y leyes que exige el marco legal regulatorio vigente, que garantiza la legitimidad así como la confiabilidad del sistema eléctrico al momento de poner en funcionamiento y durante el desarrollo de sus operaciones. En Ecuador la implementación de los sistemas FV de diversas aplicaciones como aquellas No autónomas (interconectadas a la red eléctrica pública) se fundamentan en la resolución del ARCERNNR-013/2021 cuya normativa es emitida por el ente regulatorio denominado la ARCONEL donde, se especifica técnicamente como generador distribuido para el autoabastecimiento a sFV con capacidad nominal de hasta 100 kW de potencia, hasta con exoneración de impuesto a la renta por generación de fuentes de energías renovables.

En lo referente al ámbito comercial, se analiza que tan rentable podría ser la implementación del sistema FV sobre la base en el tiempo de sus costos de facturación energética de una distribuidora, en función del tiempo asociados a los beneficios, así como sus bondades. Estos sistemas fotovoltaicos son auto sostenibles económicamente como un proyecto sostenible, por lo que se necesita de una inversión inicial que durante el tiempo se va a recuperar dicha inversión inicial.

5.2. Evaluación financiera referencial del proyecto.

El proyecto fotovoltaico en la universidad católica en el área administrativa del rectorado, se ha considerado los costos por cada equipo a implementar; el transporte; la logística, la mano de obra calificada; los costos de operación y de mantenimiento, así como, los respectivos estudios y asesorías técnica profesional y supervisión.

5.2.1. Costo de la inversión total del proyecto.

En la siguiente tabla se muestra el detalle de la inversión total del proyecto:

COSTOS (COMPONENTES DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO)					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
RB-FV001	PANEL SOLAR , INCLUYE CONDUCTOR Y CONECTORES	C/U	98	\$270.00	\$26,460.00
RB-FV002	CONTROLADOR DE VOLTAJE (REGULADOR)	C/U	24	\$52.00	\$1,248.00
RB-FV003	INVERSOR	C/U	8	\$577.00	\$4,616.00
RB-FV004	BATERIA (OPCIONAL)	C/U	50	\$580.00	\$29,000.00
RB-FV005	PROTECCIONES	C/U	1	\$980.00	\$980.00
RB-FV006	ESTRUCTURAS; HERRAJES; CABLES; ACCESORIOS	C/U	1	\$2,450.00	\$2,450.00
RB-FV007	INGENIERIA; TRÁMITES; FISCALIZACIÓN	C/U	1	\$1,300.00	\$1,300.00
RB-FV008	MANO DE OBRA	C/U	1	\$3,500.00	\$3,500.00
RB-FV009	MANTENIMIENTO	C/U	1	\$2,300.00	\$2,300.00
TOTAL CON BATERÍA					\$71,854.00
COSTO TOTAL SIN BATERÍA (OPCIONAL)					\$42,854.00

Tabla15: Presupuesto de mantenimiento anual del sistema fotovoltaico
Fuente: Autor

La tabla 15 se detalla el presupuesto referencial del proyecto FV con interconexión la red, el cual corresponde a un valor de \$42.854 resultando tener un valor total de \$ 47.139 donde se incluye un 10% por variación de costos del mantenimiento, por lo que debido al valor del monto se considera un proyecto de inversión a largo plazo,

esto sin considerar las baterías que son opcionales; en el caso de requerir baterías se tendría un presupuesto de \$71,854. La cantidad anual que se gastaría por el mantenimiento del sFV, será incrementado cada año con el fin de que el sistema cumpla su lapso de vida útil, esto es de 25 años.

5.3. Formulación matemática de la facturación energética mensual con base en el Pliego Tarifario vigente.

Facturación Comercial CNEL EP (año 2025), se procede a formular de manera similar con una tarifa comercial con demanda en bajo voltaje, tal como se detalla en la siguiente tabla:

COMERCIAL CON DEMANDA

COMERCIALES CON DEMANDA (Bajo Voltaje). Pliego 2025

COMSUMO kWh		RANGO	USD/kWh	kWh	USD/kWh
DESDE	HASTA	kWh		mes	mes
0	SUPERIOR	TODO	0.092	4,231	\$ 389.25
DEMANDA DE FACTURACIÓN					
USD/kW			kW		
4.055			10.70		\$ 43.39
TOTAL					\$ 432.64

DF = Demanda Facturable.

DF =

60 % x DM max12

DM

si DM < 60% x DM máx. 12

si DM >= 60% x DM máx. 12

Mes	uno	dos	tres	cuatro	cinco	seis
kW máx.	12	15	14	12	13	14
Mes	siete	ocho	nueve	diez	once	doce
kW máx.	15	16	15	14	17	22.57

registrada (medidor) DM =

22.57

Últimos 12meses

13.542

=

22.57

Tabla 16: Cálculos energéticos - económico de la planilla mensual
Fuente: Autor

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público	
NOMBRE	CONSUMO RECTORADO UCSG
Tipo de Tarifa Arconel	Tarifa Comercial con Demanda en Baja Tensión
Valor Consumo kWh-mes.	4,231
Valor Consumo kWh-mes	\$ 389.25
Comercialización	\$ 1.41
Valor Demanda	\$ 43.39
Penalización Bajo Fact. Pot.	\$ 0.00
Sub total Servicio Eléctrico (SE)	\$ 434.05
Servicio Alumbrado Público General	\$ 36.58
Subtotal Servicio Alumbrado Público (APG)	\$ 36.58
Base I.V.A. 0%	\$ 470.64
I.V.A. 0%	\$ 0.00
Total SE y APG	\$ 470.64
CÁLCULO DEL ALUMBRADO PÚBLICO	
Consumo kWh-mes (pliego 2013)	\$ 516.82
Demanda kW (pliego 2013)	\$ 91.52
Comercialización (2013)	\$ 1.410
Importe	\$ 609.747
Servicio Alumbrado Público (AP)	\$ 36.58
Contribución Bomberos	\$ 7.05
TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público	\$ 470.64
Valor pendiente (saldo)	\$ 0.00
Planes de Financiamiento	\$ 0.00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO	\$ 470.64
RESUMEN DE VALORES A PAGAR	
Total Sector Eléctrico	\$ 470.64
Total Recaudación de Terceros	\$ 7.05
Tasa de Recolección de Basura	\$ 48.83
TOTAL A PAGAR U\$D	\$ 526.52
Subsidios del Gobierno.- corresponde al Pliego real por concepto de Subtotal Servicio Eléctrico (SE) Es decir: Energía Comercialización Demanda Penalización por bajofactor de potencia Otros	
Subsidios del Gobierno	
Subsidio Tarifa Eléctrica	236.93
TOTAL	236.93
TASA DE RECOLECCION DE BASURA (12,5% del Importe)	\$ 48.83

Tabla 17: Detalle de valores económicos de la planilla de consumo
Fuente: Autor

5.4. Detalle de la Inversión en función del costo energético.

En la formulación se determinó que el costo total económico por la inversión de equipos sin ninguna batería (opcional las baterías) corresponde a un valor de \$29.000, el valor por el costo mensual de la planilla de consumo eléctrico incluido la demanda de facturación es de un valor de \$526,56 al mes, y en un valor de \$6.950,59 al año, en este valor se incluye un valor por variación de la energía de un 10% por lo tanto, estos valores se relacionan a que el costo se lo recuperaría a partir del año 6,78 tal como se indica en la siguiente tabla.

PLAZO DE AMORTIZACIÓN DE LA INVERSIÓN (COSTOS)		
COSTOS TOTAL DE EQUIPAMIENTO	\$/AÑO	71,854.00
TOTAL INVERSIÓN (incluido batería)	\$	71,854.00
TOTAL INVERSIÓN (No incluye batería)	\$	42,854.00
VARIACIÓN PORCOSTO DE MANTENIMIENTO (10%)	\$	4,285.40
COSTOS TOTAL DE EQUIPAMIENTO	\$	47,139.40
COSTO DE ENERGÍA		
CONCEPTO	UNIDAD	COSTO
ENERGIA ELÉCTRICA AÑO	kWh año	50,772
VARIACIÓN DEL COSTO DE LA ENERGÍA (10%)		53
VALOR DE ENERGIA ELÉCTRICA AÑO	\$/kWh	\$6,950.59
AÑOS PLAZO DE AMORTIZACIÓN		6.78

Tabla 18: Detalle de la Inversión vs el costo energético
Fuente: Autor

5.5. Análisis de la Sostenibilidad del proyecto FV.

5.5.1. Análisis del Impacto Ambiental y de los Riesgos en el proyecto.

En este Proyecto y estudio fotovoltaico, con base en sus diseños, No es necesario presentar un informe de diagnóstico asociado al Impacto Ambiental (día),

por lo que No existe incidencia alguna en cuanto a riesgos o daños de tipo ambiental, debido a que es una energía limpia obtenida de la naturaleza propia, es decir, todo está basado en las normativas actuales, las convenciones (leyes), así como las regulaciones establecidas por las entidades gubernamentales de control, se reconoce a las personas el derecho a vivir dignamente en un ambiente libre de contaminación, relacionado a lo ecológico, involucrados con el uso eficiente de la energía eléctrica, así como la protección y la amigabilidad con el escenario natural donde se desarrollan las diferentes actividades, lo que permite garantizar un desarrollo sostenible y sustentable, Actualmente las empresas generadoras y las comercializadoras de electricidad a nivel mundial están amenazado por grandes desafíos e inconvenientes ,provenientes en sus instalaciones e infraestructuras debido a que están envejeciendo por el vertiginoso avance tecnológico, y además, al creciente consumo de la energía y potencia eléctrica, respectivamente, el mismo que incide en la degradación y deterioro del medio ambiente, además conjugado con el cambio climático y el agotamiento o disminución de los recursos naturales existentes.

Existen problemas complejos asociados a grandes desafíos que necesitan de tomas de decisiones oportunas y acertadas para establecer soluciones con propuestas inteligentes que maximicen la efectividad de las acciones oportunas y necesarias para resolverlas, y que también minimicen la problemática existente, determinándose grandes desafíos con la implementación de nuevas tecnologías amigables, confiables y además, seguras para en lo posterior con las experiencias vividas obtener beneficios y recursos para que sean aplicados en otros lugares.

Capítulo VI

Conclusiones y Recomendaciones.

6.1. Conclusiones de la investigación.

En la investigación y estudio se consideró el promedio de incidencia de rayos solares anual en unidad de 4.487 kWh/m^2 , (radiación obtenida de HSP), en la cual, se puede llegar a la conclusión que es viable ejecutar la factibilidad de un sistema solar fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica

El proyecto fotovoltaico No autónomo con sus respectivos cálculos y diseños , así como las formulaciones aplicadas para el sector administrativo del rectorado de la UCSG en el edificio principal, se determinó que se requiere de 98 paneles solares FV cuya potencia es de 385 vatios cada uno; 46 regulador de carga o denominados controladores de voltaje; un total de 8 inversores monofásicos; un total de 50 baterías de tipo acumuladores estacionarias (opcional implementarlas); además, todo los accesorios, diversos herrajes, tipos de cables o conductores, sus protecciones o breakers, entre otros importantes aspectos como el transporte de los materiales y equipos hacia el lugar de la instalación; la mano de obra con personal calificado en el tema; capacitación, costo de operación y mantenimiento; estudio y asesoría técnica profesional, teniendo un costo total correspondiente a un valor económico de \$ 71.854 con baterías y un valor de \$47.139 sin baterías de respaldo.

Con respecto al consumo eléctrico estimado se formuló una energía de 4.231 kWh mes y 50.772 kWh año (se consideró un 20% de reserva de crecimiento futuro), lo que representaría una facturación energética a la Distribuidora de electricidad de \$526.56 al mes, y \$6.950,59 al año, los respectivos análisis y cálculos así, como la formulación fueron basados en el pliego tarifario vigente a la fecha anual y aplicando

el modelo de la facturación del sistema comercial vigente de la CNEL EP unidad de Negocio Guayaquil.

En lo referente a la inversión del proyecto y el costo energético se tendría un tiempo estimado de recuperación de la inversión establecida a partir de casi el séptimo año (6,78).

Se deberán considerar, además, las vigentes regulaciones, normativas y leyes vigentes establecidas por los entes de control gubernamentales que rigen en el sector eléctrico ecuatoriano, siendo en nuestro caso la Resolución Nro. ARCONEL-042/18 y la resolución Nro. ARCERNNR-013/2021, así como la regulación Nro. ARCONEL 003/18

6.2. Recomendaciones de la investigación.

Se recomienda en todo lo posible que los equipos a implementarse sean de excelente y buena calidad y durabilidad para garantizar su óptimo funcionamiento y durabilidad en el tiempo, además, que cumplan las respectivas normativas de fabricación.

La implementación de los equipos y montaje deben ser ejecutados y también supervisados por personal con experiencia calificados, y que sean especialista en el tema, además, de monitorear algún incremento de la demanda o potencia eléctrica en función del consumo a ocasionar a futuro.

Al sistema fotovoltaico implementado se deberá realizar el respectivo mantenimiento integral, siendo estos preventivos, y correctivos de ser necesario, para garantizar la funcionalidad y operatividad, así como la seguridad, esto basado en la

resolución ARCERNNR-013/2021 para lo indicado en el ciclo de vida útil de generadores renovables.

Se recomienda difundir la implementación de este tipo proyecto, el cual, servirá como una escuela de capacitación para los estudiantes de la universidad, y comunidad con el fin de que sea un modelo ejemplar y una obra emblemática a nivel local y nacional.

Bibliografía.

- 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>
- Autosolar. (2018). Autosolar CIA. Obtenido de <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/cuales-son-los-componentes-de-una-instalacion-aislada>
- Cadena, Á. I. (2008). Fuentes Energéticas Alternativas. *Revista de Ingeniería*, 28. <https://doi.org/10.16924/revinge.28.8>
- Camera, F. (2017). Agencia Internacional de Energía Renovable. *Energía Renovable*, 23 45.
- 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 Termo Pichincha. 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 energí es una alternativa. CENACE. Obtenido de <http://www.cenace.gob.ec/misionvisionvalores/>
- Deming, E. (1989). *Administración de Calidad Total*.
- 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>

Energías Renovables. (2022). Obtenido de Energías Renovables: <https://www.appa.es/appa-fotovoltaica/que-es-la-energia-fotovoltaica/>

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%20OMER.pdf>

Incendios en Paneles Solares: Causas y normativa aplicable. (2020, agosto 7). engi | Energía Solar. <https://engi.co/incendios-paneles-solares/>

Ministerio de Energía y Minas Ec. (Enero de 2020). Ministerio de Energía y Minas Ec. Obtenido de <https://www.rekursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/4.-EXPANSION-DE-LA-GENERACION.pdf>

Pliego tarifario Vigente, (2022). ARCERNNR. Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables. <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec>

Revista de Investigación y Desarrollo (ECORFAN), 2(5), 11-20. Obtenido de https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Investigacion_y_Desarrollo/vol2num5/Revista_de_Investigaci%c3%b3n_y_Desarrollo_V2_N5_2.pdf

Anexos.

Anexo 1. Resolución No. ARCONEL 042/18

Resolución No. ARCONEL-042/18

AGENCIA DE REGULACIÓN Y
CONTROL DE ELECTRICIDAD



CAPÍTULO II – CONDICIONES GENERALES PARA LA PARTICIPACIÓN DE CONSUMIDORES CON μ SFV

Los consumidores interesados en instalar un SFV, deberán observar las disposiciones relacionadas con el proceso de conexión y autorización de operación, tratamiento comercial, mecanismo de liquidación de la energía, entre otros, que se describen en esta Regulación.

12 TRATAMIENTO COMERCIAL DE LA ENERGÍA PRODUCIDA POR SISTEMAS FOTOVOLTAICOS μ SFV DE BAJA CAPACIDAD

La energía producida por el consumidor con μ SFV estará destinada únicamente al autoconsumo de la vivienda y/o edificación donde va a instalarse. En caso de que eventualmente se produzcan excedentes de energía, éstos podrán ser entregados a la red de baja o media tensión de la empresa de distribución, según corresponda, y su liquidación se realizará a través de un mecanismo de balance mensual neto de energía, conforme al siguiente esquema:

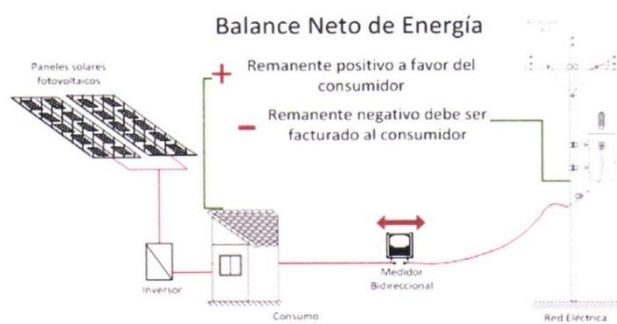


Figura 2. Balance Neto

La empresa de distribución realizará mensualmente el balance económico de la energía entregada y consumida para la facturación al consumidor, para lo cual tomará en consideración el registro de los flujos de energía inyectada y consumida del equipo de medición.

La aplicación de las condiciones establecidas en la presente Regulación será posible para un (1) solo μ SFV por inmueble.

12.1 LIQUIDACIÓN DE LA ENERGÍA ENTREGADA A LA RED DE LA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN

La empresa de distribución deberá realizar el balance neto mensual de la energía entregada y consumida por el consumidor con μ SFV dentro de los diez (10) primeros días

Sesión de Directorio de 22 de octubre de 2018
Página 11 de 41





días laborables del mes siguiente de la operación del μ SFV, en base al reporte de la energía consumida y entregada que registre el equipo de medición, según la siguiente expresión:

$$\Delta E = (\text{Energía consumida de la red} - \text{Energía inyectada en la red})$$

ΔE : Resultado del balance neto < 0 ; remanente negativo

ΔE : Resultado del balance neto > 0 ; remanente positivo

En el caso en que el resultado del balance mensual neto de energía, exista un remanente negativo a facturar al consumidor, la empresa de distribución valorará la energía consumida a la tarifa correspondiente del pliego tarifario aprobado por ARCONEL y será facturada al consumidor con μ SFV, conforme lo establece el contrato de suministro.

El remanente negativo a facturar al consumidor no estará sujeto al subsidio de la tarifa dignidad ni subsidio cruzado.

Por el contrario, en el caso eventual en que el resultado del balance mensual neto de energía, exista un remanente positivo de energía entregada a la red a favor del consumidor con μ SFV, esta energía se considerará como crédito de energía a favor del consumidor que se pasa al siguiente mes y así sucesivamente, hasta un periodo máximo de reseteo.

El periodo para resetear el crédito energético es de dos años a partir de la fecha de la autorización de operación del μ SFV, luego de lo cual empieza nuevamente un similar mecanismo desde cero, hasta que exista una causal de desconexión del μ SFV o se cumpla el plazo de operación.

Para cualquiera de los dos casos la facturación por parte de la empresa distribuidora debe considerar:

- Los consumidores con μ SFV conectados en baja o media tensión que cuenten con tarifa con demanda o demanda horaria, cancelarán los cargos por potencia establecidos en el pliego tarifario, conforme a la categoría establecida por la distribuidora, para ello la distribuidora deberá asumir que el consumidor no cuenta con un μ SFV, es decir que para la determinación de cálculos para estos cargos, se asumirá que el consumidor no está generando para su abastecimiento con el μ SFV.
- Los consumidores con μ SFV deberán cancelar mensualmente el cargo de comercialización
- El consumidor con μ SFV está en la obligación de cancelar la tarifa del servicio de alumbrado público general en función de su consumo mensual total
- El consumidor con μ SFV deberá cancelar los rubros de basura y bombeo en función de las ordenanzas emitidas para el efecto.



Anexo 2. Resolución Nro. ARCERNNR 013/2021

Artículo 9 PROCEDIMIENTO PARA OBTENER LA FACTIBILIDAD DE CONEXIÓN

9.1 Solicitud de factibilidad de conexión de una SGDA

El trámite de solicitudes de factibilidad de conexión, para proyectos de generación distribuida que vayan a ser desarrollados por los proponentes, se sujetará a las siguientes disposiciones:

- El Proponente solicitará la factibilidad de conexión a la Distribuidora respectiva, presentando la información establecida en el formulario del ANEXO 1.
- En este formulario se consignan los datos generales del Proponente, del SGDA y se identifica el punto de la red eléctrica donde se prevé conectar la SGDA.
- En el formulario la Distribuidora hará constar la fecha de recepción del mismo, y asignará a la solicitud un Código Único de Trámite, con el cual el Proponente podrá realizar las consultas y seguimiento sobre el estado de avance de su solicitud.

9.2 Factibilidad de conexión para SGDA Categoría 1

Para solicitudes de factibilidad de conexión de SGDA de potencias nominales señaladas en la Tabla N.1, que requieran conectarse en sincronismo con la red de distribución, la Distribuidora, a partir de la recepción del formulario ANEXO 1, procederá conforme a lo siguiente:

Tabla No. 1 Potencias nominales de las SGDA Categoría 1.

Voltaje de conexión	Potencia Nominal
Bajo	≤ a 10 kW monofásica
	≤ a 20 kW bifásica
	≤ a 30 kW trifásica

- Luego de recibida la solicitud de parte del Proponente, la Distribuidora dispondrá de un término de cinco (5) días para aceptar a trámite la solicitud, en caso de que esta requiera información adicional notificará al Proponente por escrito, el cual tendrá un término de cinco (5) días para completar la información, en caso de no hacerlo se dará por terminado el trámite.
- Una vez aceptada a trámite la solicitud, la Distribuidora, dentro de un término de quince (15) días adicionales, realizará los análisis técnicos respectivos de tal forma que la operación de la futura SGDA no afecte a la calidad del servicio eléctrico y otorgará la factibilidad de conexión del proyecto al Proponente.
- En la factibilidad de conexión, se establecerá el esquema de conexión y las condiciones de operación que deberá cumplir la SGDA en régimen de operación normal y de falla de la red de distribución.

Los costos que impliquen las adecuaciones y/o modificaciones de la red de distribución estrictamente necesarias para la conexión de la SGDA, serán asumidos por el Proponente del proyecto.

Sesión Electrónica de Directorio de 05 de abril de 2021

8

- Dimensionamiento del SGDA;
 - Especificaciones del equipamiento del SGDA;
 - Diagrama unifilar de la instalación;
5. Diseño de las obras y/o adecuaciones a la red de distribución que se deberán implementar para poder conectar la SGDA al sistema de distribución;
 6. Esquema de conexión, seccionamiento y protecciones
 7. Cronograma de ejecución del proyecto del SGDA;
 8. Autorización del uso del agua emitido por la autoridad competente en los casos que aplique;
 9. Estar al día en los pagos a la Distribuidora del SPEE y SAPG de todos los suministros de energía eléctrica a nombre del consumidor;

b) La Distribuidora, en un término de treinta (30) días contados a partir de la entrega de todos los documentos descritos en el literal a), verificará que los mismos estén completos. En caso de que los requisitos entregados no estén completos, informará al Proponente sobre las aclaraciones, alcances o ajustes que se requieran realizar a tales documentos. En caso de que la Distribuidora no emita observaciones continuará con las siguientes etapas para la emisión del Certificado de Calificación.

c) Las aclaraciones, alcances o ajustes requeridos por la Distribuidora, referidos en el literal b), serán atendidos por el Proponente dentro de un término de quince (15) días contados a partir de su notificación; de no existir respuesta del Proponente dentro del señalado término, la Distribuidora dará por terminado el trámite y le comunicará oficialmente al Proponente.

d) Una vez entregados los documentos a satisfacción de la Distribuidora, ésta, dentro de un término adicional de quince (15) días, elaborará el informe de aprobación y emitirá el Certificado de Calificación respectivo, de acuerdo al formato establecido en el ANEXO 2.

e) El plazo de vigencia del Certificado de Calificación será igual al tiempo de vida útil de la SGDA, dependiendo de la tecnología de generación, de acuerdo a lo establecido en la Tabla N.2.

f) Seis meses previos a la terminación del plazo de vigencia del Certificado de Calificación, el consumidor podrá actualizar la documentación indicada en el artículo 10, para renovar el Certificado de Calificación de su SGDA.

Tabla No. 2 Vidas útiles aplicables a cada tecnología de generación eléctrica.

Tecnología	Vida Útil (años)
Fotovoltaica	25
Eólica	25
Biomasa	20
Biogás	20
Hidráulica	30

Sesión Electrónica de Directorio de 05 de abril de 2021

11

concepto del análisis de la factibilidad de conexión, conexión a la red de distribución, peajes y por el otorgamiento del Certificado de Calificación.

CAPÍTULO V OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Artículo 16 REQUISITOS OPERATIVOS

Las SGDA's serán autodespachadas y cumplirán las disposiciones operativas dispuestas por la Distribuidora.

El cumplimiento de los parámetros de calidad de producto del SGDA es de responsabilidad del consumidor propietario del SGDA y el control de dicho cumplimiento estará exclusivamente a cargo de la Distribuidora.

En caso de que la Distribuidora detectare que un SGDA está incumpliendo los parámetros de calidad de producto definidos por esta, o su operación está afectado a la red, de distribución, dispondrá al consumidor la suspensión de la operación de la SGDA, hasta que dichos parámetros se encuentren dentro de los límites permitidos, debiendo notificar a la Distribuidora las acciones correctivas realizadas.

Para la puesta en servicio de la SGDA, operación normal, respuesta a condiciones anormales de operación, requisitos para la calidad de producto, condiciones de operación en isla, monitoreo y control, se podrá tomar como referencia la norma IEEE Std. 1547 en lo que sea aplicable.

El propietario de la SGDA, es el responsable de la operación segura y confiable de la SGDA y de los equipos del campo de conexión, de tal forma que las maniobras de conexión y su operación no afecten la calidad del servicio eléctrico y la seguridad de la operación del sistema de distribución.

El propietario de la SGDA es adicionalmente responsable de daños derivados de la operación de la SGDA que afecten a la seguridad de personas y a bienes de terceros.

Artículo 17 GESTIÓN DE MANTENIMIENTOS Y REVERSIÓN DE BIENES.

Es responsabilidad del consumidor: planificar, financiar y ejecutar los mantenimientos de las SGDA's, equipos e instalaciones asociadas, en coordinación con la Distribuidora.

Los activos de las SGDA de propiedad de consumidores no serán revertidos al Estado ecuatoriano al terminar el plazo de vigencia del Certificado de Calificación, se procederá con su desconexión.

CAPÍTULO VI BALANCE DE ENERGÍA, MEDICIÓN Y FACTURACIÓN

Artículo 18 BALANCE DE ENERGÍA

La energía producida por un SGDA tendrá como objetivo principal el autoabastecimiento de la demanda de energía eléctrica asociada a una cuenta contrato del consumidor. Si por

Sesión Electrónica de Directorio de 05 de abril de 2021

14

condiciones operativas de la SGDA o por variación del consumo se presentaren eventuales excedentes de energía, estos se inyectarán a la red de distribución y su tratamiento por parte de la Distribuidora se sujetará a las siguientes disposiciones.

18.1 Consumidores con tarifa residencial y general sin demanda

Para un consumidor que tenga asignada una tarifa sin demanda de acuerdo al pliego tarifario del SPEE vigente, se considerará lo siguiente:

La Distribuidora mediante el sistema de medición respectivo, determinará el balance de energía neto mensualmente, entre la energía consumida desde la red de distribución y la energía inyectada por el SGDA y calculará la energía neta $ENET_i$:

$$ENET_i = ERED_i - EINY_i \quad (1)$$

Donde:

$ENET_i$	Energía neta en el periodo mensual de consumo i (kWh)
$ERED_i$	Energía consumida desde la red de distribución en el periodo mensual de consumo i (kWh)
$EINY_i$	Energía inyectada por la SGDA en el periodo mensual de consumo i (kWh)

a) Si $ENET_i \leq 0$, la Distribuidora facturará al consumidor por concepto de energía consumida, con valor cero; $EF = 0$, además:

$$CEM_i = |ENET_i| \quad (2)$$

Donde:

CEM_i	Crédito de Energía a favor del consumidor obtenido en el mes i (kWh)
---------	--

b) Si $ENET_i > 0$, en este caso el $CEM_i = 0$, por no haber un saldo a favor del consumidor en el mes i .

La Distribuidora verificará si el consumidor dispone de un saldo total acumulado de energía a su favor en el mes anterior $SEA_{(i-1)}$; si es así, se debitará parte o la totalidad del $SEA_{(i-1)}$ para cubrir el $|ENET_i|$ del mes i .

SEA_{i-1}	Saldo total acumulado de energía disponible del consumidor en el mes anterior $(i-1)$ (kWh). $SEA_0 = 0$
EF_i	Energía Facturable correspondiente al mes i

Sesión Electrónica de Directorio de 05 de abril de 2021

15

Si con el $SEA_{(i-1)}$ disponible se logra cubrir la totalidad del $|ENET_i|$, en el mes de consumo i , la energía facturable en el mes i será cero; $EF=0$, caso contrario se le facturará el saldo de energía restante aplicando la tarifa correspondiente del Pliego Tarifario del SPEE.

Se actualizará el SEA_i mensualmente sobre la base de los créditos generados y valores devengados para cubrir el $|ENET_i|$, para considerarlo en el cálculo de la energía facturable del mes siguiente.

A partir del inicio de la operación de la SGDA, cada 24 meses el SEA se reseteará a cero, sin que la Distribuidora tenga derecho otorgar una compensación económica por dicha energía.

El consumidor que cuente con una SGDA cancelará mensualmente el cargo de comercialización, sobre la base de lo establecido en el pliego tarifario vigente.

La factura mensual que emita la Distribuidora deberá adjuntar una tabla en la que conste los siguientes valores: $ERED_i$, $EINY_i$, $ENET_i$, CEM_i y SEA_i , correspondientes a los doce periodos de consumo anteriores, tomando como referencia el ANEXO 4 de esta Regulación.

18.2 Consumidores con tarifa general con demanda

Para un consumidor que tenga asignada una tarifa con demanda de acuerdo al pliego tarifario del SPEE vigente, se considerará lo siguiente:

El cálculo de la energía facturable mensual se realizará en conformidad a lo establecido en el artículo 18.1.

Además, independiente del valor mensual por energía que le sea facturado al consumidor, la Distribuidora le facturará mensualmente el cargo por demanda y el cargo de comercialización, sobre la base de lo establecido en el pliego tarifario del SPEE vigente.

A partir del inicio de operación del SGDA, la demanda facturable mensual corresponderá a la demanda máxima registrada en el mes de consumo por el respectivo medidor de demanda y corresponderá a aquella que fue requerida por el consumidor de la red de distribución.

18.3 Consumidores con tarifa general con demanda horaria

Para un consumidor que tenga asignada una tarifa con demanda horaria, de acuerdo al pliego tarifario del SPEE vigente, se considerará lo siguiente:

La Distribuidora mediante el sistema de medición respectivo, determinará el balance neto de energía mensualmente, entre la energía mensual consumida desde la red de distribución y la energía inyectada por el SGDA, en cada uno de los periodos de demanda horaria aplicables al consumidor, según el pliego tarifario del SPEE vigente.

Sobre la base de la energía consumida de la red e inyectada por el SGDA en el mes i , en cada periodo de demanda, la Distribuidora calculará la Energía Equivalente Inyectada por el SGDA ($EINY_i$) y la Energía Equivalente Consumida de la red por el consumidor ($ERED_i$) aplicando las siguientes fórmulas:

Sesión Electrónica de Directorio de 05 de abril de 2021

16

Dirección: Av. Naciones Unidas E7-71 y Av. de Los Shyris.
Código Postal: 170506 / Quito Ecuador
Teléfono: 593 2 2258744 - www.regulacionelectrica.gob.ec



$SEA_{(i-1)}$ para cubrir el $|ENET_i|$ del mes i .

Sesión Electrónica de Directorio de 05 de abril de 2021

17

Dirección: Av. Naciones Unidas E7-71 y Av. de Los Shyris.
Código Postal: 170506 / Quito Ecuador
Teléfono: 593 2 2258744 - www.regulacionelectrica.gob.ec



$SEEA_{i-1}$	Saldo total acumulado de energía equivalente disponible del consumidor en el mes anterior ($i-1$) (kWh). Para el primer mes: ($n=1$, $SEEA_0=0$)
EF_i	Energía Facturable correspondiente al mes i

Si con el $SEEA_{i-1}$ disponible se logra cubrir la totalidad del $ENETE_i$, en el mes de consumo i , la energía facturable en el mes i será cero; $EF=0$. Caso contrario se le facturará el saldo de energía restante aplicando el mayor de los cargos tarifarios (Tm).

Se actualizará el $SEEA_i$ mensualmente sobre la base de los créditos generados y valores devengados para cubrir el $ENETE_i$, para considerarlo en el cálculo de la energía facturable del mes siguiente.

A partir del inicio de la operación de la SGDA, cada 24 meses el SEEA se reseteará a cero, sin que la Distribuidora tenga derecho otorgar una compensación económica por dicha energía.

Además, independiente del valor mensual por energía que le sea facturado al consumidor, la Distribuidora le facturará mensualmente el cargo por demanda y el cargo de comercialización, sobre la base de lo establecido en el pliego tarifario del SPEE vigente.

A partir del inicio de operación del SGDA, la demanda facturable mensual corresponderá a la demanda máxima registrada en el mes de consumo por el respectivo medidor de demanda horaria y corresponderá a aquella que fue requerida por el consumidor de la red de distribución.

La factura mensual que emita la Distribuidora deberá adjuntar una tabla en la que conste los siguientes valores: $EREED_i$, $EEINY_i$, $ENETE_i$, $CEEM_i$ y $SEEA_i$ correspondientes a los doce periodos de consumo anteriores, tomando como referencia el ANEXO 4 de esta Regulación.

Artículo 19 MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Los aspectos relacionados al sistema de medición de energía eléctrica se sujetarán a lo siguiente:

19.1 SGDA ubicado en el mismo inmueble o predio del consumidor

Para los casos en los que la SGDA esté ubicado en el mismo inmueble del consumidor, la Distribuidora instalará en el punto de entrega un medidor bidireccional que permita registrar el consumo neto de energía por parte del consumidor, según lo descrito en el artículo 18 de esta Regulación.

La Distribuidora será la encargada de la adquisición, calibración inicial e instalación del equipo de medición bidireccional. El consumidor deberá cancelar la diferencia del costo del equipo de medición en relación al equipo que la Distribuidora instalaría a un usuario de la misma categoría sin un SGDA.

El valor indicado en el párrafo anterior, será cancelado en la primera planilla de consumo,

Sesión Electrónica de Directorio de 05 de abril de 2021

18

Anexo 3. PANEL SOLAR

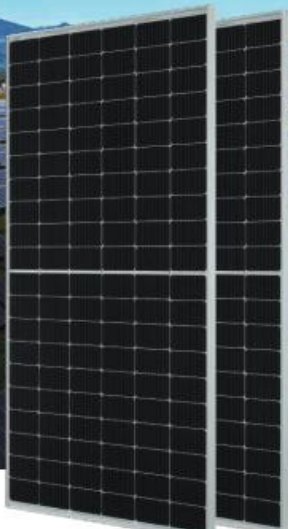
Preliminary

Harvest the Sunshine





390W MBB Half-Cell Module
JAM60S20 365-390/MR Series



Introduction

Assembled with multi-busbar PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.



Higher output power



Lower LCOE



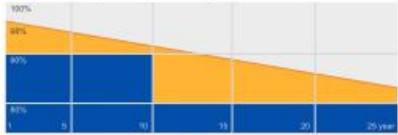
Less shading and lower resistive loss



Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty



■ JA Linear Power Warranty ■ Industry Warranty

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- OHSAS 18001: 2007 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval





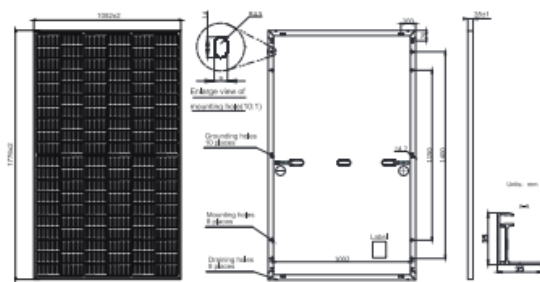
JA SOLAR

www.jasolar.com

Specifications subject to technical changes and tests. JA Solar reserves the right of final interpretation.



MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	20.7kg±3%
Dimensions	1776±2mm×1052±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	120(6×20)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait:300mm(+/-)400mm(-) Landscape:1000mm(+/-)1000mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/Pallet 744pcs/40ft Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM60S20 -365/MR	JAM60S20 -370/MR	JAM60S20 -375/MR	JAM60S20 -380/MR	JAM60S20 -385/MR	JAM60S20 -390/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	365	370	375	380	385	390
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	41.13	41.30	41.45	41.62	41.78	41.94
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	33.96	34.23	34.50	34.77	35.04	35.33
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.30	11.35	11.41	11.47	11.53	11.58
Maximum Power Current(Imp) [A]	10.75	10.81	10.87	10.93	10.99	11.04
Module Efficiency [%]	19.5	19.8	20.1	20.3	20.6	20.9
Power Tolerance	0±5W					
Temperature Coefficient of Isc(α _{Isc})	+0.044%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β _{Voc})	-0.272%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ _{Pmp})	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

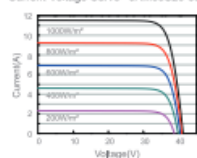
ELECTRICAL PARAMETERS							OPERATING CONDITIONS	
TYPE	JAM60S20 ~365/MR	JAM70S20 ~370/MR	JAM80S20 ~375/MR	JAM90S20 ~380/MR	JAM95S20 ~385/MR	JAM90S20 ~390/MR	Maximum System Voltage	100V/1500V DC
Rated Max Power(Pmax) [W]	276	280	284	287	291	295	Operating Temperature	-40℃~85℃
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	38.1	38.65	38.89	39.14	39.38	39.63	Maximum Series Fuse	20A
Max Power Voltage(Vmp) [V]	32.05	32.30	32.55	32.72	32.96	33.20	Maximum Static Load,Front	5400Pa (~112 lbf/ft²)
Short Circuit Current(Isc) [A]	9.15	9.20	9.25	9.30	9.35	9.40	Maximum Static Load,Back	2400Pa (50 lbf/ft²)
Max Power Current(Imp) [A]	8.61	8.66	8.71	8.78	8.83	8.88	NOCT	45±2℃
NOCT	Irradiance 800W/m², ambient temperature 20℃, wind speed 1m/s, AM1.5G						Safety Class	Class II

OPERATING CONDITIONS

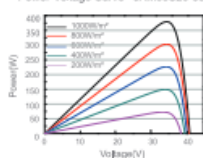
OPERATING CONDITIONS	
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Maximum Series Fuse	20A
Maximum Static Load,Front	5400Pa (112 lbf/ft²)
Maximum Static Load,Back	2400Pa (50 lbf/ft²)
NOCT	45±2°C
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 1

CHARACTERISTICS

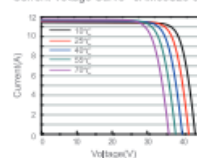
Current-Voltage Curve JAM60S20-380MR



Power-Voltage Curve JAM60S20-380/MR



Current-Voltage Curve JAM60520-380/MR



Anexo 4. CONTROLADOR DE VOLTAJE (REGULADOR DE CARGA)

Solar System

PWM Solar Charge Controller



Modelo: PC1500B-60DU

PC1500B Series PWM - Regulador carga solar

Características:

- En intensidades 10A 20A 30A 40A 50A 60A.
- Pantalla LCD de fácil lectura.
- Operación sencilla por botones.
- Detección automática de voltaje del sistema.
- Algoritmo carga inteligente PWM.
- Protección ajustable carga-descarga.
- Compensación automática por temperatura.
- Selección de tecnología de batería.
- Protección de corriente inversa de batería.
- Desconexión de batería por bajo voltaje (LVD).
- Protección polaridad invertida en batería.
- Protección por sobre-voltaje.
- Puertos para carga USB en modelos hasta 40A.

Introducción:

Este regulador solar de carga y descarga inteligente tiene una interfaz sencilla y visual gracias a su pantalla LCD de grandes dimensiones. Muchos parámetros de control se pueden ajustar con gran flexibilidad en función de nuestros requisitos.

LCD Información Display



1. Terminal positivo fotovoltaico
2. Terminal negativo fotovoltaico
3. Terminal carga CC positivo
4. Terminal carga CC negativo
5. Pantalla LCD

Nº	Posición	Función
5	Corta	Siguiente visualización (Incremento mientras está en ajustes)
6	Larga (≥3 s)	Incremento continuo mientras está en ajustes
6	Corta	Visualización previa (Decremento mientras está en ajustes)
6	Larga (≥3 s)	Decremento continuo mientras está en ajustes
7	Corta	Intensificador consumo CC. Entre configuración guardar
7	Larga (≥3 s)	Entre configuración guardar

Detalles internos



Estabilidad, gran eficiencia, integración



Diseño de circuitería optimizado

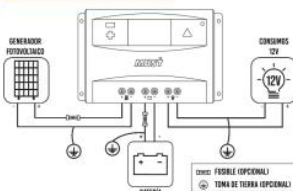


SCM Diseño robusto y fiable



Materiales de gran calidad

Conexión al sistema solar:



Funciones:



PC1500B SERIES Controladores



Modelos: PC1500B-10 y 20A

Voltage trabajo: 12-24V Auto-detección
Corriente carga: 10A y 20A
Puertos USB: 5V, 1A x 2
Tamaño LCD: 2.2"



Modelos: PC1500B-30 y 40A

Voltage trabajo: 12-24V Auto-detección
Corriente carga: 30A y 40A
Puertos USB: 5V, 1A x 2
Tamaño LCD: 2.2"



Modelos: PC1500B-60D / 60A

Voltage: 12-24V Auto-detección y modelo 48V
Corriente carga: 60A
Tamaño LCD: 2.8"



Modelos: PC1500B-60D / 60A

Voltage: 12-24V Auto-detección y modelo 48V
Corriente carga: 60A
Tamaño LCD: 2.8"

Aplicación



Sistemas portátiles, embarcaciones & recreo



Instalado sistema solar casero



Granja solar de generación

Modelo		PC1500B-10-20	PC1500B-30-40	PC1500B-60-60	PC1500B-60-60
Entrada	Voltage PV	100V		100V	
	Intensidad nominal	10A	20A	30A	40A
	Voltage sistema	12/24V Auto		48V	
	Desconexión por alto voltaje	16.00V ± 1% x 2" x 3" x 4" (0.5V)			
	Intensidad descarga nominal	10A	20A	30A	40A
	Autocorriente	≤13mA		≤23mA	
	Cadencia de tensión circuito carga	≤0.24V		≤0.25V	
	Cadencia de tensión circuito descarga	≤0.10V		≤0.10V	
	Modo de carga	PWM 4-etapas carga, absorción, flotación, equalización			
	Voltage Carga Protección	13.8V (13V-15V) x 1" x 2" x 3" x 4"			
Salida	Voltage Carga Absorción	14.4V (13V-15V) x 1" x 2" x 3" x 4"			
	Voltage Carga Equalización	14.8V (13V-15V) x 1" x 2" x 3" x 4"			
	Protección Bajo Voltaje	10.0V (10V-14V) x 1" x 2" x 3" x 4"			
	Reconexión Bajo Voltaje	12.8V (12V-14V) x 1" x 2" x 3" x 4"			
	Salida USB	5V, 1A x2		No tiene	
	Sección cableado	48mm²		48mm²	
	Temperatura trabajo	-20°C-55°C			
	Tamaño (L x W x H)	188 x 95 x 46.5mm		188 x 111 x 54mm	
	Peso neto	350g		407g	

Anexo 5. INVERSOR

Inversor monofásico con tecnología HD-Wave

SE2200H, SE3000H, SE3500H, SE3680H,
SE4000H, SE5000H, SE6000H



INVERSORES

Instalación optimizada con tecnología HD-Wave

- Especialmente diseñados para trabajar con los optimizadores de potencia
- Puesta en marcha rápida y sencilla directamente desde tu smartphone usando SolarEdge SetApp
- Récord de rendimiento
- Extremadamente pequeños, ligeros y fáciles de instalar
- Alta fiabilidad
- Monitorización a nivel de módulo integrada
- Instalación en exteriores e interiores
- Inversor de tensión fija para strings más largos
- Función de seguridad avanzada - Protección contra arco eléctrico integrada

solaredge.com

solaredge

/ Inversor monofásico con tecnología HD-Wave

SE2200H, SE3000H, SE3500H, SE3680H, SE4000H, SE5000H, SE6000H

SE2200H SE3000H SE3500H SE3680H SE4000H SE5000H SE6000H								
APLICABLE A INVERSORES CON NÚMERO DE COMPONENTE	SEXXXXH-XXXXXXBX04							
SALIDA								
Potencia nominal de salida CA	2200	3000	3500	3680	4000	5000 ¹⁾	6000	VA
Máxima potencia de salida CA	2200	3000	3500	3680	4000	5000 ¹⁾	6000	VA
Tensión de salida CA (nominal)	220/230							Vac
Rango de tensión de salida CA	184 - 264,5							Vac
Frecuencia CA (nominal)	50/60 ± 5							Hz
Corriente máxima de salida continua	10	14	16	16	18,5	23	27,5	A
Distorsión Armónica Total (THD)	<3							%
Factor de potencia	1, ajustable de -0,9 a 0,9							
Monitorización de red, protección contra funcionamiento en isla, umbrales configurables por país	SI							
ENTRADA								
Máxima potencia de CC	3400	4650	5425	5700	6200	7750 ²⁾	9300	W
Sin transformador, sin puesta a tierra	SI							
Tensión máxima de entrada	480							Vdc
Tensión de entrada CC nominal	380							Vdc
Corriente máxima de entrada	6,5	9	10	10,5	11,5	13,5	16,5	Adc
Protección contra polaridad inversa	SI							
Detección de aislamiento por fallo de puesta a tierra	Sensibilidad de 600 kΩ							
Rendimiento máximo del inversor	99,2							%
Rendimiento europeo ponderado	98,3	98,8				99		%
Consumo de energía durante la noche	< 2,5							W
CARACTERÍSTICAS ADICIONALES								
Interfases de comunicación compatibles	RS485, Ethernet, WiFí (opcional), telefonía móvil (opcional), ZigBee (opcional)							
Gestión Smart Energy	Limitación de exportación							
Puesta en marcha del inversor	A través de aplicación SetApp utilizando la conexión local Wi-Fi integrada en el inversor							
Protección contra arco eléctrico	Integrada, Configurable por el usuario (De conformidad con la norma estadounidense UL1699B)							
CUMPLIMIENTO DE NORMAS								
Seguridad	IEC-62109-1/2							
Normas sobre conexión a la red	IEC61727, IEC62116, EN 50438, VDE-AR-N-4105, VDE 0126-1-1, UTE_C_15-712, GB3/2, G59/3, CEI-021, ONORM, TF3.2.1, C10-11, NRS 097-2-1							
Emisiones	IEC61000-6-2, IEC61000-6-3, IEC61000-3-11, IEC61000-3-12, FCC, parte 15, clase B							
ESPECIFICACIONES PARA LA INSTALACIÓN								
Salida CA – Diámetro del cable compatible	9-16							mm
CA – Sección del cable compatible	1-13							mm²
Entrada CC	1 x MC4				2 x pares MC4			
Dimensiones (Al. x An. x Pr)	280 x 370 x 142							mm
Ruido	< 25							dBA
Peso	7,8				9		10,6	kg
Refrigeración	Convección natural							
Rango de temperatura de trabajo	de -40° a +60°							°C
Grado de protección	IP65 – Exteriores e interiores							

¹⁾ 4600VA en Alemania

²⁾ 7130VA en Alemania

³⁾ Máxima potencia de hasta al menos 50°C. Para más información sobre reducción de la potencia, consultar: <https://www.solaredge.com/sites/default/files/se-temperature-rating-note.pdf>

Anexo 6. BATERÍAS

Componentes del Batería Estacionaria BAE 48V 877Ah



24 x Acumulador Estacionario BAE 2V 877Ah: Tiene una garantía de 2 años, un juego completo está compuesto por 6 acumuladores estacionarios con sus puentes de conexión incluidos para formar 12V. Especiales para energía solar, lo que quiere decir que aguantan muy bien descargas lentas todos los días. Tienen una vida media superior a los 3500 ciclos en función de la profundidad de la descarga, entendiendo por un ciclo un proceso de carga y descarga completa de la batería. Es muy recomendable que la batería no se descargue habitualmente más de un 30% de su capacidad total, ya que de esta forma prolongaremos la vida útil de la batería y durarán muchos más años. BAE es un primer fabricante alemán de baterías, ofreciendo una calidad sin igual a un precio competitivo dadas extraordinarias características del producto. Al tratarse de baterías estacionarias la fabricación se realiza sobre pedido pudiéndose incrementar los plazos de entrega dependiendo del proceso de fabricación en cada momento. Para conectar de manera correcta la batería estacionaria de 12, 24 o 48V es uniendo los diferentes vasos estacionarios unos con otros tal y como os adjuntaremos en el manual de instalación.

Anexo 7. PLIEGO TARIFARIO VIGENTE

ENERO - DICIEMBRE				
	RESIDENCIAL TEMPORAL		1,414	
		0,1285		
CATEGORÍA	GENERAL			
NIVEL VOLTAJE	BAJO VOLTAJE SIN DEMANDA			
1-300 Superior	COMERCIAL		1,414	
		0,082 0,110		
1-300 Superior	E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS, SERVICIO COMUNITARIO			
		0,072 0,100		
1-300 Superior	BOMBEO AGUA			
		0,062 0,090		
1-300 Superior	BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE			
		0,058 0,066		
1-300 Superior	INDUSTRIAL ARTESANAL			
		0,064 0,100		
1 - 100 101-200 201-300 Superior	ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PÚBLICO Y CULTO RELIGIOSO			
		0,059 0,064 0,068 0,105		
NIVEL VOLTAJE	BAJO VOLTAJE CON DEMANDA			
	COMERCIALES		1,414	
	4,055	0,092		
	INDUSTRIALES			
	4,055	0,082		
	ENTIDADES OFICIALES, ESCENARIOS DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES			
	4,055	0,082		
	BOMBEO AGUA			
	4,055	0,072		

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Bohórquez Ronquillo Rolando Ángel, con C.C: # 0909752800 autor del trabajo de titulación: “ESTUDIO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO INTERCONECTADO A LA RED DEL ÁREA ADMINISTRATIVA DEL RECTORADO DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL.” previo a la obtención del título de **Magister en Electricidad** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

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 titulación 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 titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 27 de agosto de 2025

f. 

Nombre: Bohórquez Ronquillo Rolando Ángel

C.C: 0909752800

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	"Estudio de un sistema solar fotovoltaico interconectado a la red del área administrativa del rectorado de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil."		
AUTOR(ES)	Bohórquez Ronquillo Rolando Ángel		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Néstor Zamora C., M.Sc.; Ing. Kety Peñafiel O., M.Sc/ Ing. Gustavo Mazzini M., MSc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Sistema de Posgrado		
CARRERA:	Maestría en Electricidad		
TÍTULO OBTENIDO:	Magister en Electricidad		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	27 de agosto de 2025	No. DE PÁGINAS:	78
ÁREAS TEMÁTICAS:	SISTEMA FOTOVOLTAICO, PANELES SOLARES, BATERIAS, CELDAS, RADICION SOLAR, HORASOLAR PICO		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	ECOSISTEMA; GENERACIÓN; POTENCIA TOTAL O APARENTE (KVA);		
RESUMEN/ABSTRACT: Los variados suministros de energía eléctrica de tipos convencionales para su generación en gran magnitud es por medio de la quema de los combustibles fósiles existentes, el cual, corresponde a un recurso bastante limitado en el medio, el mismo que ha sido sobre explotado en el transcurrir del tiempo, incluso hasta la actualidad, teniendo además, la incidencia la contaminación del medio ambiente desde el punto de vista como un escenario natural en la cual se desarrollan las diferentes actividades, perjudicando a la atmósfera terrestre derivado del aumento de dióxido de carbono (CO₂), con base en estos antecedentes ha sido necesario la implementación y generación eléctrica con diversos tipos de energías renovables, fundamentado de manera especial en recursos naturales e inagotables en el universo, y que además, con tecnologías que no afectan al ecosistema, siendo sumamente importante promover y migrar a estos proyectos sustentables, amigables, confiables y seguras que a la vez coadyuvan al problema energético en cuanto a su generación. Este tipo de trabajo de titulación tiene como uno de los objetivos principales elaborar un diseño de manera integral conformado por una configuración solar fotovoltaico que va a estar interconectado con la red eléctrica de tipo convencional pública en la cual contenga un análisis, diseño y formulación para los cálculos de sus dimensiones y selectividad en cuanto al equipamiento a utilizar, basado y fundamentado en la aplicación de las convenciones, normativas técnicas y de seguridad vigentes; la que nos permitirá además, tener mayor disponibilidad la potencia total o aparente instalada (KVA); además, determinar los reales costos energéticos en su facturación mensual del área del rectorado de la universidad católica, por consiguiente que el proyecto solar sea un modelo de implementación en futuros diseños, estudios y aplicaciones en los demás edificios de la universidad. Palabras claves: Ecosistema; Generación; potencia total o aparente (KVA); Sistema solar; convenciones; fotovoltaico; energéticos.			
ADJUNTO PDF:	☒ SI		☐ NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-0998685897	E-mail: rolandobohorquezronquillo@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: MSc. Celso Bayardo Bohórquez Escobar		
	Teléfono: +593-0958718073		
	E-mail: 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):			