

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero
Mecánico Automotriz

PROYECTO TÉCNICO:

“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
FOTOLINERAS EN LA CIUDAD DE CUENCA”

AUTORES:

Patricio Fernando Calle Macancela
William Xavier Sarango Chuquimarca

TUTOR:

Ing. Adrián Xavier Sigüenza Reinoso, M.Sc.

Cuenca - Ecuador

2018

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Patricio Fernando Calle Macancela con documento de identificación N° 0104928106 y William Xavier Sarango Chuquimarca, con documento de identificación N° 0105078232, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación ***“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE FOTOLINERAS EN LA CIUDAD DE CUENCA”***, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, abril 2018



Patricio Fernando Calle Macancela

C.I. 0104928106



William Xavier Sarango Chuquimarca

C.I. 0105078232

CERTIFICACIÓN

Yo declaro que, bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación ***“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE FOTOLINERAS EN LA CIUDAD DE CUENCA”***, realizado por los autores Patricio Fernando Calle Macancela y William Xavier Sarango Chuquimarca, obteniendo el Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, abril 2018



Ing. Adrián Xavier Sigüenza Reinoso, M.Sc.

C.I. 0103827366

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Patricio Fernando Calle Macancela con documento de identificación N° 0104928106 y William Xavier Sarango Chuquimarca, con documento de identificación N° 0105078232, autores del trabajo de titulación ***“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE FOTOLINERAS EN LA CIUDAD DE CUENCA”*** certificamos que el total del contenido del Proyecto Técnico son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, abril 2018



Patricio Fernando Calle Macancela

C.I. 0104928106



William Xavier Sarango Chuquimarca

C.I. 0105078232

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a Dios por haberme brindado la oportunidad de culminar mi estudio universitario a lado de mis padres, ya que sin ellos este sueño no se hubiera hecho nunca realidad.

De igual manera un agradecimiento al Ing. Adrián Sigüenza, M.Sc. quien fue la persona que nos entregó su ayuda en base a sus conocimientos técnicos, para que este proyecto se desarrolle de una manera correcta.

Patricio Fernando Calle Macancela

AGRADECIMIENTO

En primer lugar te agradezco a ti Dios mío y Virgen del Cisne, por ayudarme a terminar este proyecto, gracias por darme la fuerza y el coraje para hacer este sueño realidad y estar conmigo en cada momento de esta maravillosa vida que me has brindado.

A esta prestigiosa institución educativa que es la Universidad Politécnica Salesiana por su formación académica y profesional que me brindaron en mi vida estudiantil.

A todo su personal docente que me brindaron sus conocimientos en mi formación y en especial al Ing. Adrián Sigüenza, M.Sc. por su orientación y ayuda para la culminación de este proyecto.

William Xavier Sarango Chuquimarca

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado especialmente para mi padre Luis Calle y a mi madre Julia Macancela, quienes fueron pilares fundamentales para que yo pueda alcanzar un objetivo más en mi vida profesional.

Patricio Fernando Calle Macancela

DEDICATORIA

Al gran amor de mi vida mi madre Janeth y a mi mejor amigo y hombre ejemplar mi padre Mario, a quienes les agradezco todo lo que soy y todo cuanto pueda ser. Las personas que siempre han creído en mí a pesar de tantas adversidades siempre me apoyaron. Quienes han sido y serán siempre mi bastón para apoyarme y seguir por la vida.

A mi hermano, Stalyn, mi más leal amigo y compañero durante todo el recorrer de los años y de quien he recibido cariño y apoyo a pesar de todos mis errores y virtudes.

A ustedes mi hermosa familia, mi fuerza, mi fortaleza, mi gratitud eterna, ustedes la razón de vivir y la razón de mis alegrías, para ustedes este título y todos mis triunfos que voy alcanzar en mi vida.

William Xavier Sarango Chuquimarca

RESUMEN

La presente investigación determina el análisis de factibilidad para la implementación de fotolineras en la ciudad de Cuenca. Para ello, se realiza un análisis de datos estadísticos de la radiación solar durante el año 2017, con el fin de identificar lugares estratégicos de alta concentración de radiación para la ubicación de fotolineras.

Se comienza recopilando información estadística de la radiación solar de la ciudad de Cuenca de las distintas estaciones meteorológicas establecidos por parte del Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER), la adquisición de datos de la radiación solar global de cada una de las estaciones meteorológicas son enviadas al data logger donde se reciben los datos obtenidos, para luego enviar la información a la oficina del INER, ubicada en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca donde la información es procesada.

Una vez desarrollado el análisis se lleva a cabo la especificación de las zonas con un alto índice de radiación solar global, adicional a ello, se realiza los distintos cálculos para determinar el número de paneles fotovoltaicos, el regulador de tensión, el inversor de carga, equipos que son elementales al emplear la energía del sol como recurso renovable para abastecer de energía al vehículo eléctrico.

Además se establece el precio del kilovatio-hora que genera la fotolinera de acuerdo a la potencia necesaria que se requiere para recargar la batería del vehículo eléctrico, conjuntamente con un análisis de costos de cada uno de los elementos que conforman una fotolinera y su respectivo diseño propuesto para una futura implementación en la recarga de cuatro vehículos eléctricos.

Por último, se describe el impacto ambiental que implica la utilización de la energía solar en la fotolinera, mediante el estudio de normas internacionales las cuales deben considerarse para aplicar en la ciudad de Cuenca, haciendo una evaluación para sustentar la seguridad hacia la ciudadanía en general.

SUMMARY

The following investigation determines the feasibility analysis for the implementation of fotolineras in the city of Cuenca. For this purpose, an analysis of statistical data of solar radiation was carried out during 2017, in order to identify strategic places with a high concentration of radiation for the location of fotolineras.

It began collecting statistical information on solar radiation from the city of Cuenca of the different meteorological stations established by the National Institute of Energy Efficiency and Renewable Energy (INER), the acquisition of data on the global solar radiation of each of the stations the meteorological data are sent to the data logger where the data obtained is received, and then the information is sent to the INER office, located in the Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, where the information is processed.

Once the analysis is carried out, the specification of the zones with a high index of global solar radiation is carried out. In addition, the different calculations were carried out to determine the number of photovoltaic panels, the voltage regulator, the load inverter, equipment that are elementary when using the energy of the sun as a renewable resource to supply energy to the electric vehicle.

It also establishes the price of the kilowatt-hour generated by the fotolinera according to the necessary power that is required to recharge the battery of the electric vehicle, together with a cost analysis of each of the elements that make up a fotolinera and its respective design proposed for a future implementation in the recharge of four electric vehicles.

Finally, it describes the environmental impact that involves the use of solar energy in the fotolinera, through the study of international standards which should be considered to apply in the city of Cuenca, making an assessment to support the safety of citizens in general.

ÍNDICE GENERAL

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	I
CERTIFICACIÓN	II
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD	III
AGRADECIMIENTO	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
DEDICATORIA	VII
RESUMEN	VIII
SUMMARY	IX
ÍNDICE GENERAL	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
INTRODUCCIÓN	1
1. PROBLEMA DE ESTUDIO	2
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos Específicos.....	3
ESTADO DEL ARTE	4
1.1. FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE	4
1.1.1. Energía solar fotovoltaica	5
1.1.2. Energía solar térmica	5
1.1.3. Energía hidráulica	6
1.1.4. Energía eólica.....	7
1.2. MOVILIDAD ELÉCTRICA.....	7
1.3. ESTACIONES DE RECARGA.....	8
1.3.1. Fotolineras.....	8
1.4. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.....	9
1.4.1. Célula Solar.....	9
1.4.1.1. Potencia de la célula solar.....	10
1.4.2. Panel Solar	11
1.4.3. Regulador.....	14
1.4.4. Acumuladores	14
1.4.4.1. Tipos de baterías	15
1.4.5. Inversor	16
1.5. RADIACIÓN SOLAR	17
1.5.1. Radiación en el plano horizontal.....	17

1.5.2. Radiación en el plano inclinado	18
1.5.3. Radiación en el plano perpendicular	18
1.6. TIPOS DE ESTACIONES DE CARGA	20
1.6.1. Estación de corriente alterna	20
1.6.2. Estación de corriente continua	20
1.7. ESTACIONES DE RECARGA Y SUS CARACTERISTICAS	21
1.7.1. Tipos de recarga del vehículo eléctrico.....	21
1.7.2. Tipos de conectores para la recarga	21
1.8. MODOS DE CARGA.....	23
1.9. TIPOS DE CONEXIÓN DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO	25
1.9.1. Conexión del vehículo eléctrico a la red	26
1.10. PROCEDIMIENTO DE RECARGA.....	26
1.10.1. Agentes implicados en el proceso de carga.....	26
1.10.2. Modo de operación de la fotolinera	27
ANÁLISIS DE VIABILIDAD.....	28
2.1. RADIACIÓN SOLAR DEL ECUADOR.....	28
2.2. LUGARES DE ANÁLISIS.....	29
2.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES	31
2.3.1. Radiación solar global.....	31
2.3.2. Radiación solar difusa.....	31
2.3.3. Velocidad del viento	31
2.3.4. Dirección del viento	31
2.3.5. Temperatura	31
2.3.6. Humedad relativa	31
2.3.7. Índice pluviométrico	31
2.3.8. Presión atmosférica.....	32
2.3.9. Gradiente térmico del suelo	32
2.4. EQUIPOS DE MEDICIÓN	33
2.4.1. Sensor del modelo (SR11)	33
2.4.2. Sensor del modelo (HMP155).....	35
2.4.3. Pluviómetro del modelo (TR-525M)	36
2.5. DATOS ESTADÍSTICOS	38
LUGARES ESTRATÉGICOS.....	43
3.1. VIABILIDAD TÉCNICA.....	43
3.2. MAPA SOLAR DEL CANTÓN CUENCA	43
3.3. ANÁLISIS DE RADIACIÓN ESTADÍSTICA.....	45
3.3.1. Regresión lineal.....	45

3.3.1.1. Resultados	47
3.4. REQUERIMIENTOS DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS	48
3.4.1. Requerimientos Normados	48
3.4.2. Requerimientos Funcionales	49
3.5. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DEL CONSUMO ENERGÉTICO	50
3.5.1. Selección de paneles solares	54
3.5.1.1. Criterios de selección de paneles solares	57
3.5.1.2. Número de paneles solares.....	59
3.5.1.3. Cálculo de la potencia generada por los paneles solares.....	60
3.5.2. Determinación del regulador de carga	61
3.5.3. Selección del inversor	63
3.5.4. Cálculo de las baterías.....	65
3.5.5. Grupo generador eléctrico.....	68
3.5.6. Cableado	69
3.5.6.1. Tubos de protección.....	69
3.5.6.2. Soporte para los cables.....	69
3.5.7. Colocación a masa	70
3.5.8. Ubicación de paneles solares	70
3.5.9. Características dimensionales de los estacionamientos	73
3.5.10. Características dimensionales de la estructura.....	74
3.5.11. Diseño propuesto.....	74
3.5.12. Seguridad	76
3.6. VARIABLES DE SELECCIÓN DE UBICACIÓN	76
3.6.1. Matriz de ponderación	76
3.6.2. Descripción de la ubicación de fotolineras	78
3.6.3. Selección de lugares.....	78
3.7. RECORRIDOS MÁXIMOS DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO	81
3.8. LUGARES CONCURRIDOS POR TURISMO	82
3.8.1. Descripción de las ubicaciones seleccionadas	82
3.8.1.1. Fotolinera 1: Universidad Politécnica Salesiana - Miraflores.....	83
3.8.1.2. Fotolinera 2: CTS - Iberia	84
3.8.1.3. Fotolinera 3: Cumbe.....	86
3.8.1.4. Fotolinera 4: Sayausí.....	87
3.8.1.5. Fotolinera 5: Turi	88
3.8.1.6. Fotolinera 6: Molleturo	90
ANÁLISIS DE COSTOS	91
4.1. VIABILIDAD ECONÓMICA.....	91

4.2. DETERMINACIÓN DE COSTOS.....	91
4.2.1. Costos de sitios de ubicación de las fotolineras	91
4.2.2. Costos directos	92
4.2.3. Costos indirectos	93
4.2.4 Costos totales de la generación de energía.....	94
4.3. AMORTIZACIÓN.....	95
4.3.1 Método de depreciación en línea recta.....	95
4.4. COSTO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA POR LA FOTOLINERA	96
4.4.1. Central Hidroeléctrica vs Fotolinera	97
IMPACTO AMBIENTAL.....	99
5.1. VIABILIDAD AMBIENTAL.....	99
5.2. CONTAMINACIÓN DE LAS FOTOLINERAS	99
5.2.1 Contaminación del panel solar.....	100
5.2.2. Contaminación de la batería.....	101
5.2.3. Contaminación del regulador e inversor de carga.....	103
5.2.4. Contaminación de los cables.....	104
5.3. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS.....	105
5.4. NORMATIVA AMBIENTAL.....	106
5.5. BENEFICIOS DE LA UTILIZACIÓN DE FOTOLINERAS	107
CONCLUSIONES.....	108
RECOMENDACIONES.....	110
BIBLIOGRAFIA.....	111
ANEXOS.....	117
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fuentes de energía renovable.	4
Figura 2: Fuente de energía fotovoltaica.	5
Figura 3: Fuente de energía térmica.	6
Figura 4: Fuente de energía hídrica.	6
Figura 5: Fuente de energía eólica.	7
Figura 6: Movilidad verde.	8
Figura 7: Estación fotovoltaica.	9
Figura 8: Instalación solar fotovoltaica.	9
Figura 9: Estructura de la célula solar.	10
Figura 10: Conexión de las celulares solares.	11
Figura 11: Constitución de un panel solar.	11
Figura 12: Estructura de un módulo fotovoltaico.	12
Figura 13: Conexiones de un módulo fotovoltaico.	13
Figura 14: Conexión de las células de un módulo fotovoltaico.	13
Figura 15: Conexión del regulador.	14
Figura 16: Esquema general de una instalación autónoma con inversor.	16
Figura 17: Instalación fotovoltaica conectada a la red.	16
Figura 18: Espectro electromagnético de la radiación solar extra-atmosférica.	17
Figura 19: Radiación en el plano horizontal.	18
Figura 20: Radiación en el plano inclinado.	18
Figura 21: Medición de la radiación solar en plano normal a los rayos solares.	19
Figura 22: Escala de irradiancia en función de la composición de la radiación solar.	19
Figura 23: Modo de carga con corriente alterna.	20
Figura 24: Modo de carga con corriente continua.	20
Figura 25: Especificaciones del modo uno de carga.	23
Figura 26: Especificaciones del modo dos de carga.	24
Figura 27: Especificaciones del modo tres de carga.	24
Figura 28: Especificaciones del modo cuatro de carga.	25
Figura 29: Conexión A del vehículo eléctrico.	25
Figura 30: Conexión B del vehículo eléctrico.	26
Figura 31: Conexión C del vehículo eléctrico.	26
Figura 32: Mapa solar del Ecuador.	28
Figura 33: Mapa de radiación solar global estimada promedio diario anual estimado del cantón Cuenca.	29
Figura 34: Estaciones meteorológicas del cantón Cuenca.	30
Figura 35: Partes del piranómetro SR11.	34
Figura 36: Piranómetro SR11.	35
Figura 37: Sensor HMP155.	36
Figura 38: Pluviómetro TR-525M.	37
Figura 39: Oficina del INER-UPS.	38
Figura 40: Gráfica de la radiación solar global máxima.	40
Figura 41: Gráfica de la radiación solar global mínima.	41
Figura 42: Lugares con índice de radiación solar alto.	44
Figura 43: Ingreso de las variables dependientes e independientes.	47

Figura 44: Resultados obtenidos en el cuadro de diálogo.	47
Figura 45: Carga del vehículo eléctrico utilizando el sistema fotovoltaico.....	50
Figura 46: Vehículo eléctrico.	50
Figura 47: Regulador de carga utilizado en paneles solares.	62
Figura 48: Inversor del vehiculo electrico.	64
Figura 49: Consumo de corriente Kia Soul.	64
Figura 50: Batería LiFePO4.....	66
Figura 51: Generador eléctrico.	68
Figura 52: Ubicación del panel solar.	71
Figura 53: Medidas del panel fotovoltaico de 300 Wp.....	72
Figura 54: Área de paneles de 300 Wp para la recarga del vehículo eléctrico.....	72
Figura 55: Dimensión del techo de la fotolinera para la recarga de cuatro vehículos eléctricos.	73
Figura 56: Plazas de estacionamiento.	73
Figura 57: Diseño de fotolinera - Vista frontal.....	75
Figura 58: Diseño de fotolinera - Vista lateral.	75
Figura 59: Diseño de fotolinera - Vista superior.	76
Figura 60: Mapa de las parroquias rurales que conforman la ciudad de Cuenca.	78
Figura 61: Universidad Politécnica Salesiana - Miraflores.	83
Figura 62: Fotolinera 1 - Miraflores.	84
Figura 63: Universidad Politécnica Salesiana - Parque Iberia.....	85
Figura 64: Fotolinera 2 - Iberia.....	85
Figura 65: Universidad Politécnica Salesiana - Cumbe.....	86
Figura 66: Fotolinera 3 - Cumbe.	87
Figura 67: Universidad Politécnica Salesiana - Sayausí.....	88
Figura 68: Fotolinera 4 - Sayausí.....	88
Figura 69: Universidad Politécnica Salesiana - Turi.	89
Figura 70: Fotolinera 5 - Turi.	90
Figura 71: Universidad Politécnica Salesiana - Molleturo.	91
Figura 72: Fotolinera 6 - Molleturo.	91
Figura 73: Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair.....	98
Figura 74: Drenaje ácido de una planta operada por Solar Holding Co.	100
Figura 75: Fragmentos de un módulo fotovoltaico.....	100
Figura 76: Problema de baterías.	102
Figura 77: Zona de reciclaje de baterías.	102
Figura 78: Componentes electrónicos de un inversor de carga.	103
Figura 79: Incineración negligente de los cables de cobre.	104
Figura 80: Tratamiento de desechos eléctricos y electrónicos.	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Diferencias de los paneles según la tecnología de fabricación.	14
Tabla 2: Características de los principales tipos de baterías.	15
Tabla 3: Baterías utilizadas en instalaciones solares.	15
Tabla 4: Descripción de los diversos tipos de recarga que se utilizan en los vehículos eléctricos.	21
Tabla 5: Especificaciones sobre los diferentes tipos de conectores para la recarga de la batería de vehículos eléctricos.	21
Tabla 6: Coordenadas geográficas de las estaciones meteorológicas.	30
Tabla 7: Variables de la red meteorológica.	32
Tabla 8: Partes del piranómetro SR11.	34
Tabla 9: Especificaciones del piranómetro SR11.	35
Tabla 10: Especificaciones de temperatura y humedad relativa del sensor HMP155.	36
Tabla 11: Especificaciones del pluviómetro TR-525M.	37
Tabla 12: Radiación solar global máxima.	38
Tabla 13: Radiación solar global mínima.	39
Tabla 14: Estaciones meteorológicas descartadas.	42
Tabla 15: Radiación solar global.	44
Tabla 16: Lugares estratégicos para la ubicación de fotolineras.	45
Tabla 17: Coeficientes que intervienen en el cálculo del parámetro de rendimiento global.	51
Tabla 18: Especificaciones técnicas del Kia Soul Ev.	53
Tabla 19: Descripción y costo de los paneles solares de la marca SIMAX.	55
Tabla 20: Descripción y costo de cada uno de los paneles solares de Renova-Energía.	57
Tabla 21: Especificación técnica del panel fotovoltaico de 300 Wp.	58
Tabla 22: Radiación global mínima de las estaciones meteorológicas.	59
Tabla 23: Características de los reguladores de carga.	62
Tabla 24: Características técnicas de inversores de carga utilizados en sistemas fotovoltaicos.	65
Tabla 25: Tipos de baterías utilizados en el sistema fotovoltaico.	66
Tabla 26: Propiedades técnicas del grupo generador.	69
Tabla 27: Aspectos principales de las canalizaciones eléctricas.	70
Tabla 28: Características de los tubos estructurales.	74
Tabla 29: Matriz de ponderación que determina la ubicación de las fotolineras en la ciudad de Cuenca.	77
Tabla 30: Parroquias rurales de la ciudad de Cuenca.	79
Tabla 31: Uso del suelo de las parroquias durante los años 2003 y 2010.	79
Tabla 32: Parroquias cercanas a las zonas seleccionadas para una futura implementación de fotolineras.	80
Tabla 33: Cantidad de kilómetros de vías de las parroquias rurales del cantón Cuenca.	80
Tabla 34: Variables escogidas en la autonomía del vehículo eléctrico.	81
Tabla 35: Rutas seleccionadas en base a los requerimientos seleccionados.	82

Tabla 36: Sitios de mayor frecuencia de personas por turismo en la ciudad de Cuenca.....	82
Tabla 37: Consideraciones técnicas de ruta: Universidad Politécnica Salesiana - Miraflores.....	83
Tabla 38: Consideraciones técnicas de ruta: Universidad Politécnica Salesiana - Parque Iberia.	84
Tabla 39: Consideraciones técnicas de ruta: Universidad Politécnica Salesiana - Cumbe.	86
Tabla 40: Consideraciones técnicas de ruta: Universidad Politécnica Salesiana - Sayausí.	87
Tabla 41: Consideraciones técnicas de ruta: Universidad Politécnica Salesiana - Turi.....	89
Tabla 42: Consideraciones técnicas de ruta: Universidad Politécnica Salesiana - Molleturo.....	90
Tabla 43: Promedio del avalúo de los sitios en la zona urbana y rural en la ciudad de Cuenca.....	92
Tabla 44: Lista de los componentes esenciales para la implementación de la fotolinera.	92
Tabla 45: Costo indirecto del generador eléctrico.	94
Tabla 46: Costo indirecto generado por los inversores de carga.	94
Tabla 47: Costos directos e indirectos.	94
Tabla 48: Tasa de depreciación que adquiere cada activo fijo.	95
Tabla 49: Depreciación de los bienes tangibles.	96
Tabla 50: Matriz de costos.	98
Tabla 51: Efectos en la salud de los componentes del panel solar.	101
Tabla 52: Efectos en la salud de los componentes del cable.	104

INTRODUCCIÓN

El estudio está direccionado a establecer la factibilidad de implementar las fotolineras en la ciudad de Cuenca, como una solución a la generación eléctrica futura para planes de movilidad, generando el bienestar y cuidado para obtener un planeta sostenible.

El funcionamiento de los vehículos eléctricos va a contribuir positivamente a la reducción de la contaminación ambiental en la ciudad de Cuenca, estudios en Estados Unidos de América han revelado que si la energía del vehículo procede de fuentes renovables como por ejemplo la energía solar, la huella de carbono que dejamos es la mitad que la de un coche actual (Penalva, 2015).

La implementación de fotolineras considerada como fuente de energía para la recarga de vehículos eléctricos, proviene del sol, es por esto que se considera como una de las fuentes de energía renovable que más desarrollo está experimentando en los últimos años y generando mayores expectativas para el futuro.

Debido a la gran acogida que están teniendo los vehículos eléctricos, algunos países están tomando medidas para implementar y desarrollar las estaciones de carga o electrolineras, razón por la cual, este proyecto permite establecer la factibilidad para la implementación de fotolineras en la ciudad de Cuenca.

Esta investigación se ha basado en el análisis de la radiación solar en Cuenca que considera base de datos estadísticos otorgado por el INER (Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables), que permite obtener los índices de radiación en cada uno de los puntos de la ciudad, junto con esta información se define lugares estratégicos donde se encuentre la máxima concentración de radiación solar.

Posteriormente se define los requerimientos que se necesita para la implementación de fotolineras en la ciudad, haciendo una descripción detalla del análisis de costos y finalmente se identifica el impacto ambiental que se obtendrá con la implementación de fotolineras mediante el estudio de normas internacionales las cuales deben considerarse para aplicar en la ciudad de Cuenca, haciendo una evaluación para sustentar la seguridad hacia la ciudadanía en general.

1. PROBLEMA DE ESTUDIO

Debido a que no existe un estudio realizado por ninguna entidad o institución acerca de la factibilidad de implementar fotolineras en la ciudad de Cuenca y a su vez considerando que en la actualidad los vehículos con motores de combustión interna (gasolina y diésel) emiten diversos tipos de gases contaminantes, que son perjudiciales para la salud de las personas y dañinos para el medio ambiente, se ha llegado a considerar la implementación de vehículos eléctricos los cuales no producen emisiones contaminantes a la atmósfera durante su funcionamiento.

La implementación del vehículo eléctrico en las ciudades como medio de transporte no solo involucra la presencia de estos, sino genera un gran problema en relación a la fuente energética que recargue un conjunto de baterías que representan el dispositivo de almacenamiento de energía para el motor eléctrico, sin embargo como abastecedor de energía se sigue manteniendo la utilización de motores de combustión interna.

Entre los inconvenientes que tienen los usuarios de vehículos eléctricos, se encuentra el almacenamiento de energía eléctrica, para lo que se utiliza la batería de ión litio, cabe destacar que estas baterías presentan en la actualidad algunas limitaciones, como es su baja densidad energética, alto coste, su tiempo de recarga prolongado y su vida útil que no supera los 7 años en el mejor de los casos.

Uno de los problemas en el vehículo eléctrico es la recarga de las baterías, por lo que el tiempo de recarga varía en función de la potencia que se le recargue. Si la recarga se realiza en casa, lo habitual es que se haga en un rango de potencia de entre 2,3 y 7,3 kW. A esta potencia, la recarga puede tardar entre 4 y 12 horas (8 horas con un punto de recarga de 3,7 kW) para el caso de batería de 22 kWh el tiempo es entre 6 y 12 horas (CORRIENTE ELECTRICA, 2017).

Esta característica de las baterías, con la población ya acostumbrada a llenar con combustible sus vehículos en pocos minutos, requiere un cambio de hábitos por parte del consumidor o bien encontrar sistemas que permitan una recarga rápida y efectiva de forma similar a la de los motores de combustión interna.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Determinar la factibilidad mediante una base de datos estadísticos de la radiación solar en Cuenca para la implementación de fotolineras.

2.2. Objetivos Específicos

- Analizar el estado del arte mediante información bibliográfica para la identificación de los sistemas de recarga de vehículos eléctricos.
- Establecer la viabilidad mediante mapas de radiación solar obtenidas por el INER para la implementación de fotolineras.
- Determinar lugares estratégicos mediante datos estadísticos altos de radiación solar para la ubicación de fotolineras.
- Definir requerimientos mínimos que intervienen en las fotolineras mediante análisis de costos para determinar la calidad y cantidad de recursos necesarios.
- Identificar el impacto ambiental mediante recopilación de información de las fotolineras para la validación de la factibilidad.



Capítulo 1

ESTADO DEL ARTE

1.1. FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

Las fuentes de energías renovables se obtienen de fuentes naturales inagotables, que se diferencian de las no renovables principalmente en su diversidad y abundancia, por lo que no producen gases de efecto invernadero, el uso de las energías limpias es indispensable para combatir el cambio climático.

Las energías renovables, Figura 1, son fuentes que producen constantemente energía entre las cuales tenemos la energía solar, la hidráulica, la eólica, la biomasa y la que se refiere a mareas, olas y gradientes térmicos permanentes; una de las desventajas que tienen las energías renovables es que el aprovechamiento de algunas de ellas es discontinuo pues dependen de las condiciones climatológicas.

Las energías renovables son limpias e inagotables, pues se utilizan de forma “autogestionada” por lo tanto se aprovechan en el mismo lugar en que se producen. Por ejemplo, la energía solar fotovoltaica suministra electricidad los días despejados, mientras que en los días fríos y ventosos, frecuentemente nublados, son los aerogeneradores los que pueden producir mayor energía eléctrica (SOLENER, 2017).



Figura 1: Fuentes de energía renovable.

Fuente: (GREEN BUSINESS GUIDE, 2017)

1.1.1. Energía solar fotovoltaica

Este tipo de energía transforma de manera directa la luz solar en electricidad, con una tecnología basada en el efecto fotovoltaico, Figura 2, esto se logra gracias a las propiedades de los materiales semiconductores a través de las células fotovoltaicas, el material que se utiliza es el silicio para la fabricación de paneles fotovoltaicos; la radiación solar cuando incide en una de las caras de una célula fotoeléctrica produce una diferencia de potencial eléctrico, que hace que los electrones salten de un lado a otro, produciendo así la corriente eléctrica.

Los paneles o módulos fotovoltaicos están compuestos por dispositivos semiconductores tipo diodo (células fotovoltaicas) que al recibir la radiación solar, se estimulan y generan saltos electrónicos, generando diferencias de potencial en sus extremos. (RENOVA ENERGIA, 2017).

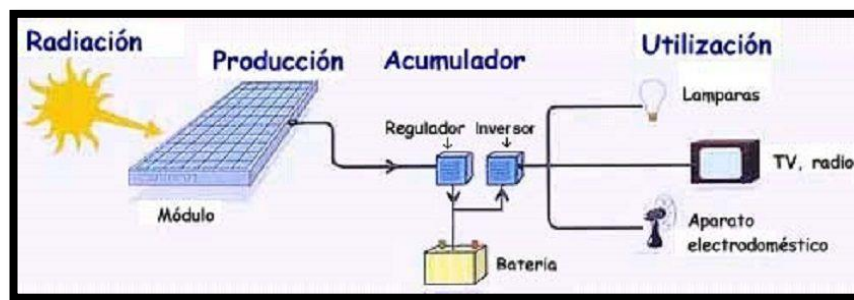


Figura 2: Fuente de energía fotovoltaica.

Fuente: (RENOVABLES VERDES, 2017)

1.1.2. Energía solar térmica

La energía solar térmica, Figura 3, se encarga de aprovechar la energía proveniente del sol para generar calor mediante el uso de paneles solares térmicos, esta energía es la encargada de calentar el agua que es destinada al consumo de agua o a la producción de energía mecánica y a partir de ella la energía eléctrica.

La captación de la energía solar térmica se consigue primero captando los rayos solares, mediante paneles solares, luego a través de este se hace pasar agua, una parte del calor absorbido es transferido al agua para así ya poder utilizar o almacenar.

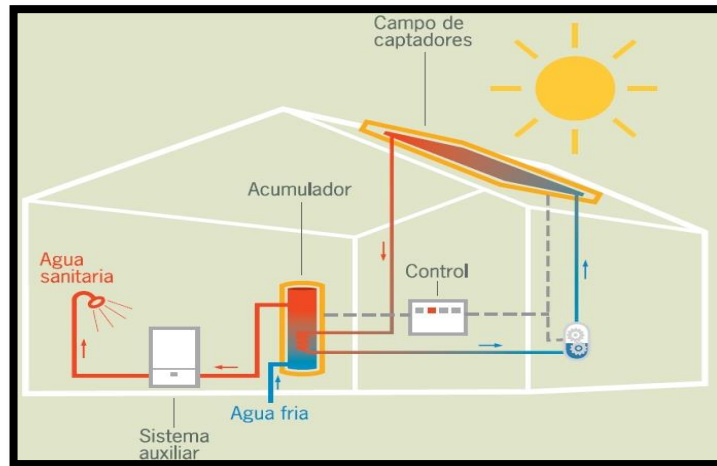


Figura 3: Fuente de energía térmica.

Fuente: (PORTAL SOLAR, 2017)

1.1.3. Energía hidráulica

La energía hidráulica, Figura 4, también conocida como energía hídrica aprovecha la energía cinética y potencial que tiene la corriente del agua al realizar un salto o al desplazarse a través de un desnivel, este recurso se puede utilizar por medio de una catarata o la construcción de centrales hidroeléctricas de presas (TWENERGY, 2012).

Este tipo de energía es aprovechada gracias a una turbina que luego se transforma a electricidad mediante un generador, mientras mayor sea el desnivel por el que pasa la corriente de agua, mayor va a ser la potencia eléctrica que se genere por el agua o el caudal de paso por la turbina.

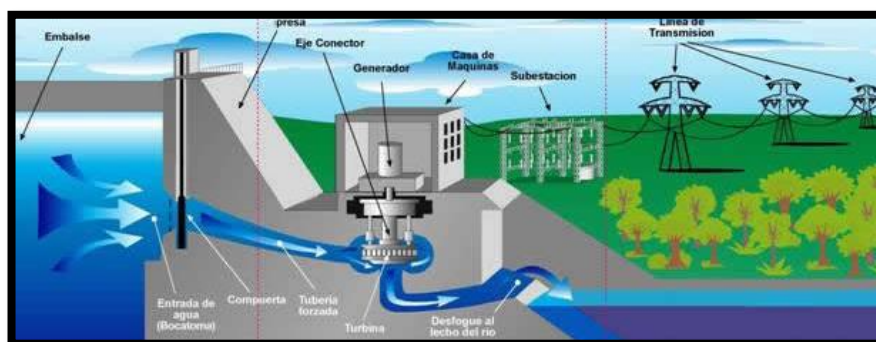


Figura 4: Fuente de energía hídrica.

Fuente: (EL INSIGNIA, 2017)

Las centrales hidroeléctricas se clasifican por su tamaño y potencia, las cuales se mencionan a continuación: (TWENERGY, 2012).

- Microcentrales con una potencia inferior a 1 MW.
- Minicentrales con una potencia inferior a 10 MW.
- Centrales de Mediana Potencia entre 10 a 50 MW.
- Centrales de Mediana Potencia con una potencia superior a 50 MW.

1.1.4. Energía eólica

Esta energía es obtenida del viento, Figura 5, es decir del movimiento de masas de aire, la energía cinética que se genera por efecto de las corrientes de aire es captada por los aerogeneradores.

El viento, en su trayectoria mueve las palas de los aerogeneradores, que al girar, mueven un generador que convierte este movimiento en energía eléctrica. (ERENOVABLE.COM, 2017).

La energía eólica es un recurso renovable y limpio, debido a que no contamina el aire contribuyendo en el desarrollo sostenible, pues ha permitido que su uso sea una gran alternativa para los países en vías de desarrollo con esta fuente de energía renovable.

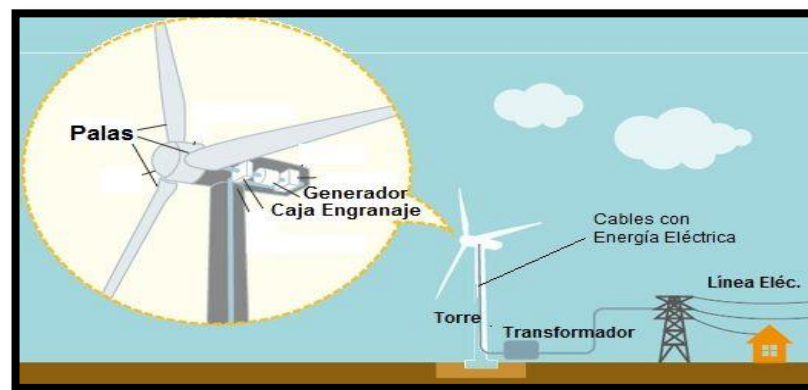


Figura 5: Fuente de energía eólica.

Fuente: (TECNOLOGÍA, 2017)

1.2. MOVILIDAD ELÉCTRICA

Es la utilización inteligente y coherente de las diferentes modalidades de transporte que están a nuestro alcance como son: bicicletas, vehículos, y motos, Figura 6, el vehículo eléctrico debe jugar un papel fundamental en colaboración con el transporte público, con el propósito de minimizar los problemas medioambientales

y sociales provocados por el uso particularmente del vehículo de combustión interna como medio de transporte.

El tráfico es uno de los grandes generadores de diversos gases contaminantes perjudiciales para la salud de las personas, aumentando de esta manera los niveles de mortandad por problemas pulmonares e incluso por ser agentes cancerígenos. (AEDIVE, 2017).

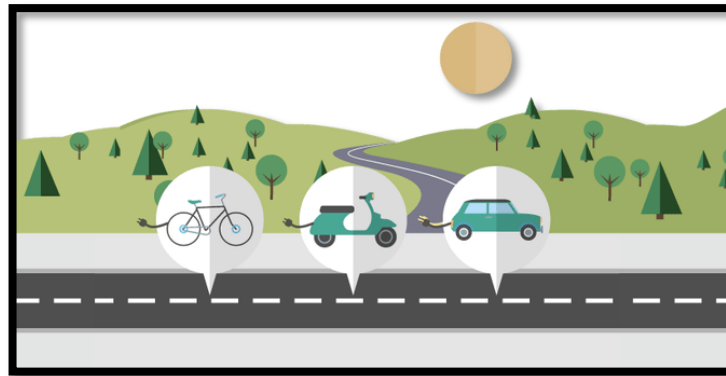


Figura 6: Movilidad verde.

Fuente: (SOMEENERGIA, 2017)

1.3. ESTACIONES DE RECARGA

1.3.1. Fotolineras

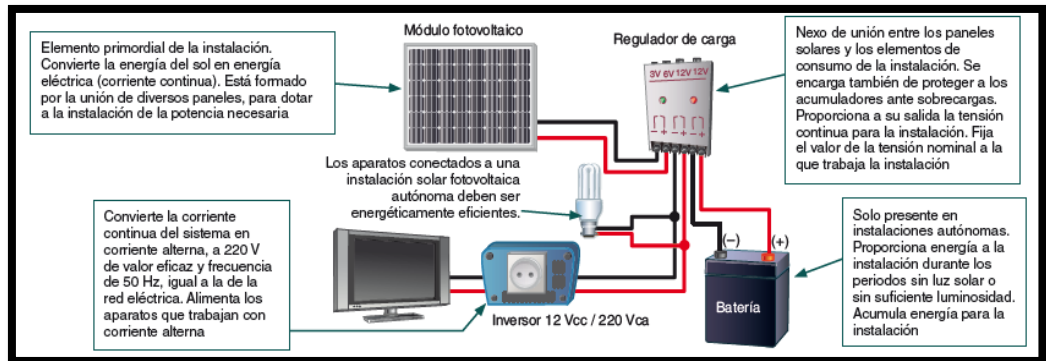
Son estacionamientos donde se implementa paneles solares, Figura 7, de manera que se pueda utilizar la energía solar para recargar la batería de los vehículos eléctricos, con ello se aprovecha adecuadamente estos espacios haciéndolos más eficientes ya que el auto se abastecería de energía eléctrica mientras se encuentra estacionado. Al utilizar esta nueva tecnología a largo plazo se puede obtener una reducción considerable de emisiones contaminantes al medio ambiente y a su vez mejorar la salud en las personas.



Figura 7: Estación fotovoltaica.**Fuente:** (LUGENERGY, 2017)

1.4. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Una de las principales aplicaciones de una instalación de energía solar fotovoltaica es la producción de energía eléctrica a partir de la radiación solar, por lo que a continuación en la Figura 8 se da a conocer cada uno de sus componentes.

**Figura 8:** Instalación solar fotovoltaica.**Fuente:** (ASSETS, 2017)

1.4.1. Célula Solar

En la instalación de la energía solar el elemento principal es el generador que es la célula solar, Figura 9, su principal característica es de convertir en electricidad los fotones provenientes de la luz solar.

Una célula solar se comporta como un diodo: la parte expuesta a la radiación solar es la N, y la parte situada en la zona de oscuridad, la P. Los terminales de conexión de la célula se hallan sobre cada una de estas partes del diodo: la cara correspondiente a la zona P se encuentra metalizado por completo (no tiene que recibir luz), mientras que en la zona N el metalizado tiene forma de peine, a fin de que la radiación solar llegue al semiconductor (ASSETS, 2017).

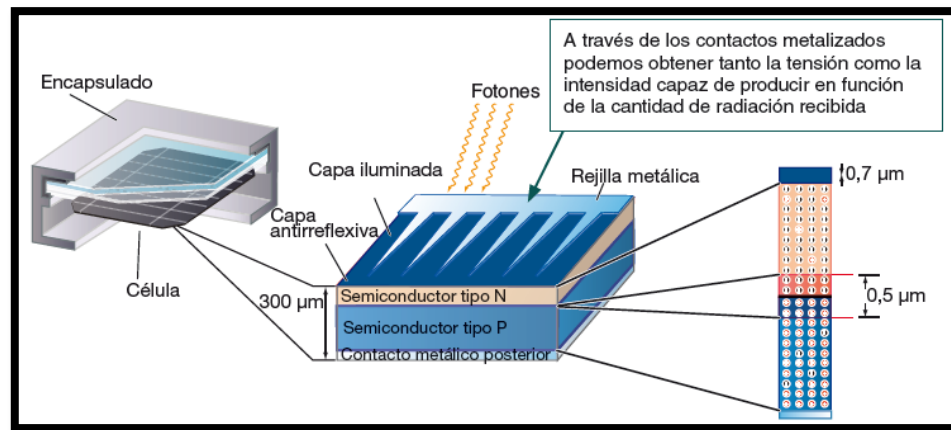


Figura 9: Estructura de la célula solar.

Fuente: (ASSETS, 2017)

1.4.1.1. Potencia de la célula solar

Una célula de tamaño estándar de 10 x 10cm tiene una potencia entre 1 o 2 W, por lo que es necesario juntar varias de ellas para así proporcionar la potencia suficiente al sistema fotovoltaico de la instalación.

En las células se va a encontrar diferentes posibilidades de conexiones eléctricas, Figura 10, entre las cuales tenemos:

- **Conexión en serie**

Se conecta las placas solares entre sí, conectando el polo positivo de un panel con el polo negativo del otro panel, con esto se logra mantener la intensidad de corriente y se suma el voltaje.

- **Conexión en paralelo**

Se conecta por un lado todos los polos positivos de las placas solares y en el otro lado todos los polos negativos, con esto se consigue mantener el voltaje de las placas solares y se suma la intensidad de corriente.

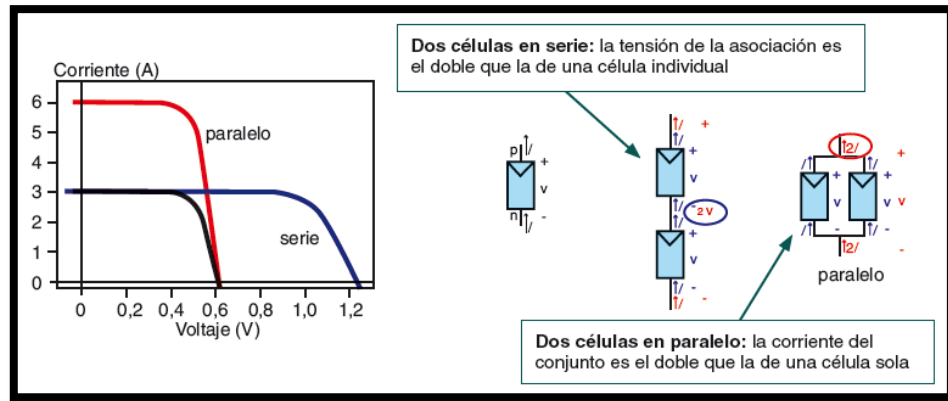


Figura 10: Conexión de las celulares solares.

Fuente: (ASSETS, 2017)

1.4.2. Panel Solar

Un panel solar está formado por un conjunto de células, conectadas eléctricamente, encapsuladas y montadas sobre una estructura de soporte o marco. Proporciona en su salida de conexión una tensión continua, y se diseña para valores concretos de tensión (6V, 12V, 24V...), que definirán la tensión a la que va a trabajar el sistema fotovoltaico (ASSETS, 2017).

A continuación en la Figura 11, se visualiza la constitución de un panel solar y su esquema típico de construcción.

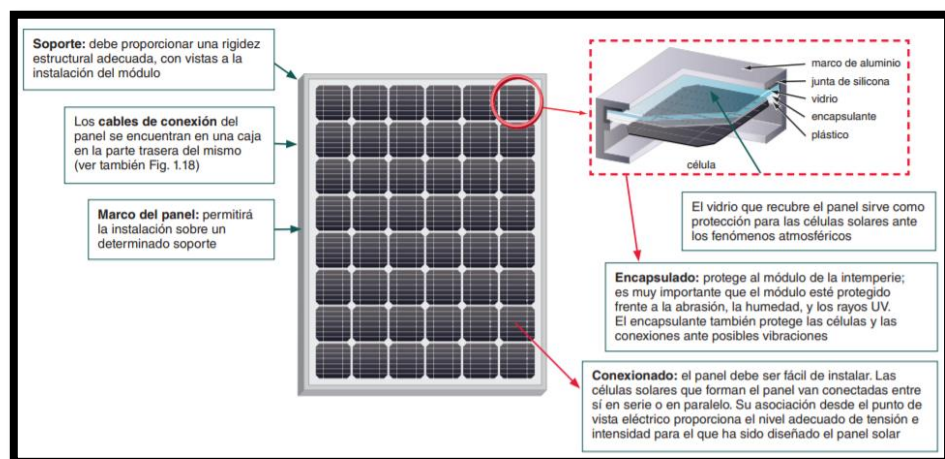


Figura 11: Constitución de un panel solar.

Fuente: (ASSETS, 2017)

Un módulo fotovoltaico o panel solar, Figura 12, consta de los siguientes elementos que se describen a continuación:

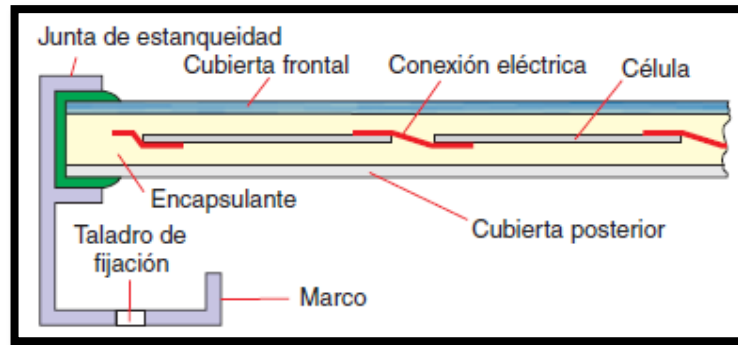


Figura 12: Estructura de un módulo fotovoltaico.

Fuente: (Castejón Oliva & Santamaría Herranz, 2012)

- **Cubierta frontal.** Su material es de vidrio templado entre 3 y 4 mm de espesor, con una buena transmisión de la radiación solar, ayuda a la protección de los agentes atmosféricos y los impactos como el granizo. La superficie exterior del vidrio es antirreflexiva, impidiendo la retención del polvo y la suciedad.
- **Encapsulante.** En los módulos se emplea el etil-vinil-acetato (EVA), que se encuentra en contacto directo con las células, ayudando en las conexiones y resistencia contra las vibraciones e impactos. Además permite la transmisión de la radiación solar y no se degrada con la radiación ultravioleta.
- **Cubierta posterior.** El material que se utiliza es una capa de polivinilo fluoruro (TEDLAR) o de poliéster, junto con la cubierta frontal, protege al módulo de la humedad y otros agentes.
- **Marco.** Los fabricantes en su mayoría utilizan aluminio anodizado que brinda rigidez y resistencia mecánica al módulo, cabe mencionar que no se debe mecanizar, porque las vibraciones pueden romper el cristal de la cubierta frontal.
- **Conexiones.** Se localizan en la parte posterior del módulo, normalmente consiste en una caja, Figura 13, con una protección para el polvo y el agua, está fabricada con material plástico resistente a altas temperaturas y en su interior se encuentran los bornes de conexión positivo y negativo del módulo junto con los diodos de paso (diodos by-pass).

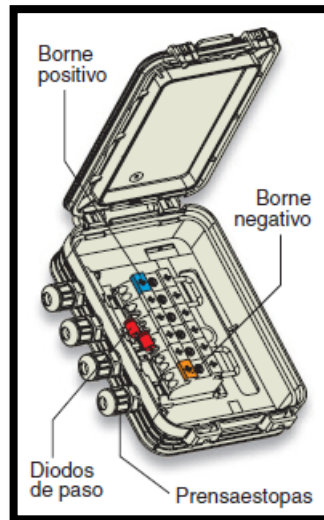


Figura 13: Conexiones de un módulo fotovoltaico.

Fuente: (ASSETS, 2017)

- **Células.** Las células se conectan por medio de cintas metálicas soldadas o incrustadas sobre la rejilla de conexión eléctrica de la cara frontal de cada célula. (ASSETS, 2017).

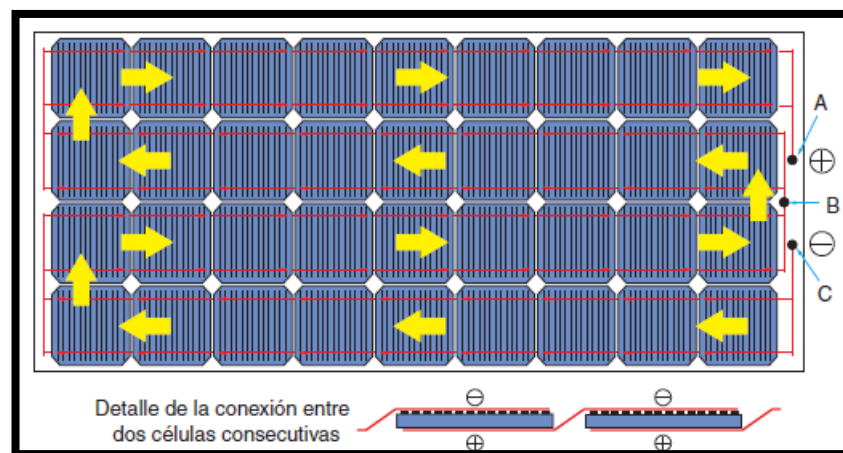


Figura 14: Conexión de las células de un módulo fotovoltaico.

Fuente: (ASSETS, 2017)

A continuación se detalla los tipos de paneles solares que vienen diseñados por la tecnología de fabricación de las células y son las siguientes:

- Silicio cristalino (monocristalino y multicristalino).
- Silicio amorfo.

También se da a conocer en la Tabla 1, las diferencias que existen entre los paneles solares según su tecnología de fabricación.

Tabla 1: Diferencias de los paneles según la tecnología de fabricación.

Células	Silicio	Rendimiento laboratorio	Rendimiento directo	Características	Fabricación
	Monocrystalino	24 %	15 - 18 %	Son típicos los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí (Czochralski).	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.
	Policristalino	19 - 20 %	12 - 14 %	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules.	Igual que el del monocrystalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización.
	Amorfo	16 %	< 10 %	Tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células.	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.

Fuente: (ASSETS, 2017)

1.4.3. Regulador

Para un buen funcionamiento de la instalación solar fotovoltaica, se instala un sistema de regulación de carga, Figura 15, que se localiza entre los paneles solares y las baterías, con la finalidad de evitar situaciones de carga y sobredescarga de la batería.

El regulador trabaja en dos partes, en la parte que se refiere a la carga su función es de dar suficiente carga al acumulador y evitar la sobredescarga; en la parte que se refiere a la descarga su misión es de dar suficiente energía y evitar la descarga de la batería.

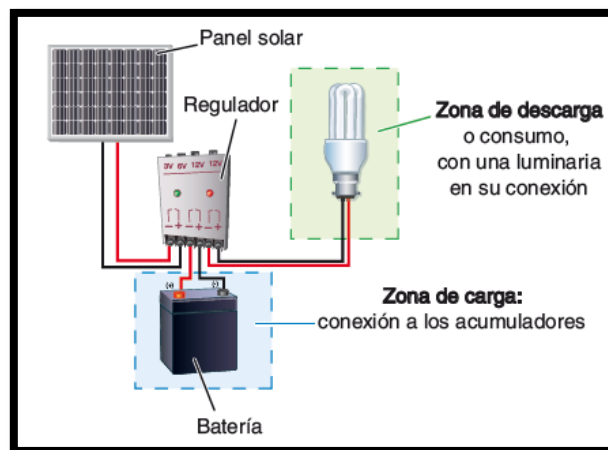


Figura 15: Conexión del regulador.

Fuente: (ASSETS, 2017)

1.4.4. Acumuladores

Es necesario utilizar un sistema de almacenamiento de energía, cuando la radiación recibida sobre el generador fotovoltaico es bajo y no logra que la

instalación funcione con los valores diseñados, para esto se utiliza las baterías o acumuladores.

La misión de la batería en las instalaciones fotovoltaicas son las que se mencionan a continuación:

- Almacenar energía durante un período determinado de días.
- Brindar una potencia instantánea elevada.
- Fijar la tensión de trabajo en la instalación.

1.4.4.1. Tipos de baterías

En la siguiente Tabla 2, se puede apreciar la clasificación de las baterías en función de la tecnología de fabricación y de los electrolitos utilizados.

Tabla 2: Características de los principales tipos de baterías.

Tipo de batería	Tensión por vaso [V]	Tiempo de recarga	Autodescarga por mes	N.º de ciclos	Capacidad (por tamaño)	Precio
Plomo-ácido	2	8-16 horas	< 5 %	Medio	30-50 Wh/kg	Bajo
Ni-Cd (níquel-cadmio)	1,2	1 hora	20 %	Elevado	50-80 Wh/kg	Medio
Ni-Mh (níquel-metal hydride)	1,2	2-4 horas	20 %	Medio	60-120 Wh/kg	Medio
Li ion (ión litio)	3,6	2-4 horas	6 %	Medio - bajo	110-160 Wh/kg	Alto

Fuente: (ASSETS, 2017)

Entre las baterías más utilizadas para las instalaciones solares fotovoltaicas se tiene las de plomo-acido, en la siguiente Tabla 3 se aprecia las ventajas y desventajas de este tipo de baterías.

Tabla 3: Baterías utilizadas en instalaciones solares.

TIPO	VENTAJAS	INCONVENIENTES	ASPECTO
Tubular estacionaria	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclado profundo. • Tiempos de vida largos. • Reserva de sedimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Precio elevado. • Disponibilidad escasa en determinados lugares. 	
Arranque (SLI, automóvil)	<ul style="list-style-type: none"> • Precio. • Disponibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mal funcionamiento ante ciclado profundo y bajas corrientes. • Tiempo de vida corto. • Escasa reserva de electrolito. 	
Solar	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricación similar a SLI. • Amplia reserva de electrolito. • Buen funcionamiento en ciclados medios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos de vida medios. • No recomendada para ciclados profundos y prolongados. 	
Gel	<ul style="list-style-type: none"> • Escaso mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro rápido en condiciones de funcionamiento extremas de VI. 	

Fuente: (ASSETS, 2017)

1.4.5. Inversor

Es el encargado de convertir la corriente continua que se encuentra en la instalación en corriente alterna, el inversor es indispensable en las instalaciones conectadas a la red, en la Figura 16 se ve reflejado como es este tipo de instalación en la electrificación de viviendas.

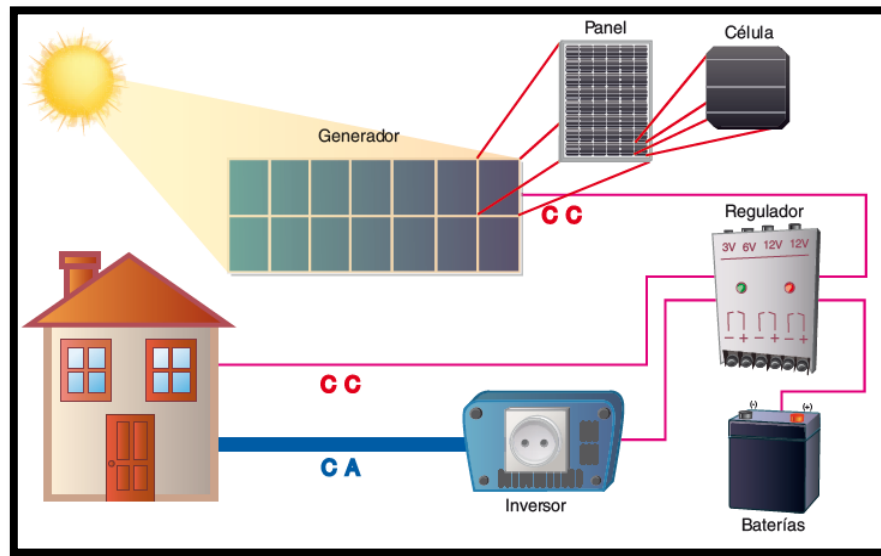


Figura 16: Esquema general de una instalación autónoma con inversor.

Fuente: (ASSETS, 2017)

Cuando sea el caso de una instalación conectada a la red, se seguirá el siguiente esquema que se representa en la Figura 17.

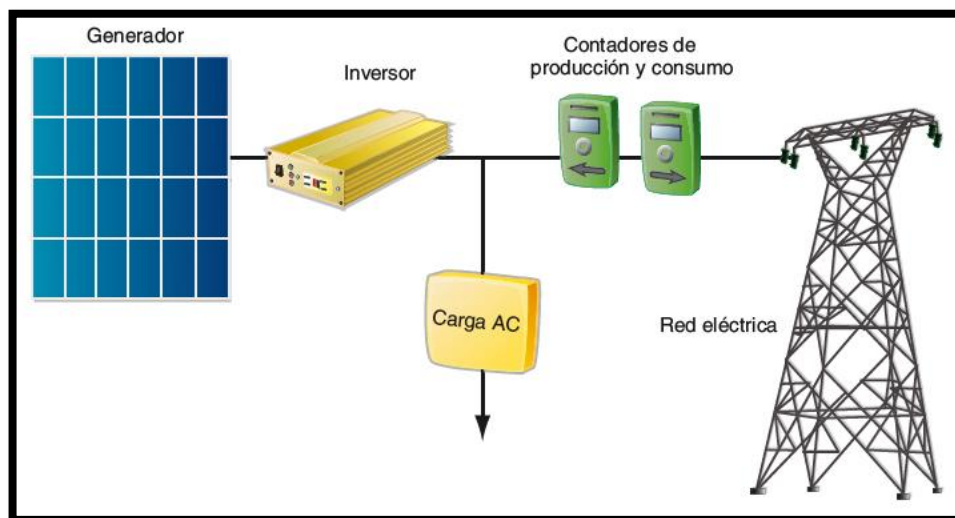


Figura 17: Instalación fotovoltaica conectada a la red.

Fuente: (ASSETS, 2017)

1.5. RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar es la transferencia de energía por ondas electromagnéticas que se propaga en todas las direcciones y es emitida por el sol, Figura 18, este tipo de energía se transmite en forma de espectro electromagnético con longitudes de onda que van de $0,15 \mu\text{m}$ a $4 \mu\text{m}$ aproximadamente.

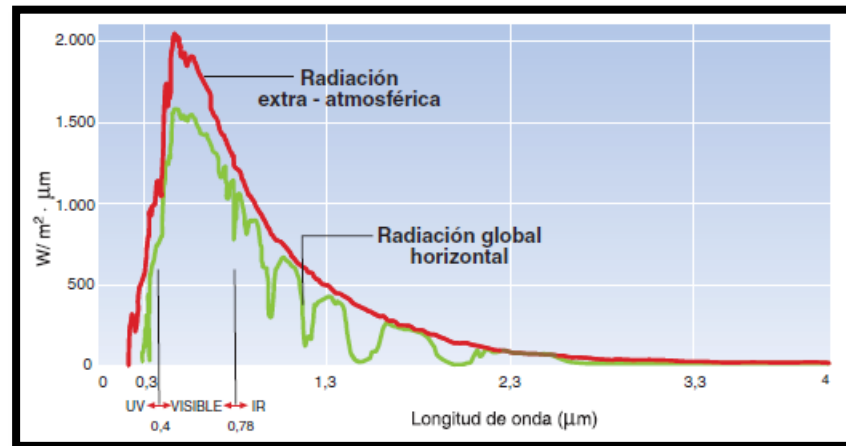


Figura 18: Espectro electromagnético de la radiación solar extra-atmosférica.

Fuente: (Castejón Oliva & Santamaría Herranz, 2012)

La radiación solar sobre una superficie terrestre tiene variaciones temporales, siendo unas aleatorias, como la nubosidad y otras previsibles, como son los cambios estacionales o el día y la noche, provocadas por los movimientos de la tierra. (Castejón Oliva & Santamaría Herranz, 2012).

La estimación de la radiación solar puede ser estimulada para un determinado plano, sea este horizontal, inclinado o normal a los rayos solares.

1.5.1. Radiación en el plano horizontal

Es la radiación solar incidente sobre una superficie horizontal y se utiliza para determinar la insolación en el calentamiento de estanques, plantas, etc.

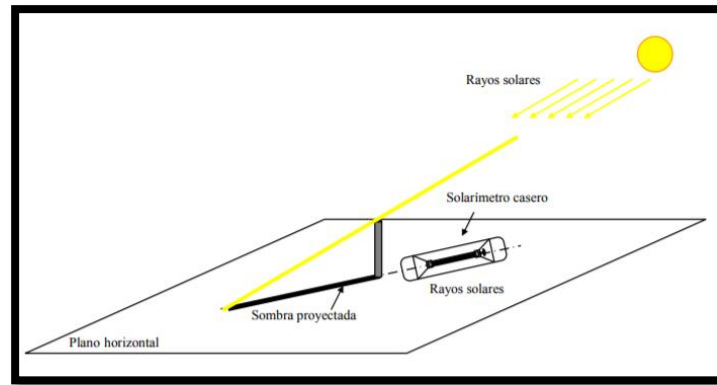


Figura 19: Radiación en el plano horizontal.

Fuente: (Vásquez, 2017)

1.5.2. Radiación en el plano inclinado

Es la radiación solar incidente sobre una superficie inclinada y sirve para el diseño de las instalaciones fotovoltaicas.

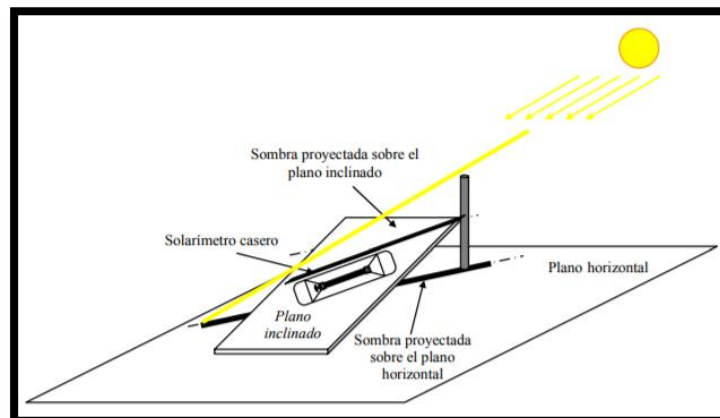


Figura 20: Radiación en el plano inclinado.

Fuente: (Vásquez, 2017)

1.5.3. Radiación en el plano perpendicular

Es la radiación solar incidente sobre una superficie perpendicular a los rayos solares y sirve para el diseño de las cocinas solares

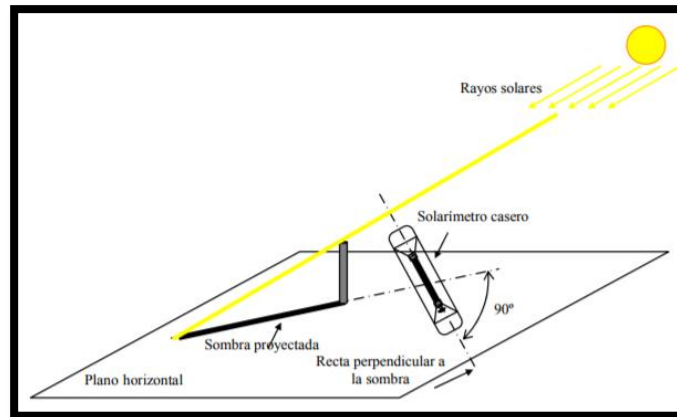


Figura 21: Medición de la radiación solar en plano normal a los rayos solares.

Fuente: (Vásquez, 2017)

Para cuantificar la radiación solar se utilizan dos magnitudes que corresponden a la potencia y a la energía de la radiación que llegan a una unidad de superficie, que se denominan irradiancia e irradiación y se definen a continuación:

- **Irradiancia:** Indica la intensidad de la radiación solar. Se mide en vatios por metro cuadrado (W/m^2).
- **Irradiación:** Es la cantidad de energía solar recibida durante un periodo de tiempo, se mide en julios por metro cuadrado (J/m^2).

La irradiancia que genera el Sol es de aproximadamente $6.35 * 10^7 W/m^2$ y solo una pequeña parte de esta radiación llega al exterior de la atmósfera terrestre, $1.367 W/m^2$ aproximadamente. (Castejón Oliva & Santamaría Herranz, 2012).

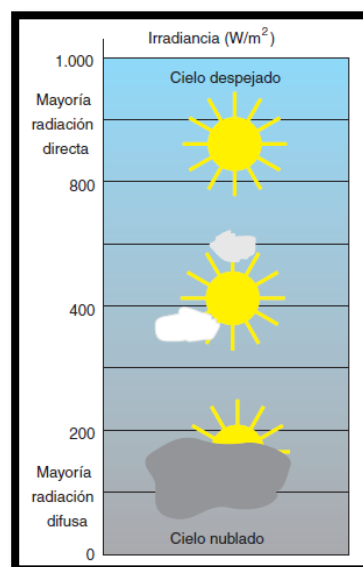


Figura 22: Escala de irradiancia en función de la composición de la radiación solar.

Fuente: (Castejón Oliva & Santamaría Herranz, 2012)

1.6. TIPOS DE ESTACIONES DE CARGA

1.6.1. Estación de corriente alterna

En este tipo de estación todos los equipos de carga se encuentran localizados en la parte interna del vehículo.

Según la norma UNE-EN61851-1 el valor nominal de la tensión de alimentación en corriente alterna es de 690 V. Los equipos deben funcionar correctamente dentro del $\pm 10\%$ de la tensión nominal normalizada (según la norma CEI 60038) y el valor nominal de la frecuencia es de 50 Hz $\pm 1\%$ o 60 Hz $\pm 1\%$ (AENOR, 2016).



Figura 23: Modo de carga con corriente alterna.

1.6.2. Estación de corriente continua

En este tipo de estaciones una parte o la totalidad de su equipo se encuentra ubicado en la parte externa del vehículo, en la estación de recarga (electrolinera).

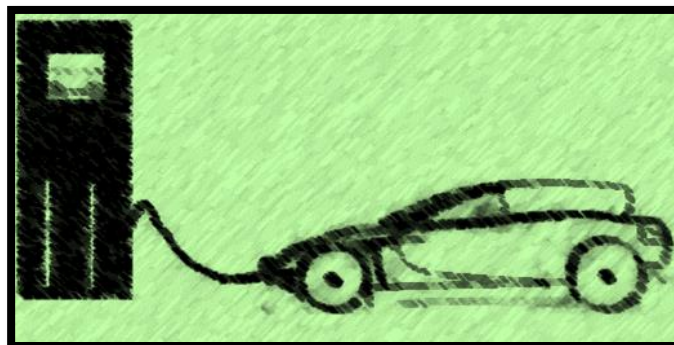


Figura 24: Modo de carga con corriente continua.

1.7. ESTACIONES DE RECARGA Y SUS CARACTERISTICAS

1.7.1. Tipos de recarga del vehículo eléctrico

Los principales tipos de recarga que se utilizan en la actualidad son cinco y se diferencian de acuerdo a la velocidad, es decir al tiempo que se demora en recargar las baterías de los vehículos eléctricos y a la potencia disponible.

Tabla 4: Descripción de los diversos tipos de recarga que se utilizan en los vehículos eléctricos.

Tipo	Especificación	Tiempo
Recarga súper lenta	La intensidad de corriente es de 10 A o menor por no poseer una base de recarga con protección e instalación eléctrica adecuada.	10-12 Horas
Recarga lenta	Posee una intensidad de 16 A, se la conoce también como recarga normal o convencional.	6-8 Horas
Recarga semirápida	La recarga semirápida demanda una potencia de 22 kW.	1-1 ¼ 1-2 Horas
Recarga rápida	Este tipo de recarga trabaja con una potencia de 44-50 kW.	½ Hora
Recarga ultra-rápida	La potencia que maneja es elevada. Las baterías de iones de litio no tienden a soportar temperaturas elevadas lo que provoca que se deteriore su vida útil.	5-10 Minutos





Fuente: (BATTERI, 2017)


1.7.2. Tipos de conectores para la recarga

Existen diversos tipos de conectores en el mercado los más comunes se mencionan a continuación en la Tabla 5.

Tabla 5: Especificaciones sobre los diferentes tipos de conectores para la recarga de la batería de vehículos eléctricos.

CONECTORES				
Tipo	Marca	Especificaciones	Capacidad	Normativa
	Enchufe SHUNKO	Están diseñados para soportar corrientes de hasta 16 A durante períodos cortos de tiempo, por lo que si utilizamos cargadores	Corriente máxima: 10 A. Solo para carga lenta y sin comunicación	EUROPEA

		portátiles o cables de recarga con este conector, no podremos pasar de 10 A, 12 A o 13 A como mucho, si no queremos tener problemas de sobrecalentamiento.	integrada.	
	SAE J1772	Dispone de los mismos contactos que una clavija Schuko, típicos de un conector monofásico de baja tensión: fase, neutro y tierra. Adicionalmente, dispone de dos contactos destinados para la comunicación entre el cargador externo y el vehículo. Además dispone de un dispositivo de bloqueo que impide la desconexión del conector durante la recarga.	Tensión máxima: 250 VCA Monofásica Corriente máxima: 32 A Monofásica (hasta 7,2 kW)	IEC 62196-2
	MENNEKES	Mide 55 mm de diámetro. Tiene siete bornes, los cuatro para corriente (trifásica), el de tierra y dos para comunicaciones. Existiendo dos clases: Monofásico que permite hasta 16 A para carga lenta. Trifásico que permite hasta 63 A para recarga rápida.	Tensión máxima: 500 VCA Trifásica, 250 VCA Monofásica. Corriente máxima: 63 A Trifásica (hasta 43 kW) 70 A Monofásica	IEC 62196-2
	SCAME	Tiene cinco o siete bornes, ya sea para corriente monofásica o trifásica, tierra y comunicación con la red. Admite hasta 32 A (para recarga semi-rápida).	Tensión máxima: 500 VCC Corriente máxima: 32 ACC	IEC 62196-1 UL 2551
	YAZAKI	Mide 43 mm de diámetro. Tiene cinco bornes, los dos de corriente, el de tierra, y dos complementarios, de detección de proximidad (el coche no se puede	Tensión máxima: 250 VCA Monofásica Corriente máxima: 32 A Monofásica	IEC 62196-2

		mover mientras esté enchufado) y de control (comunicación con la red).	hasta 80 A	
	COMBO	Cargas con tensiones de 200 V-450 V y 80 A para potencias de 36 kW, o con 200 A potencias de hasta 90 kW. Tecnología PLC para su uso en Smart Grids.	Tensión máxima: 850 VCC Corriente máxima: 125 ACC	IEC 62196-2 IEC 62196-3

Fuente: (MOTORPASIÓN, 2017)

1.8. MODOS DE CARGA

Actualmente en el vehículo eléctrico prevalecen cuatro principales modos de carga y se mencionan a continuación:

En el modo uno es indispensable que el dispositivo enchufable en la parte de la infraestructura se encuentre protegido por un interruptor diferencial y magnetotérmica.

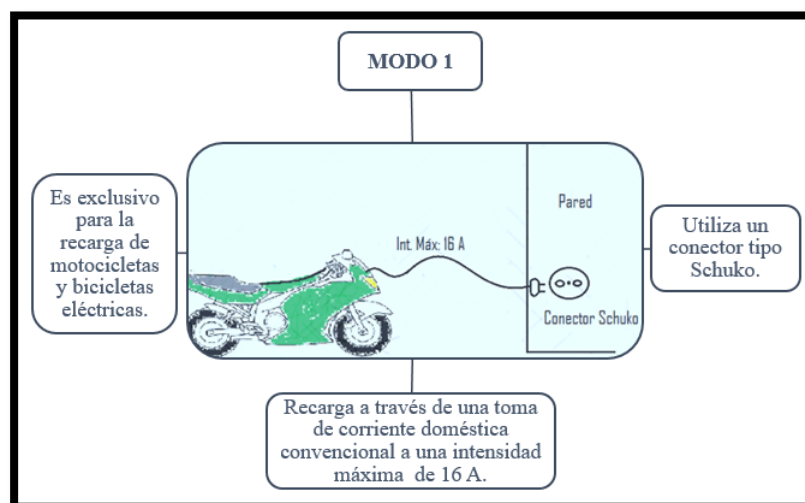


Figura 25: Especificaciones del modo uno de carga.

En el modo dos se obtiene una potencia máxima de 7,4 kW (Monofásico) y 22 kW (Trifásico). Al igual que el modo uno, el modo dos también necesita de las protecciones magnetotérmicas y diferencial.

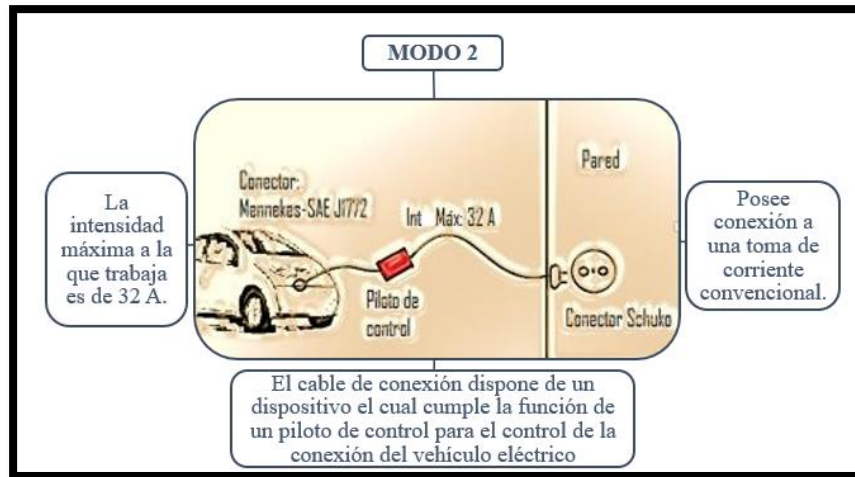


Figura 26: Especificaciones del modo dos de carga.

Para el modo tres el interruptor diferencial se encuentra integrado en la red de alimentación, llegando a tener una potencia máxima de 7,4 kW (Monofásica) y 22 kW (trifásica). Además la base de toma de corriente posee de 5 a 7 hilos conductores, esto según la norma IEC 62192-2.

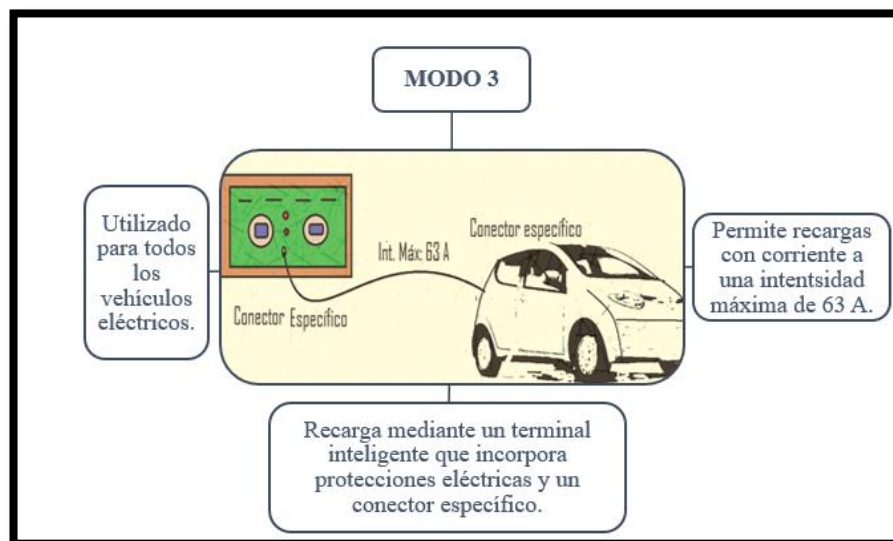


Figura 27: Especificaciones del modo tres de carga.

Finalmente en el modo cuatro las protecciones se encuentran localizadas en la infraestructura de recarga y son instalados generalmente en lugares públicos como son: estacionamientos, centros comerciales o vías públicas.

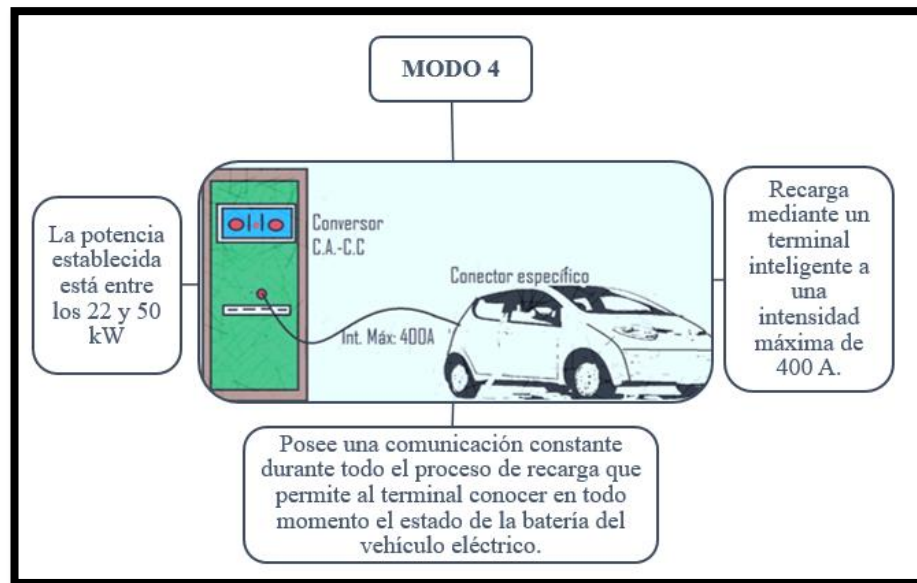


Figura 28: Especificaciones del modo cuatro de carga.

1.9. TIPOS DE CONEXIÓN DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO

Según la Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT-52 existen tres clases de conexión de la red de alimentación al vehículo eléctrico y son los siguientes:

- **Caso A**

La conexión del vehículo eléctrico a la estación de recarga mediante un cable terminado en un clavija con el cable solidario al vehículo eléctrico. (BOE, 2017).

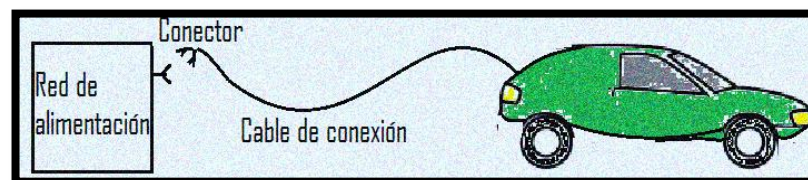


Figura 29: Conexión A del vehículo eléctrico.

Fuente: (BOE, 2017)

- **Caso B**

Conexión del vehículo eléctrico a la estación de recarga mediante un cable terminado por un extremo en una clavija y por otro en un conector, donde el cable es un accesorio del vehículo eléctrico. (BOE, 2017).

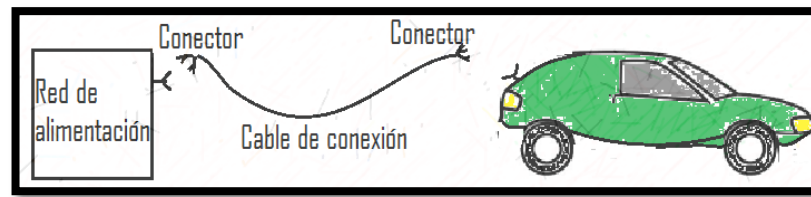


Figura 30: Conexión B del vehículo eléctrico.

Fuente: (BOE, 2017)

- **Caso C**

Conexión del vehículo eléctrico a la estación de recarga mediante un cable terminado en un conector el cable forma parte de la instalación fija. (BOE, 2017).

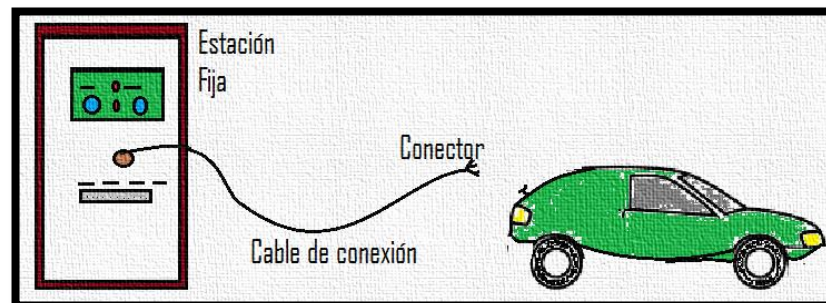


Figura 31: Conexión C del vehículo eléctrico.

Fuente: (BOE, 2017)

1.9.1. Conexión del vehículo eléctrico a la red

Los vehículos eléctricos requieren una infraestructura de recarga eficaz y adaptada a los requerimientos específicos para cada modelo. Sin embargo, la norma UNE-EN 61851-1 hace referencia al “Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos y la conexión de un vehículo eléctrico a la red de C.A. (corriente alterna) utilizando un cable de carga desmontable con un conductor del vehículo y un equipo de alimentación de C.A.”

1.10. PROCEDIMIENTO DE RECARGA

1.10.1. Agentes implicados en el proceso de carga

Según el proyecto de titulación: “Diseño de la instalación eléctrica de una electrolinera” de la UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID, los agentes fundamentales que se encuentran inmersos en el procedimiento de carga son los que se detallan a continuación: (María, 2012).



- **Entidad gestora:** Es aquella que se encarga de avalar el proceso y la información de los clientes.
- **Zona de recarga:** Es la encomendada de proporcionar energía eléctrica al vehículo.
- **Cliente final:** El vehículo eléctrico es considerado como cliente final.

1.10.2. Modo de operación de la fotolinera

De acuerdo al proyecto de titulación de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil los respectivos procedimientos que debe llevar a cabo el usuario, para realizar el proceso de recarga de corriente eléctrica a la batería del vehículo eléctrico en una fotolinera son los siguientes: (Enrique Cruz, 2016)

- El usuario debe verificar que el estado de la electrolinera se encuentre encendido.
- Desenchufar el conector y proceder a desenrollar el cable.
- Enchufar el conector al vehículo.
- La electrolinera comienza su operación de recarga.
- La interfaz mostrara mensajes de aviso que la recarga se ha realizado con éxito.
- Desconectar del vehículo el conector, se vuelva a enrollar el cable y luego se coloca en la electrolinera.

Capítulo 2

ANÁLISIS DE VIABILIDAD

En el presente capítulo se define el análisis de viabilidad que determina la implementación de fotolineras en relación con el índice de radiación solar en la ciudad de Cuenca, considerando tres criterios principales de viabilidad como son: técnica, económica y ambiental. Una vez definidos los parámetros se procede a la selección de lugares estratégicos en donde el índice de radiación solar es alto y con ello a la realización de pruebas experimentales para así lograr determinar la factibilidad de implementar fotolineras en la zona.

2.1. RADIACIÓN SOLAR DEL ECUADOR

En cada territorio del planeta Tierra varía la cantidad de radiación solar, debido a diversos aspectos como: hora del día, latitud geográfica y la estación del año. Sin embargo gran parte de la radiación solar que adquiere el planeta en el transcurso de un año llega a concentrarse en distintas zonas del Ecuador.

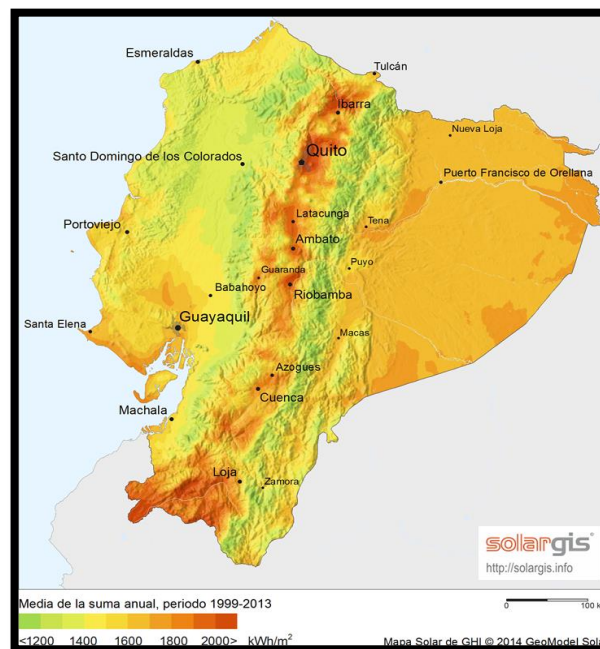


Figura 32: Mapa solar del Ecuador.

Fuente: (SOLARGIS, 2017)

Particularmente el Ecuador al encontrarse en la mitad del mundo obtiene un gran beneficio de la energía solar, además que posee propiedades topográficas distintas,

clima variado y características propias, que le otorgan un incremento de ciertos tipos de energías renovables, pero la contribución de la energía solar para satisfacer la demanda energética nacional es mínima (Rodríguez & Arroyo, 2016).

Un informe del Departamento de Ciencias Planetarias de la Agencia Espacial Ecuatoriana (EXA) determinó que el mayor índice de radiación solar tiene la ciudad de Cuenca, con una medición de 23 UV (radiación ultravioleta), siendo esta aprovechada como una fuente de generación eléctrica por ser una fuente inagotable de energía (EXA, 2018).

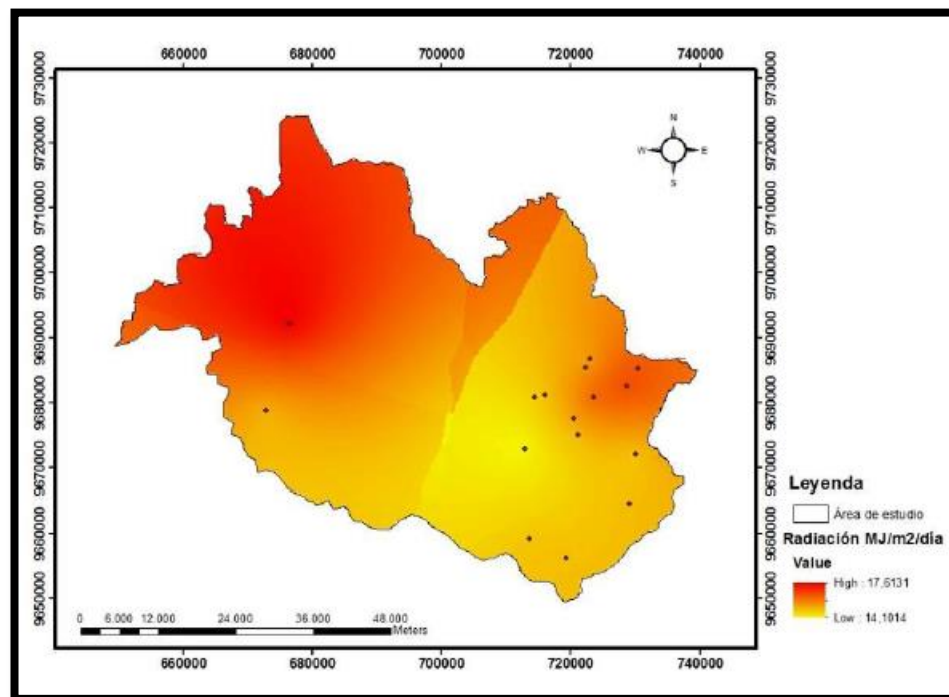


Figura 33: Mapa de radiación solar global estimada promedio diario anual estimado del cantón Cuenca.

Fuente: (Delgado Orellana & Orellana Samaniego , 2015)

2.2. LUGARES DE ANÁLISIS

Para establecer la viabilidad de implementar las fotonías se realiza el levantamiento de información de la radiación solar de 17 estaciones meteorológicas, Figura 34, del Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER), con base de datos estadísticos proporcionados del cantón Cuenca entre los meses de enero y diciembre del 2017.

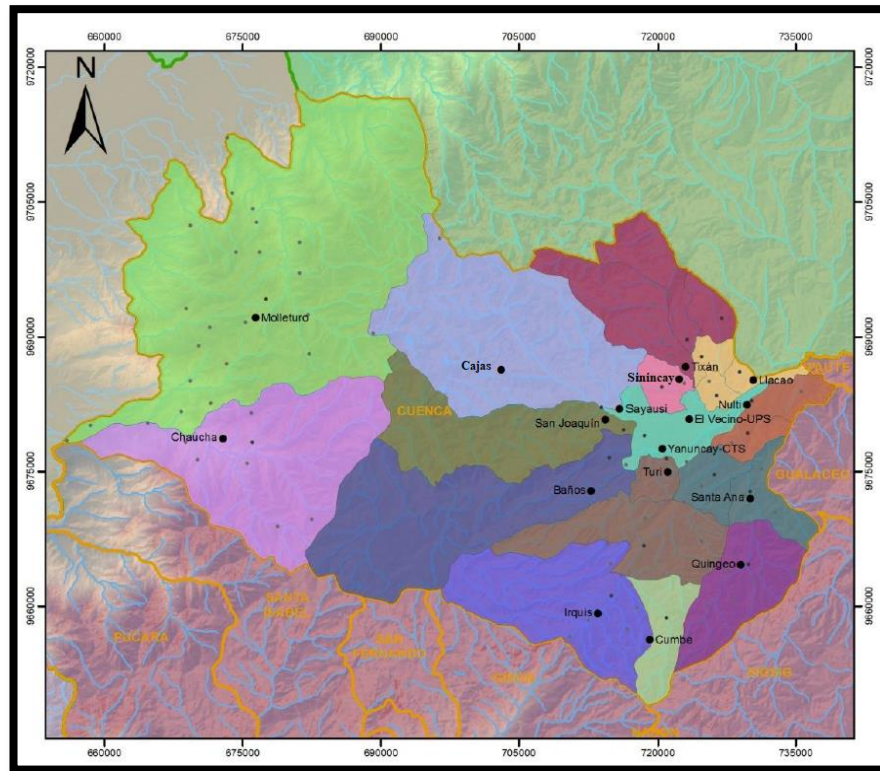


Figura 34: Estaciones meteorológicas del cantón Cuenca.

La ubicación de cada una de las estaciones meteorológicas del INER, se encuentra definida por las coordenadas geográficas con su respectiva altitud que se expresa en metros sobre el nivel mar (msnm), detalle que se visualiza en la Tabla 6.

Tabla 6: Coordenadas geográficas de las estaciones meteorológicas.

Número	Estación	X	Y	Altitud
1	Nulti	729704	9682466	2623 msnm
2	Santa Ana	730085	9672006	2651 msnm
3	Llacao	730418	9685180	2542 msnm
4	Tixán	723017	9686678	2725 msnm
5	CTS - Yanuncay	720504	9677509	2561 msnm
6	UPS - Vecino	723584	9680788	2556 msnm
7	Iquis	713645	9659192	2665 msnm
8	Quingeo	729055	9664593	2895 msnm
9	Cumbe	719190	9656242	3179 msnm
10	Baños	712899	9672817	3062 msnm
11	San Joaquín	714405	9680807	2764 msnm
12	Sayausí	715974	9681200	2727 msnm
13	Turi	721103	9674971	2768 msnm
14	Sinincay	689859	9672550	3720 msnm
15	Chaucha	672859	9678690	1929 msnm
16	Molleturo	676435	9692152	3524 msnm
17	Cajas	700268	9691988	3675 msnm

Fuente: INER



2.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

La red meteorológica del INER está integrada por 17 estaciones ubicadas en diferentes lugares del cantón Cuenca y en cada una de las estaciones se va a encontrar con cada una de las variables que se definen a continuación:

2.3.1. Radiación solar global

Es la radiación total es decir la suma de todas las radiaciones tanto directa, difusa como reflejada.

2.3.2. Radiación solar difusa

Es la radiación que va en todas las direcciones, reflejada por las nubes o absorbidas por estas, este tipo de radiación no produce sombra respecto a los objetos interpuestos.

2.3.3. Velocidad del viento

El viento produce energía porque está siempre en movimiento. Se estima que la energía contenida en los vientos es aproximadamente el 2% del total de la energía solar que alcanza la tierra. (ECURED, 2018).

2.3.4. Dirección del viento

Es el punto del horizonte de donde viene o sopla el viento, la dirección depende de la distribución de las presiones.

2.3.5. Temperatura

Es una magnitud física de la materia que expresa cuantitativamente si está haciendo calor o frío.

2.3.6. Humedad relativa

Es la cantidad existente de agua en el aire en forma de vapor, en comparación con la cantidad máxima de agua que puede ser mantenida a una temperatura dada.

2.3.7. Índice pluviométrico

Es el estudio de los datos de precipitación que se obtienen de los pluviométricos ubicados en diferentes lugares.



2.3.8. Presión atmosférica

Es la fuerza que ejerce el aire en cualquier punto de la atmósfera, a mayor altura, menor es la presión atmosférica y viceversa.

2.3.9. Gradiente térmico del suelo

En el suelo la temperatura también varía con la profundidad, el gradiente mayor se encuentra en la corteza y es menor en el manto y el núcleo.

A continuación se detalla en la Tabla 7, todas las variables que se miden en la base de datos de la red meteorológica de cada una de las estaciones del INER, de estas se estudia la radicación solar global.

Tabla 7: Variables de la red meteorológica.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
DC	Voltaje de Batería
PAAVG1H	Presión Atmosférica
PAMAX1H	
PAMIN1H	
PRSUM1H	Precipitación
RHA VG1H	Humedad Relativa
RHMAX1H	
RHMIN1H	
SRDIFAVG1H	Radiación Solar Difusa
SRDIFMAX1H	
SRDIFMIN1H	
SRDIFSUM1H	
SRGLOAVG1H	Radiación Solar Global
SRGLOMAX1H	
SRGLOMIN1H	
SRGLOSUM1H	
TAAVG1H	Temperatura Ambiente
TAMAX1H	
TAMIN1H	
TS1AVG1H	Temperatura del Suelo 1 5cm sobre la superficie
TS1MAX1H	
TS1MIN1H	
TS2AVG1H	Temperatura del Suelo 2 a nivel de la superficie
TS2MAX1H	
TS2MIN1H	
TS3AVG1H	Temperatura del Suelo 3 5cm de profundidad
TS3MAX1H	
TS3MIN1H	



TS4AVG1H	Temperatura del Suelo 4 10cm de profundidad
TS4MAX1H	
TS4MIN1H	
TS5AVG1H	Temperatura del Suelo 5 20 cm de profundidad
TS5MAX1H	
TS5MIN1H	
TS6AVG1H	Temperatura del Suelo 6 50 cm de profundidad
TS6MAX1H	
TS6MIN1H	
TS7AVG1H	Temperatura del Suelo 7 100 cm de profundidad
TS7MAX1H	
TS7MIN1H	
WD1HA	Dirección del viento
WD1HX	
WDGM	Datos de Ráfaga de viento
WGD1HX	
WGDH	
WR1H	
WS1HA	Velocidad del viento
WS1HM	
WS1HX	

Fuente: INER

2.4. EQUIPOS DE MEDICIÓN

Los datos de radiación de las estaciones meteorológicas para el análisis de viabilidad que determina la implementación de fotolineras es tomado por sensores del modelo (SR11) de la marca Hunkseflux, así mismo cada uno de los valores de temperatura máxima como mínima fueron obtenidos por sensores del modelo (HMP155) de la marca Vaisala y finalmente la precipitación es captada mediante pluviómetros del modelo (TR-525M) de la marca Texas Electronics.

2.4.1. Sensor del modelo (SR11)

Este tipo de sensor está basado en una termopila que mide el flujo de radiación solar incidente sobre una superficie plana con un campo de visión de 180 grados en W/m^2 teniendo un rango espectral de 285 a 3000 nanómetros y de captación de radiación incidente de 0 a $2000 W/m^2$.

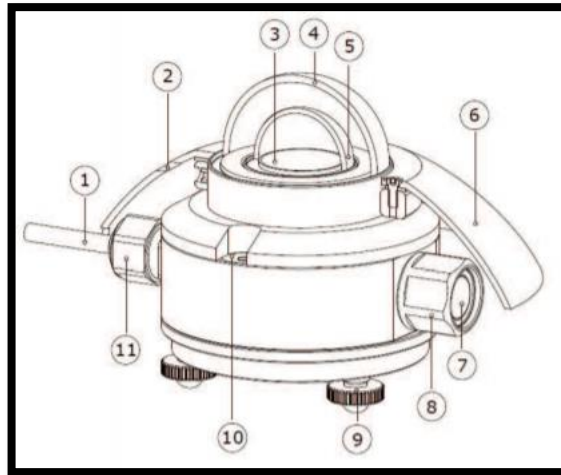


Figura 35: Partes del piranómetro SR11.

Fuente: (GEÓNICA , 2018)

A continuación en la Tabla 8, se detallan cada una de las partes que componen el piranómetro SR11 entre los cuales son los siguientes:

Tabla 8: Partes del piranómetro SR11.

PARTES DEL PIRANÓMETRO	
1	Cable
2	Abertura para la fijación de pantalla solar
3	Sensor térmico con revestimiento negro
4	Domo exterior
5	Domo interior
6	Protector solar
7	Indicador de humedad
8	Porta disecante
9	Patas niveladoras
10	Burbuja nivel
11	Glándula de cable

Fuente: (GEÓNICA , 2018)

Así también en la Tabla 9, se da a conocer las diferentes especificaciones que tiene el piranómetro SR11 los cuales son los siguientes:

Tabla 9: Especificaciones del piranómetro SR11.

ESPECIFICACIONES	
Clasificación ISO	Primera clase
Desplazamiento cero	$<\pm 5 W/m^2$ sin ventilación
Rango espectral	285 a 3000 nm
Sensibilidad (nominal)	$15 \mu V / (W / m^2.)$
Temperatura de funcionamiento	-40° a $+80^\circ C$
Rango de irradiación	0 a $2000 W / m^2.$
Respuesta de temperatura	$\pm 2\%$ (-10° a $+40^\circ C$)
Trazabilidad de la calibración	WRR
Potencia del calentador requerida	1.5 W a 12 VDC
Incertidumbre de calibración	$<1.8\%$ ($k = 2$)
Longitud del cable	5 m (estándar)

Fuente: (GEÓNICA , 2018)



Figura 36: Piranómetro SR11.

2.4.2. Sensor del modelo (HMP155)

Este sensor tiene la capacidad de dar mediciones confiables de humedad y temperatura, está diseñado especialmente para aplicaciones exigentes a la intemperie, su principal característica es que posee un platino resistivo (Pt100), que consiste en un alambre de platino que a $0^\circ C$ tiene 100 ohm y a medida que su temperatura aumenta también lo hace su resistencia eléctrica, su rango de medición es de $-80^\circ C$ hasta $+60^\circ C$ ($-112^\circ F$, $+140^\circ F$).



Figura 37: Sensor HMP155.

En la siguiente Tabla 10, se da a conocer las diferentes especificaciones tanto de temperatura como de humedad relativa que tiene el sensor (HMP155) los cuales son los siguientes:

Tabla 10: Especificaciones de temperatura y humedad relativa del sensor HMP155.

ESPECIFICACIONES	
Rango de medición RH (%)	0 a 100% RH
Salida	0...100% RH equivalente a 0...1 VDC
Precisión	± 1% RH
Calibración en campo	± 1% RH (0...90% RH) ± 1,7% RH (90...100% RH)
Sensor de humedad	HUMICAP 180
Rango de medición (°C)	-80...60 °C
Salida	-80...60 °C equivalente a 0...1 VDC
Sensor de temperatura	Pt100 RTD 1/3 Clase B IEC 751

Fuente: (VAISALA, 2013)

2.4.3. Pluviómetro del modelo (TR-525M)

Mide la cantidad de precipitación líquida, este instrumento mide la acumulación de líquido en forma incremental, cuando la cubeta basculante se encuentra llena en su totalidad descarga todo el líquido para seguir generando la medición. El diámetro del colector es de 245 mm con una precisión de 1.0% hasta 50 mm / hr.



Figura 38: Pluviómetro TR-525M.

En la siguiente Tabla 11, se da a conocer las especificaciones que tiene el pluviómetro del modelo (TR-525M) los cuales son los siguientes:

Tabla 11: Especificaciones del pluviómetro TR-525M.

ESPECIFICACIONES	
Resolución	0.1 mm (0.004 in)
Precisión	1.0% hasta 50 mm / hr (2 in / hr)
Diámetro del colector	245 mm (9.66 in)
Rango de temperatura de funcionamiento	0 a 50 °C
Calificación del interruptor	30 VDC @ 2A
Tiempo de cierre del interruptor	135 ms

Fuente: (LI-COR, 2018)

Los datos de radiación solar global de cada una de las estaciones meteorológicas son enviadas al data logger donde se receptan los datos obtenidos y se almacenan en una memoria interna, para luego por medio de la señal del celular se realiza el envío de la información a las oficinas del INER, Figura 39, ubicadas en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca donde la información es procesada.

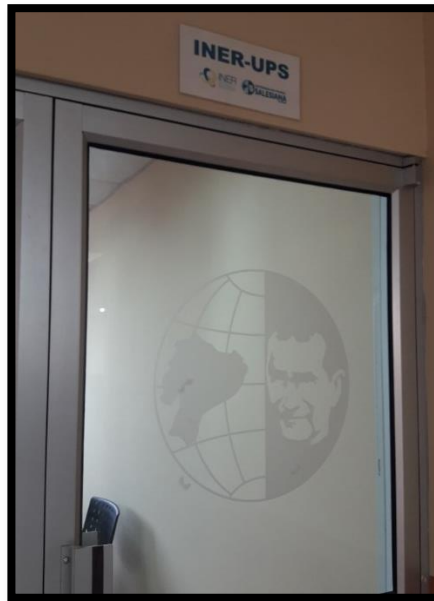


Figura 39: Oficina del INER-UPS.

2.5.DATOS ESTADÍSTICOS

Cada uno de los datos de radiación solar global emitidos por la red meteorológica fueron registrados con frecuencias de 60 segundos y para la temperatura máxima y mínima cada 3 segundos, a su vez estos datos son procesados por el INER generando promedios por hora para la radiación solar global en cada una de las estaciones meteorológicas.

En el análisis de datos de cada una de las estaciones se refleja el promedio anual de la radiación solar global, teniendo en cuenta la radiación solar máxima como la mínima, en la Tabla 12 se visualiza los resultados de la radiación solar máxima, estos valores son de mucha importancia para escoger los puntos estratégicos de ubicación de las fotolineras.

Tabla 12: Radiación solar global máxima.

RED METEOROLÓGICA	
ESTACIONES	W/m^2
NULTI	727,34
SANTA ANA	622,50
LLACAO	900,60
CTS	602,42
UPS	625,72
IRQUIS	376,79
QUINGEO	641,65
CUMBE	641,38



SAN JOAQUIN	577,58
SAYAUSÍ	604,79
TURI	533,36
CHAUCHA	552,28
MOLLETURO	663,48

Así también se tienen los resultados de la radiación solar mínima que se visualiza en la Tabla 13 de cada una de las estaciones meteorológicas, estos datos son importantes pues posteriormente se necesitan para el cálculo del número de paneles solares de la instalación fotovoltaica.

Tabla 13: Radiación solar global mínima.

RED METEOROLÓGICA	
ESTACIONES	W/m^2
NULTI	245,95
SANTA ANA	162,34
LLACAO	269,46
CTS	174,57
UPS	192,89
IRQUIS	106,26
QUINGEO	152,81
CUMBE	148,36
SAN JOAQUIN	148,65
SAYAUSÍ	160,25
TURI	118,98
CHAUCHA	211,66
MOLLETURO	217,53



A continuación se visualiza la gráfica con cada uno de los valores de radiación máxima de las estaciones meteorológicas, Figura 40, en la estación de Llaqueo se puede observar que tiene el índice de radiación solar más alto.

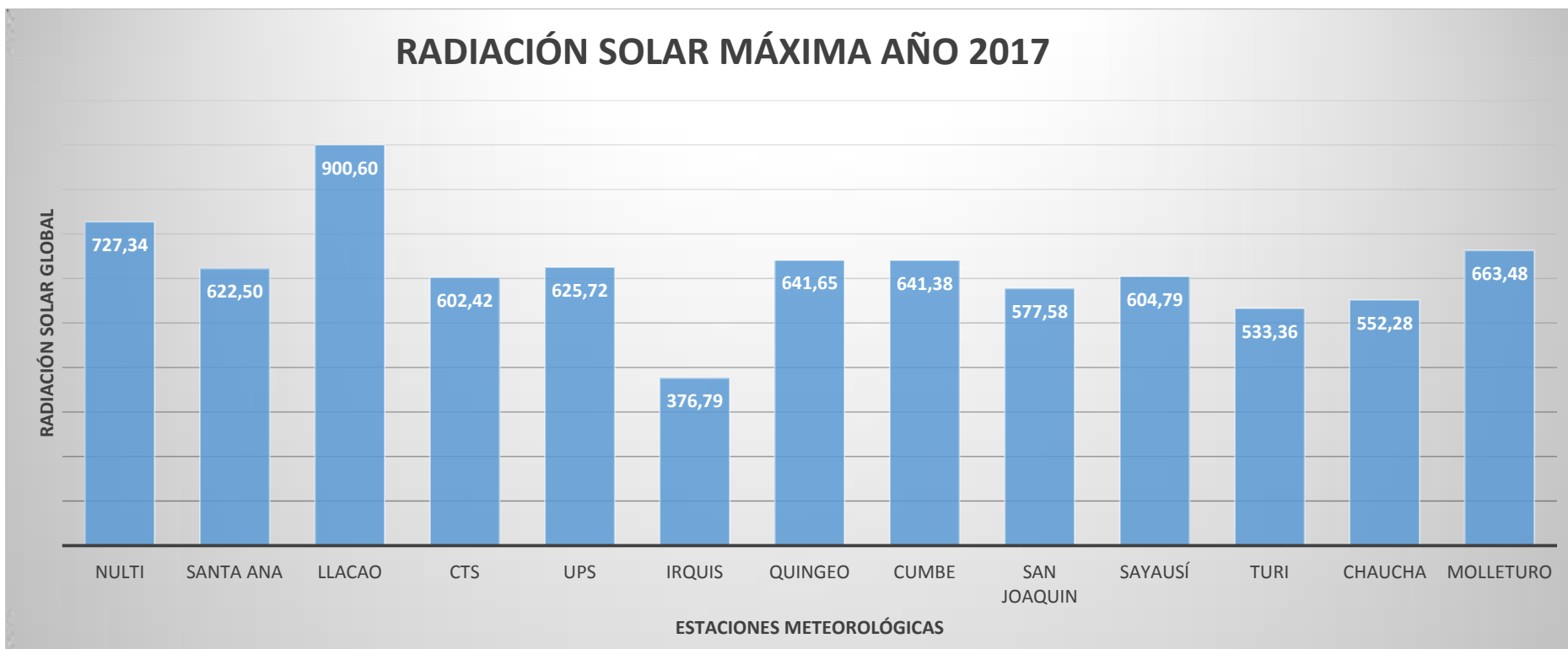


Figura 40: Gráfica de la radiación solar global máxima.



Además también se representa la gráfica con cada uno de los valores de radiación mínima de las estaciones meteorológicas, Figura 41, en la estación de Irquis se observa que el índice de radiación solar es mínimo.

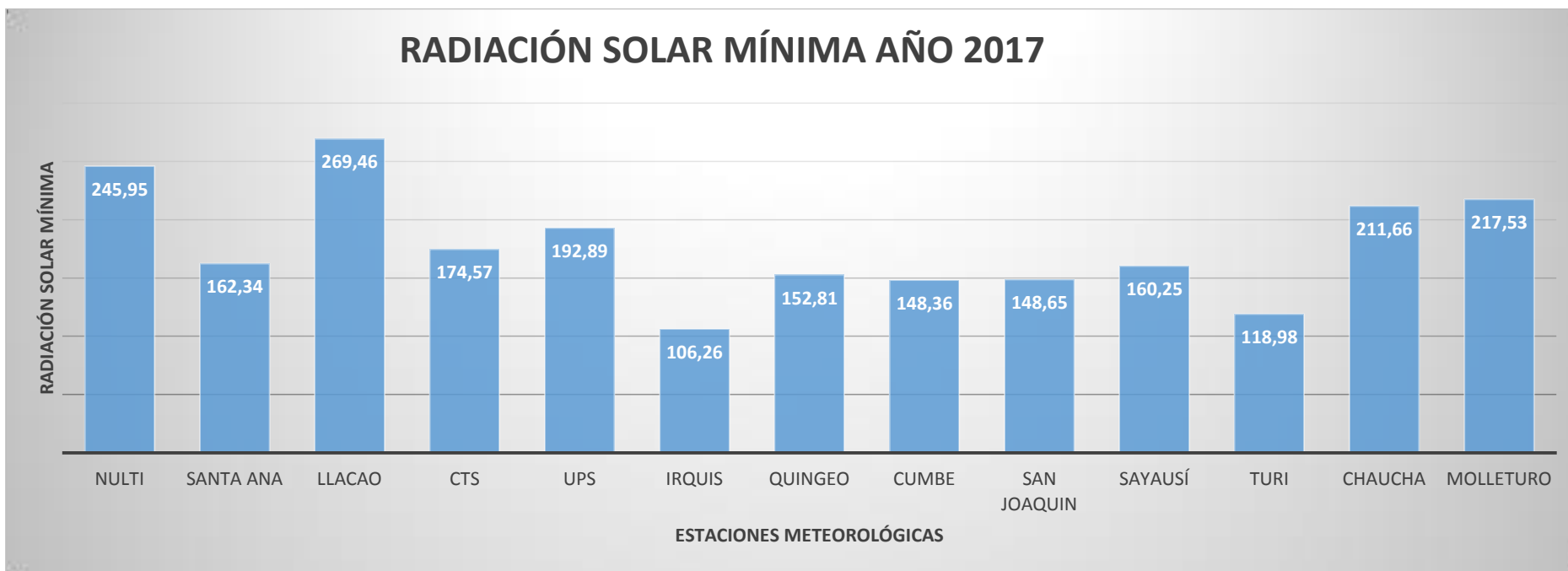


Figura 41: Gráfica de la radiación solar global mínima.



En la red meteorológica de la Tabla 14 se representa las estaciones que se van a descartar para el objeto de estudio que se está realizando, el motivo es una proyección negativa de la radiación que no ayuda en la proyección de datos, además por falta de información y fallas técnicas percibidas por este estudio se eliminan las estaciones meteorológicas de Sinincay y Cajas.

Tabla 14: Estaciones meteorológicas descartadas.

RED METEOROLÓGICA	
ESTACIONES	W/m^2
TIXÁN	PROYECCIÓN NEGATIVA
BAÑOS	PROYECCIÓN NEGATIVA
SININCAY	SIN FUNCIONAMIENTO
CAJAS	NO EXISTEN DATOS

En las estaciones meteorológicas de Tixán y Baños, se adjunta en el Anexo B: Proyecciones Negativas cada uno de los valores de radiación solar global como resultado de utilizar el método de la regresión lineal.



Capítulo 3

LUGARES ESTRATÉGICOS

En el presente capítulo se realiza la identificación de los lugares con mayor índice de radiación solar, a través de un análisis estadístico de los datos facilitados por el INER; luego de determinar dichas zonas se procede a mencionar los requisitos mínimos que se requieren para el montaje de fotolineras; así como también los lugares seleccionados bajo criterios de movilidad.

3.1. VIABILIDAD TÉCNICA

En esta sección la metodología que se va a utilizar es la viabilidad técnica enfocada a diversos factores característicos que se consideran para conseguir una viabilidad óptima, siendo esto el respectivo análisis de radiación solar global de cada una de las estaciones meteorológicas, los puntos estratégicos de cada una de las fotolineras con su correspondiente diseño propuesto, su normativa y dimensiones.

3.2. MAPA SOLAR DEL CANTÓN CUENCA

La elaboración de los mapas solares se basa de acuerdo a la interpolación de varios valores medidos en las estaciones meteorológicas mencionadas en el capítulo de Análisis de Viabilidad, considerando que cuanto mayor número de lecturas se lleven a cabo y se empleen más estaciones meteorológicas para su medición, la precisión de los datos obtenidos será mayor.

En la ciudad de Cuenca la disminución de la capa de ozono genera el aumento de alta concentración de radiación solar, fenómeno que se observa en la Figura 42, donde se ve reflejado los lugares escogidos; en base a un índice de radiación solar mayor para el montaje de fotolineras, este mapa de radiación solar es del año 2017 teniendo valores de concentración altos y bajos, cada uno de sus valores se expresan en la Tabla 15.

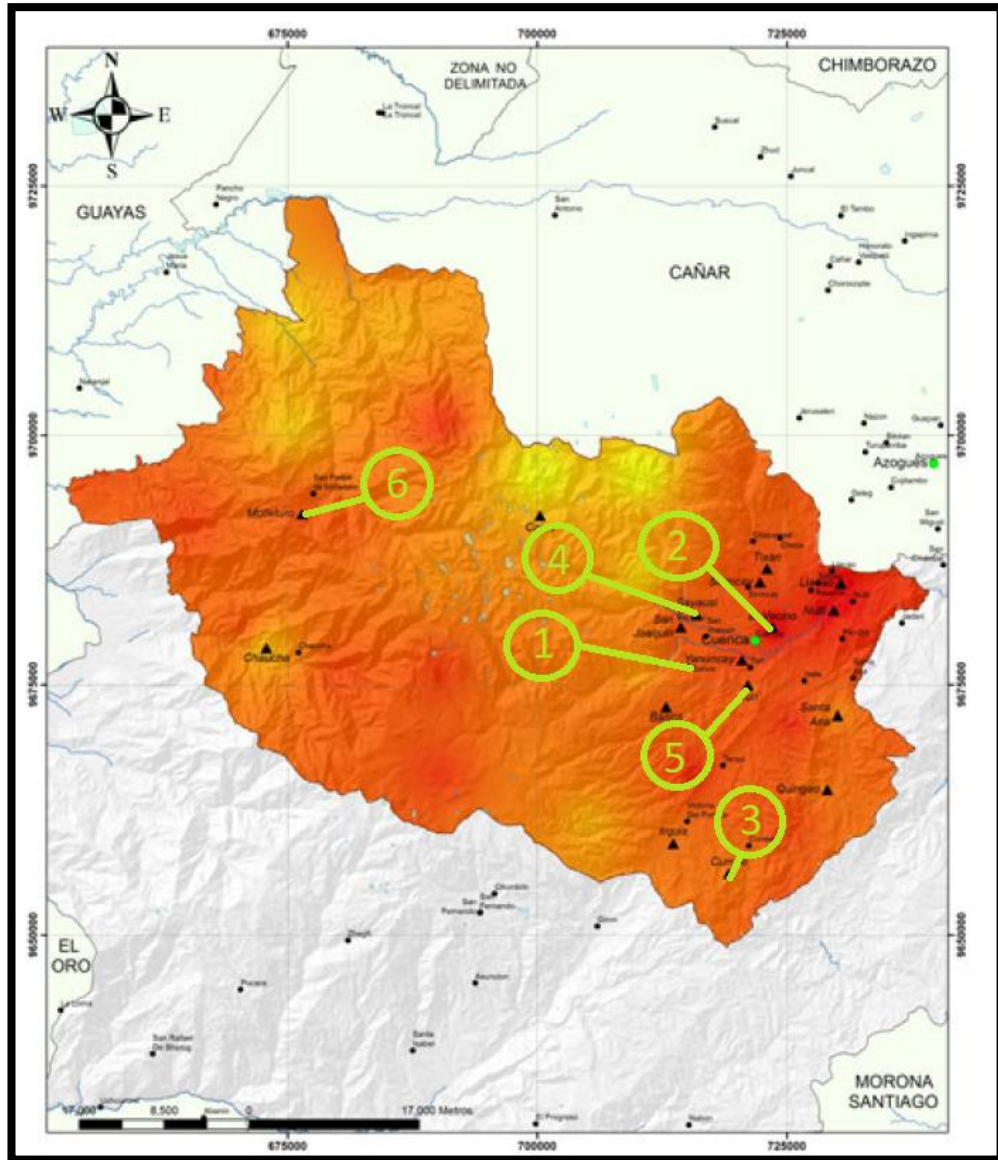


Figura 42: Lugares con índice de radiación solar alto.

Fuente: INER

Tabla 15: Radiación solar global.

RADIACION SOLAR GLOBAL		
	RADIACION	(kWh / m ²)
	ALTA	5152,48
	BAJA	1305,29

Fuente: INER



Las zonas indicadas anteriormente en el mapa del cantón Cuenca son aquellas descritas en la Tabla 16; en donde se visualiza los lugares estratégicos con el índice de radiación solar alto por metro cuadrado (W / m^2).

Tabla 16: Lugares estratégicos para la ubicación de fotolineras.

LUGARES ESTRATÉGICOS		
Nº	ESTACIONES	(W / m^2)
1	CTS	602,42
2	UPS	625,72
3	CUMBE	641,38
4	SAYAUSÍ	604,79
5	TURI	533,36
6	MOLLETURO	663,48

3.3. ANÁLISIS DE RADIACIÓN ESTADÍSTICA

Para este estudio se considera los datos estadísticos obtenidos durante el año 2017 de las distintas estaciones meteorológicas de la ciudad de Cuenca establecidas por el INER, mismos que presentan cambios significativos en sus valores de radiación que requieren de un análisis, para la determinación de estos valores pendientes de radiación solar faltante, se utiliza la regresión lineal.

Los valores faltantes de radiación se han suscitado por distintos inconvenientes generados en las estaciones meteorológicas tales como: problemas técnicos en los equipos, fallos técnicos en sensores, entre otros.

3.3.1. Regresión lineal

El análisis de regresión lineal se utiliza para la relación entre dos variables bajo la hipótesis de que es casual; es decir, debe suponerse que una de las variables (x) es la causa de la otra (y). (Introducción a la estadística descriptiva, 2007).

En el análisis de este estudio es importante definir los valores máximos y mínimos de radiación solar de las distintas estaciones meteorológicas, pues en base a dichos valores se seleccionan las zonas con mayor radiación solar de cada una de las estaciones meteorológicas. Las variables aleatorias que se utilizaron son los que se describen a continuación:



- X: Es el argumento que especifica el número de meses del año 2017, en el que se realiza la obtención de los datos (variable independiente).
- Y: Es el argumento principal, que hace referencia al rango de datos conocidos sobre la radiación solar máxima y mínima (W/m^2) por día, en cada estación meteorológica (variables dependientes).

En base a los datos estadísticos de parte del INER para lograr una correcta proyección estadística de la radiación solar global de la ciudad de Cuenca de las distintas estaciones meteorológicas que existen se debe tomar en consideración cuatro características fundamentales siendo estas las siguientes: (UFASTA, 2018).

- Deben estar ordenadas cronológicamente.
- Todos los periodos de la información estadística deben ser de la misma duración.
- Las observaciones deben provenir del mismo punto dentro de cada período.
- No debe existir información faltante.

Para llegar a determinar los valores faltantes de radiación solar como es el caso de las estaciones meteorológicas de Tixán y Baños, se utiliza el programa informático estadístico Excel, luego se reemplaza las variables aleatorias mencionadas anteriormente en el cuadro de diálogo de regresión del programa como se visualiza en la Figura 43, al desarrollar la proyección de las dos estaciones, estas tienden a obtener proyecciones negativas, por esta circunstancia son descartadas para el análisis.

Regresión

Entrada

Rango Y de entrada: Radiación solar

Rango X de entrada: Número de meses

Rótulos Constante igual a cero

Nivel de confianza 95 %

Opciones de salida

Rango de salida:

En una hoja nueva:

En un libro nuevo

Residuales

Residuos Gráfico de residuales

Residuos estándares Curva de regresión ajustada

Probabilidad normal

Gráfico de probabilidad normal

Figura 43: Ingreso de las variables dependientes e independientes.

3.3.1.1. Resultados

Los coeficientes principales que se deben tomar en consideración luego de realizar el análisis con un nivel de confianza del 95% son los que se exponen a continuación en la Figura 44.

Coeficientes	
Intercepción	484,7686543
Variable X 1	0,546481546

Figura 44: Resultados obtenidos en el cuadro de diálogo.

En donde:

- **Intercepción o coeficiente “b”**

El coeficiente “intercepción” hace referencia a la altura en la que la recta corta con en el eje de las ordenadas en el plano cartesiano.

- **Variable X1 o coeficiente “m”**

En cambio, este coeficiente describe a la pendiente de la recta, es decir, al aumento que se genera en la variable “y” siempre y cuando la variable “x” adicione una unidad.



Para llegar a obtener los valores que se requieran pronosticar, se debe reemplazar los coeficientes determinados anteriormente, en la ecuación general de la recta, que se menciona a continuación.

$$y = b + x \cdot m$$

Ecu [1]

3.4. REQUERIMIENTOS DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

La instalación de las estaciones de carga para los vehículos eléctricos mediante fotolineras deben acatar ciertos requisitos, que se dividen en:

- Requerimientos Normados.
- Requerimientos Funcionales.

3.4.1. Requerimientos Normados

Los componentes, materiales y el diseño propuesto de la fotolinera cumplen con la Normativa y Legislación vigente que existe en España, cabe recalcar que aquí en el país aún no existen este tipo de normativas para las instalaciones fotovoltaicas.

Las normativas que se mencionan a continuación son las que se implementan en España:

- Ley 54/1997.
- Real decreto 842/2002.
- Real decreto 1663/2000.
- Real decreto 436/2004.
- Real decreto 1556/2005.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía.
- Real decreto 3275/1982.
- Real decreto 1955/2000.
- Real decreto 614/2001.
- NTE-IEP. Norma tecnológica para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.



- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- Norma Básica de la Edificación (NBE).
- Pliegos Técnicos de condiciones de IDA-PTC-C.
- Real decreto 1578/2008.

La instalación fotovoltaica cumple con los requerimientos en el Real Decreto 1663/2000, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión, donde este decreto cumple de tres capítulos donde se resume a continuación

En el Capítulo I se establece el ámbito de aplicación que será de aplicación a las instalaciones fotovoltaicas de potencia nominal no superior a 100 kVA y cuya conexión a la red se efectúe en baja tensión, es decir, en una tensión no superior a 1 kV (UNESA, 2018).

El capítulo II se refiere a la conexión de las instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión, especificando cómo se ha de realizar la solicitud, la determinación de las condiciones técnicas de la conexión, la celebración del contrato, la conexión a la red y primera verificación, así como las obligaciones del titular de la instalación (UNESA, 2018).

En el Capítulo III se establecen las condiciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red en baja tensión, detallando las condiciones técnicas de carácter general, las condiciones específicas de interconexión, las medidas y facturación, el sistema de protecciones, las condiciones de puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas y los armónicos y la compatibilidad electromagnética (UNESA, 2018).

3.4.2. Requerimientos Funcionales

En una fotolinera para la recarga de baterías de los vehículos eléctricos, se debe establecer un diseño adecuado y eficaz de la instalación, Figura 45, utilizando de una manera adecuada los componentes fundamentales como son el convertidor, paneles fotovoltaicos, estación de recarga, y el vehículo eléctrico.



Figura 45: Carga del vehículo eléctrico utilizando el sistema fotovoltaico.

3.5. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DEL CONSUMO ENERGÉTICO

Conforme a las características técnicas y de carga del vehículo eléctrico para un Kia Soul, Figura 46, en el consumo energético E(kW/h) real, se consideran diversos factores de pérdida que se van a presentar en la recarga al utilizar el sistema fotovoltaico.



Figura 46: Vehículo eléctrico.

Es de vital importancia basándose con lo establecido en el trabajo de titulación que tiene por tema, “Análisis y diseño de una electrolinería para la recarga de vehículos eléctricos livianos, haciendo uso de energía fotovoltaica.” (Montenegro Tejada & Enrique Cruz, 2016), se debe considerar que el consumo energético se define a través de la siguiente función:

La ecuación que se toma en consideración es la siguiente:

$$E = \frac{E_t}{R}$$



Ecu [2]

Donde cada variable hace referencia a:

- E_t = Consumo Energético teórico
- R = Parámetro de Rendimiento Global de la instalación fotovoltaica

A su vez:

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) * \left[1 - K_a * \frac{N}{P_d} \right]$$

Ecu [3]

Cada una de las variables que se necesitan para determinar el parámetro de rendimiento global (PRG) de la instalación fotovoltaica se los define en la Tabla 17.

Tabla 17: Coeficientes que intervienen en el cálculo del parámetro de rendimiento global.

COEFICIENTE	DESCRIPCIÓN	VALOR
K_b	Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador.	<ul style="list-style-type: none"> • 0,5 (Sistemas que no demanden descargas intensas.) • 0,1 (Sistemas que demanden descargas profundas.)
K_c	Coeficientes de pérdidas en el convertidor.	<ul style="list-style-type: none"> • 0,05 (Inversores de onda senoidal pura.) • 0,1 (Inversores de onda senoidal) • 0,4 (Inversores de onda cuadrada)
K_v	Coeficiente de pérdidas varias.	• 0.05 – 0.15
K_a	Coeficiente de autodescarga diario.	<ul style="list-style-type: none"> • 0,002 (Baterías de baja autodescarga Ni-Cd) • 0,005 (Baterías estacionarias de Pb-acido) • 0,012 (Baterías de alta



		autodescarga)
N	Número de días de autonomía de la instalación.	• 4 –10
P_d	Profundidad de descarga diaria de la batería.	• No excederá del 80% ya que la eficiencia decrece en gran medida con ciclos de carga y descarga.

Fuente: (Montenegro Tejada & Enrique Cruz, 2016)

En base a los parámetros establecidos para este proyecto de titulación el Parámetro de Rendimiento Global que se utiliza para la instalación fotovoltaica es:

Kb: Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador y su valor es:

0,1	Sistemas que demanden descargas profundas.
------------	--

Kc: Coeficiente de pérdidas en el convertidor y su valor es:

0,05	Inversores senoidales puros, trabajando en régimen óptimo.
-------------	--

Kv: Coeficiente de pérdidas varias y agrupa otras pérdidas como rendimiento de red y su valor es:

0,15

Ka: Coeficiente de autodescarga diario, su valor referencial es:

0,002	Baterías de baja autodescarga Ni-Cd.
--------------	--------------------------------------

N: Número de días de autonomía de la instalación y su valor es:

5	Días no aptos para la generación eléctrica
----------	--



Pd: Profundidad de descarga diaria de la batería y su valor es:

0,7	No excederá del 80%
------------	---------------------

Entonces utilizando la ecuación (3) se determina que el rendimiento global de la instalación fotovoltaica es:

$$R = (1 - 0,1 - 0,05 - 0,15) * \left[1 - 0,002 * \frac{5}{0,7} \right]$$

$$R = 0,69$$

Después de determinar el valor del rendimiento global se procede a obtener el consumo energético real, tomando en consideración los datos técnicos del vehículo eléctrico Kia Soul que se encuentran previamente establecidos por el manual del fabricante de la Tabla 18.

Tabla 18: Especificaciones técnicas del Kia Soul Ev.

MOTOR, PRESTACIONES Y CONSUMO	
Motor eléctrico	Motor eléctrico síncrono de imán permanente
Potencia máxima CV	109 CV
Potencia máxima kW/rpm	81,4 kW/rpm
Par máximo	285/0-2,780 Nm/rpm
Velocidad máxima	145 km/h
Aceleración de 0-100 km/h	11,2 s
Autonomía NEDC	212 km
TRANSMISIÓN	
Tracción	Delantera
Tipo de embrague	Sin embrague
Numero de velocidades	1 velocidad, Automático
BATERIA	



Tipo	Polímero de litio
Capacidad	27 kW/h
Extraíble (S/N)	No
Tipo de cargador (Conector o enchufe)	Cargador interno 6,6 kW/Cargador rápido CHAdeMO opcional
Numero de celdas	192
Tipo de carga / tiempo 100%	5 horas carga lenta 6,6 kW – 1h carga rápida 50kW
Tipo de carga / tiempo 80%	30 minutos de carga rápida 50kW

Fuente: (KIA, 2018)

En base a la información detallada de las especificaciones técnicas del vehículo eléctrico procedemos a tomar la muestra de la capacidad de la batería como el consumo energético teórico con un valor de 27 kW/h, para encontrar el valor del consumo energético real del vehículo.

$$E = \frac{27 \text{ KW/h}}{0,69}$$

$$E = 39,13 \text{ KW/h}$$

3.5.1. Selección de paneles solares

Para determinar la cantidad de módulos solares que son necesarios para la implementación de una fotolinera, se debe calcular lo siguiente:

Energía consumida (E_c)

Para expresar el consumo de energía en kW/h se debe multiplicar por 1000 como factor de conversión de unidades, luego se divide el resultado entre el promedio diario (horas) del sol al que va a funcionar la fotolinera. Para hallar el valor de la energía consumida se utiliza la siguiente fórmula.

$$E_c = \frac{E * 1.000}{h}$$

Ecuación [4]



Luego de especificar el valor del consumo energético real, se toma en cuenta las horas que se ha considerado para el funcionamiento de la fotolinera en este caso son de 8 horas.

$$E_c = \frac{39,13 \frac{KW}{h} * \frac{1000 W}{1 KW}}{8h}$$

$$E_c = 4891 W$$

A continuación en la Tabla 19 – 20, se describen las características técnicas de los diferentes paneles fotovoltaicos existentes en el Ecuador y se procede a su vez a escoger el panel de mayor potencia, menor espacio físico y menor costo de adquisición.

**Tabla 19:** Descripción y costo de los paneles solares de la marca SIMAX.

Tipo	Voltaje max. Voc*	Voltaje MPP Vmpp*	Corriente max Isc*	Corriente MPP Impp*	Tecnología/Diodos	Medidas (mm)	Valor SIN IVA \$	Area m²
Monocristalino 100Wp/12V	21,8 V	17,6 V	5,51 A	5,11 A	Mono 36 cel / Si	1200*540*35	120	0,65
Policristalino 100Wp/12V	22,4 V	18,3 V	5,95 A	5,46 A	Poli 36 cel / Si	1482*676*35	110	1
Policristalino 140Wp/12V	22,3 V	18 V	8,25 A	7,78 A	Poli 36 cel / Si	1200*540*35	160	0,648
Monocristalino 150Wp/12V	22,6 V	18,01 V	8,88 A	8,42 A	Mono 36 cel / Si	1482*676*35	180	0,99
Monocristalino 200Wp/12V	45,1 V	37 V	5,88 A	5,41 A	Mono 72 cel / Si	1580*808*50	240	1,26



Policristalino 250Wp/24V	43,5 V	36,2 V	7,52 A	6,91 A	Poli 72 cel / Si	1640*992*40	300	1,62
Policristalino 250Wp/30V	37,8 V	30,5 V	8,85 A	8,20 A	Poli 60 cel / Si	1640*992*40	300	1,62
Policristalino 300Wp/24V	45 V	37,8 V	8,93 A	8,26 A	Poli 72 cel / Si	1956*992*40	330	1,93

Fuente: (PROVIENTO, 2018)

**Tabla 20:** Descripción y costo de cada uno de los paneles solares de Renova-Energía.

Tipo	Voltaje max. Voc*	Corriente max Isc*	Tecnología	Medidas (mm)	Valor CON IVA \$	m²
GI POWER GP-100P-36 100Wp/12V	22,3 V	5,69 A	Silicio Monocristalino	1015*670*30	162,29	0,68
GI POWER GP-150P-36 150Wp/12V	22,3 V	8,51 A	Silicio Policristalino	1480*670*35	232,85	0,99
JINKO SOLAR JKM265PP- 60 265Wp/24V	38,06 V	9,03 A	Silicio Policristalino	1650*992*40	298,12	1,63

Fuente: (RENOVA-ENERGÍA, 2018)

3.5.1.1. Criterios de selección de paneles solares

Luego de analizar cada uno de los paneles fotovoltaicos del mercado se puede apreciar que hay una gama de paneles de distinta potencia y de precios diferentes, es por este motivo que se consideran los siguientes aspectos:

- Tolerancia de la potencia nominal suministrada ya que proporciona estabilidad, regularidad y fiabilidad a la instalación.
- Dimensiones del panel y el peso.
- Aspectos técnicos del panel, potencia, eficiencia, voltaje de salida e intensidad.
- Precio y garantía del panel fotovoltaico.



Una vez considerados los aspectos necesarios para la elección del panel fotovoltaico, es importante obtener la mayor aportación de energía fotovoltaica por el espacio disponible, a continuación en la Tabla 21 se describen las características del panel Policristalino de 300Wp/24V, el cual ha sido escogido, cada uno de sus datos técnicos, eléctricos y el coeficiente de temperatura del panel.

Tabla 21: Especificación técnica del panel fotovoltaico de 300 Wp.

DATOS TÉCNICOS	
Fabricante	Simax
Modelo	SP672-300W
Tipo de celda solar	Silicio Policristalino 156x156 (mm)
Dimensionamiento (LxWxH)	1956 x 992 x 40 (mm)
Peso	22,5 kg
Precio (Sin Iva)	\$ 330
DATOS ELÉCTRICOS	
Potencia Máxima Pico (Pmax)	300 Wp
Tolerancia de Potencia	0 □+3%
Potencia Máxima de Voltaje (Vmpp)	36,3 V
Potencia Máxima de Corriente (Impp)	8,26 A
Voltaje de circuito abierto (Voc)	45 V
Corriente de corto circuito (Isc)	8,93 A
COEFICIENTE DE TEMPERATURA	
Temperatura nominal de la celda	45 ± 2 °C
Pmax	-0,39 % / °C
Voc	-0,34 % / °C
Isc	0,035 % / °C



GARANTIA DE POTENCIA	
10 años de garantía de rendimiento $\geq 90\%$	
25 años de garantía de rendimiento $\geq 80\%$	

Fuente: (PROVIENTO, 2018)

3.5.1.2. Número de paneles solares

En cuanto a la definición sobre la irradiación diaria promedio (HPS), se seleccionó en base a los datos estadísticos el promedio anual mínimo de radiación solar de la Tabla 22 de las estaciones meteorológicas de la ciudad de Cuenca, durante el año 2017, a una intensidad de radiación de $1000 \frac{W}{m^2}$.

Tabla 22: Radiación global mínima de las estaciones meteorológicas.

RADIACIÓN MINIMA	
ESTACIONES	W / m ²
NULTI	245,95
SANTA ANA	162,34
LLACAO	269,46
CTS	174,57
UPS	192,89
IRQUIS	106,26
QUINGEO	152,81
CUMBE	148,36
SAN JOAQUIN	148,65
SAYAUSI	160,25
TURI	118,98
CHAUCHA	211,66
MOLLETURO	217,53
PROMEDIO ANUAL	177,67

$\beta = \text{Radiación solar global mínima promedio}$

$$\beta = 177,67 \text{ W/m}^2$$

Luego transformando de W/m^2 a KJ/m^2 se tiene:

$$177,67 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} * 86.400 \frac{\text{s}}{\text{día}} * \frac{0,001\text{KJ}}{1\text{W}} = 15.350,668 \frac{\text{KJ}}{\text{m}^2}$$



Ecuación [5]

Entonces:

$$HPS = \frac{15.350,668 \frac{KJ}{m^2} * \frac{1000J}{1KJ} * \frac{1h}{3600 s}}{1000 \frac{W}{m^2}}$$

$$HPS = 4,26 h$$

Ecuación [6]

Utilizando la ecuación (6) con los valores encontrados para cargar la batería del vehículo eléctrico Kia Soul el método que se utiliza para determinar la cantidad de paneles solares es el siguiente:

$$NP = \frac{E_c}{0,9 * W_p * HPS}$$

Ecuación [7]

En donde:

- NP = Número de paneles solares.
- E_c = Energía consumida.
- W_p = Potencia Pico de cada panel solar.
- HPS = Irradiación diaria promedio.

$$NP = \frac{E_c}{0,9 * W_p * HPS}$$

$$NP = \frac{4891}{0,9 * 300 * 4,26}$$

$$NP = 4,25$$

$$NP = 4 \text{ Paneles fotovoltaicos}$$

3.5.1.3. Cálculo de la potencia generada por los paneles solares

La potencia que genera un módulo fotovoltaico, se basa conforme a la cantidad de energía que se va a producir y a la irradiación solar receptada por la posición en el que se encuentren instalados los paneles solares.



En base al proyecto de titulación que tiene como título: “Proyecto de Instalación Solar Fotovoltaica en el Aparcamiento de la Facultad de Física y Matemáticas de la Universidad de la Laguna para la Carga de Coches Eléctricos.” (González Fuentes & Guillén Navarro, 2016), para determinar la energía producida por un panel solar se debe emplear la siguiente ecuación.

$$P_m = I_m * V_m * HSP * 0,9$$

Ecua [8]

En donde:

- P_m = Potencia generada por el módulo fotovoltaico (Wh).
- I_m = Intensidad máxima del panel solar (A).
- V_m = Voltaje máximo del panel solar (V).
- HSP = Irradiación diaria promedio.
- Coeficiente de rendimiento del panel (valores 85% - 90%)

Estos valores se toman de la Tabla 21 mencionada anteriormente donde hace énfasis al panel solar que se ha escogido en este caso el SIMAX SP672-300W y la ecuación queda de la siguiente manera:

$$P_m = 8,26 * 36,3 * 4,26 * 0,9$$

$$P_m = 1149,57 \frac{Wh}{día}$$

Por lo tanto la potencia generada para suministrar de energía eléctrica a cuatro vehículos eléctricos de parte de los 16 paneles solares es:

$$P_m = 1149,57 \frac{Wh}{día} * 16 \text{ paneles}$$

$$P_m = 18393,26 \frac{Wh}{día}$$

3.5.2. Determinación del regulador de carga

Para definir el regulador de carga, Figura 47, es necesario considerar la intensidad máxima ($I_{máx.}$) la misma que se debe principalmente a dos razones:

- Atenuar posibles disminuciones de tensión por el aumento de temperatura.

- Asegurar la correcta carga de la batería; para esto la tensión del panel debe ser mayor que la tensión nominal de la batería.



Figura 47: Regulador de carga utilizado en paneles solares.

Fuente: (Regulador de carga para sistemas fotovoltaicos, 2018)

En donde:

- $I_{m\acute{a}x}$ = Intensidad máxima.
- I_{sc} = Corriente de corto circuito (panel solar).
- NP = Número de paneles solares.

$$I_{max} = I_{sc} * NP$$

Ecu [9]

$$I_{max} = 8,93 A * 4$$

$$I_{max} = 35,72 A$$

Tabla 23: Características de los reguladores de carga.

REGULADORES DE CARGA						
Especificación	Volt. Nom. (V)	Int. Máx. (A)	Pot. Máx. (W)	Efic. Máx. (%)	Temp. Oper. (°C)	Dimensiones (l-a-e) (cm)
TriStar MPPT de Morningstar	12		600		- 40 a	29.1 x 13 x
	24	45	1200	99	+45	14.2
	48		2400			
Precio (USD) sin IVA: 950						
TriStar MPPT de Morningstar	12		800		- 40 a	29.1 x 13 x
	24	60	1600	99	+45	14.2
	48		3200			



Precio (USD) sin IVA: 950						
ProStar	12		350W		- 40 a	20 x 17 x 7
PSMPPT de Morningstar	24	25	700W	98	+60	
Precio (USD) sin IVA: 750						
ProStar	12		550W		- 40 a	
PSMPPT de Morningstar	24	30	1100W	98	+60	20 x 17 x 7
Precio (USD) sin IVA: 750						
TriStar de Morningstar	12				- 40 a	26 x 12,7 x
	48	60	4000W	-----	+60	7,1
Precio (USD) sin IVA: 330						
Eco Boost MPPT de Morningstar	12		300 W		- 40 a	19,6 x17,3 x
	24	20	600W	98	+60	7,1
Precio (USD) sin IVA: 180						
Eco Boost MPPT de Morningstar	12		400 W		- 40 a	19,6 x17,3 x
	24	30	800W	98	+60	7,1
Precio (USD) sin IVA: 180						
Eco Boost MPPT de Morningstar	12		560 W		- 40 a	19,6 x17,3 x
	24	30	1120W	98	+60	7,1
Precio (USD) sin IVA: 180						

Fuente: (Controladores de carga , 2018)

Por sus características técnicas y por el cálculo realizado anteriormente se necesita dos reguladores específicamente Eco Boost MPPT de Morningstar de 20 A, por lo tanto esta intensidad será recibida desde los módulos solares.

3.5.3. Selección del inversor

La batería del vehículo eléctrico produce corriente continua, es por este motivo que se requiere el uso del inversor, Figura 48, que utiliza circuitos electrónicos para que el flujo de la corriente continua cambie de dirección de forma periódica, similar a la corriente alterna, por lo general los dispositivos electrónicos requieren de corriente alterna para su funcionamiento, por lo que son fabricados para ser conectados a la red eléctrica doméstica.

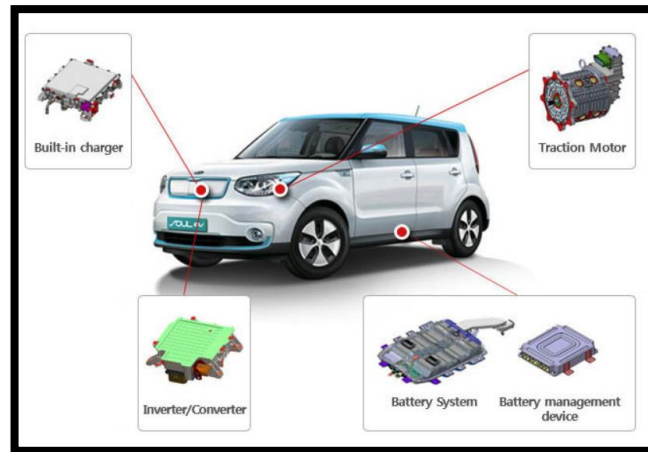


Figura 48: Inversor del vehículo eléctrico.

Fuente: (HIBRIDOS Y ELECTRICOS, 2018)

Con respecto al cálculo, el consumo de corriente alterna es de 6600 Watts, Figura 49, por parte de la batería del vehículo eléctrico Kia Soul, pudiendo variar en base a la potencia que obtienen los distintos tipos de cargadores y los tipos de corriente que se pueda utilizar de acuerdo al tiempo requerido para la recarga y la capacidad de la batería.



Figura 49: Consumo de corriente Kia Soul.

En donde:

- P_a = Potencia del automóvil.
- P_{inv} = Potencia del inversor.

$$P_{inv} = 1,2 * P_a$$

Ecua [10]



$$P_{inv} = 1,2 * 6600 W$$

$$P_{inv} = 7920 W$$

Tabla 24: Características técnicas de inversores de carga utilizados en sistemas fotovoltaicos.

INVERSORES						
Especificación	Volt. Nom. (V)	Int. Máx. (A)	Pot. Máx. (W)	Efic. Máx. (%)	Temp. Oper. (°C)	Dimensiones (a/l/e) (mm)
EVO – 4024 de SAMLEX AMERICA	24	50	4.000	94	- 20° a + 60°	325 x 426 x 207
Precio (USD): 2.390,00						
EVO – 3012 de SAMLEX AMERICA	12	50	3.000	90	- 20° a + 60°	325 x 426 x 207
Precio (USD): 2.390,00						
EVO – 2224 de SAMLEX AMERICA	24	50	2.200	93	- 20° a + 60°	325 x 426 x 207
Precio (USD): 2.390,00						
SK1000-148 de SAMLEX AMERICA	48	Int. Vacío 0,09	1.000	93	0° a + 40°	383 x 182 x 88
Precio (USD): 590,00						

Fuente: (PROVIENTO, 2018)

Por sus características técnicas el inversor EVO – 4024 de la marca SAMLEX AMERICA, es elegido para cubrir la demanda de la potencia que se determinó anteriormente.

3.5.4. Cálculo de las baterías

Existen dos aspectos principales que se deben considerar al momento del dimensionamiento de los acumuladores entre los cuales tenemos la autonomía de la instalación y la máxima profundidad de descarga de la batería. Se ha considerado que



la instalación obtendrá una autonomía de 5 días, debido a que la zona en donde se ubican las fotolineras tiene una alta concentración de radiación solar.

En este caso el tipo de batería seleccionada es del tipo Hidro-Fosfato (LiFePO₄) de la serie SMART-300 Ah como se representa en la Figura 50.



Figura 50: Batería LiFePO₄.

Fuente: (VICTRON ENERGY, 2018)

La elección de esta batería se debe principalmente a las siguientes razones que se exponen a continuación (VICTRON ENERGY, 2018):

- Tiene un amplio rango de temperaturas de trabajo, un excelente rendimiento cíclico y una baja resistencia interna.
- La eficiencia del ciclo completo de una batería LFP es del 92%.
- Con respecto a su tamaño y en relación con su peso ahorra un 70% de espacio.
- Las baterías LFP son caras en comparación con las de plomo-acido, pero al usar en aplicaciones exigentes su alto coste inicial se verá compensado por una vida útil mayor.

En la Tabla 25 se detallan las principales especificaciones técnicas de las baterías utilizadas en sistemas fotovoltaicos.

Tabla 25: Tipos de baterías utilizados en el sistema fotovoltaico.

BATERÍAS ESTACIONARIAS



Especificación	Volt. Nom. (V)	Cap. Nom. (Ah)	Dimensiones “ancho-alto-espesor” (mm)	Precio (USD)
Hierro Fosfato (LiFePO4) Serie Smart	12,8	300	345/425/274	5.152,17
Hierro Fosfato (LiFePO4) Serie Smart	12,8	200	295/425/274	3.311,67
Hierro Fosfato (LiFePO4) Serie Smart	12,8	160	320/388/233	2.820,87

Fuente: (TEKNOSOLAR, 2018)

Para lo cual se determina en la siguiente función en donde:

$$C_N = \frac{E_R * N}{P_D * V_B}$$

Ecua [11]

- C_N = Capacidad nominal de la batería (Ah)
- E_R = Energía real que llega a consumir la instalación (W)
- P_D = Profundidad de descarga de la batería seleccionada (80%)
- N = Número de días de autonomía de la instalación
- V_B = Voltaje de la batería seleccionada (V)

$$C_N = \frac{19.564 * 5}{0,80 * 12,8} = 9.552,73 \text{ Ah}$$

Luego de establecer la capacidad nominal de la batería y al utilizar el valor de la capacidad del acumulador, con la siguiente función se obtendrá el número de baterías necesarias:

$$N_B = \frac{C_N}{Cn_B}$$

Ecua [12]



Siendo:

- C_N = Capacidad nominal total requerida por la batería (Ah)
- Cn_B = Capacidad nominal de la batería seleccionada (Ah)
- N_B = Cantidad de baterías necesarias

$$N_B = \frac{9.552,73}{300}$$

$$N_B = 31,84 \approx 32 \text{ Baterías}$$

3.5.5. Grupo generador eléctrico

El generador eléctrico, Figura 51, en instalaciones fotovoltaicas es un mecanismo de apoyo que permite alimentar directamente a la instalación en caso de alguna avería que se presente o la posible descarga de baterías por el exceso de consumo o cuando varíen las condiciones climatológicas en días nublados durante su funcionamiento.



Figura 51: Generador eléctrico.

Fuente: (ALFA & OMEGA POWER, 2018)

En el momento de adquirir el grupo eléctrico debe cumplir con ciertas características que se mencionan a continuación:

- Silencioso.
- Potencia adecuada.
- Resistente.
- Seguro.



El grupo eléctrico que se necesita para la instalación fotovoltaica, es el del fabricante STAMFORD y sus características técnicas se especifican a continuación en la Tabla 26.

Tabla 26: Propiedades técnicas del grupo generador.

Marca	STAMFORD
Potencia (kW)	20
Velocidad del motor / Frecuencia	1800 rpm/60Hz
Voltaje (V)	110/220
Motor	YANGDONG
Peso	570 kg
Capacidad del tanque de combustible	160 litros

Fuente: (ALFA & OMEGA POWER, 2018)

3.5.6. Cableado

Para realizar las instalaciones en un sistema fotovoltaico se utilizan cables que poseen conductores flexibles e impregnados de materiales termoestables no propagadores de incendio, a su vez se debe tener en consideración dos zonas importantes de la instalación las mismas que adquieren características particulares como son: la conexión de los módulos fotovoltaicos al regulador de carga y el conexionado de este con las demás partes del sistema fotovoltaico.

3.5.6.1. Tubos de protección

Son componentes encargados de contener los conductores eléctricos protegiéndolos de distintos daños mecánicos, químicos, humedad y altas temperaturas, su función también es el de distribuirlo uniformemente el cableado eléctrico en la instalación.

3.5.6.2. Soporte para los cables

Son conocidos como conductores eléctricos suelen colocarse en la parte interna de los tubos protectores o canaletas y bandejas portacables cerradas o abiertas. Estos llegan a soportar líneas de potencia baja, media y alta tensión, cables de distribución



de potencia en baja tensión, cables de control y diversos tipos de cables utilizados para telecomunicaciones.

En la siguiente Tabla 27, se detallan las características elementales de las conducciones eléctricas.

Tabla 27: Aspectos principales de las canalizaciones eléctricas.

CARACTERÍSTICAS
Hay canalizaciones y bandejas para todo tipo de instalaciones.
Las canalizaciones ventiladas tienen la ventaja de la refrigeración natural de los conductores.
No se agrupan muchos conductores sin asegurar su ventilación.
Las conducciones con conductores de comunicaciones estarán separadas de las conducciones con cables de potencia.
Las conducciones metálicas estarán unidas entre sí con cables equipotenciales y conectados a tierra.

Fuente: (Roldán Vilorio, Conductores eléctricos, 2013)

3.5.7. Colocación a masa

La ubicación a tierra de cualquier tipo de instalación eléctrica es indispensable, debido a que se especifica la tensión que pueda aparecer durante un determinado momento en las masas metálicas de los elementos, garantizando de esta forma la activación de las protecciones y también se elimina la preocupación de algún mal funcionamiento o desperfecto de alguno de los equipos.

3.5.8. Ubicación de paneles solares

Las cubiertas son módulos fotovoltaicos, que nos ayuda a conseguir la mayor radiación solar, incorporación arquitectónica o por asunto de seguridad. Existen varios parámetros que inciden en la ubicación de los paneles los cuales son: (ENERGIA SOLAR, 2016).

- Superficie disponible.
- Orientación.
- Incidencia de sombras.
- Carga estructural que puede soportar.



La superficie debe ser establecido en una zona de fácil acceso con el propósito fundamental de desarrollar operaciones de mantenimiento y lo más importante esta debe regirse de acuerdo a las normativas internacionales, en caso que dicha instalación se ejecute en una zona urbana.

Lo más eficiente es colocar los paneles solares perpendiculares a la radiación que se encuentre el sol, Figura 52, con un ángulo de instalación de 5° a 18° para que resbale el agua o cualquier objeto que pueda caer, tener sombra en una zona del panel reduce la producción de energía eléctrica de todo el sistema, por lo que es favorable que este en un lugar despejado.

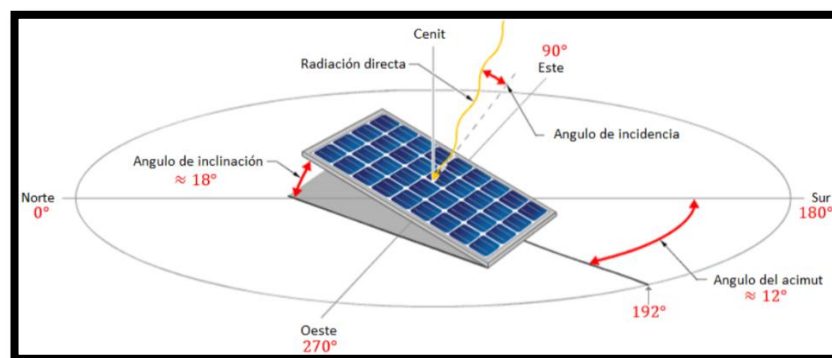


Figura 52: Ubicación del panel solar.

Fuente: (ENERGIA SOLAR, 2016)

Basado en los resultados obtenidos, al realizar los diversos cálculos acerca de las características que debe poseer cada uno de los principales componentes que intervienen en el funcionamiento de una fotolinera, se escoge el panel fotovoltaico Simax de 300 Wp con sus respectivas medidas 992 mm de ancho y 1957 mm de largo tal como se indica a continuación en la Figura 53.

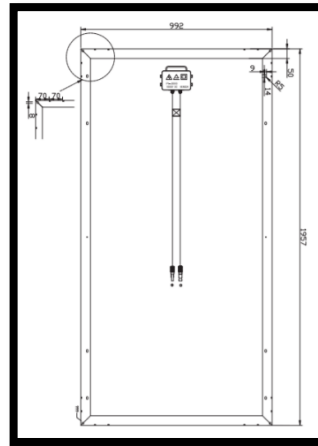


Figura 53: Medidas del panel fotovoltaico de 300 Wp.

Fuente: (PROVIENTO, 2018)

Para llevar a cabo la recarga de la batería del vehículo eléctrico Kia Soul se requiere de una área de 8 m², espacio en el que se puede instalar adecuadamente cuatro módulos fotovoltaicos, Figura 54.

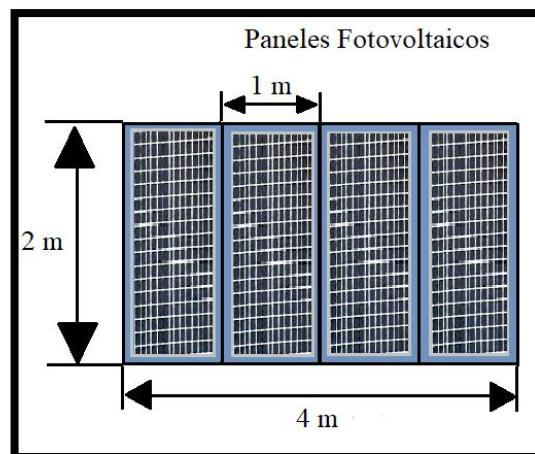


Figura 54: Área de paneles de 300 Wp para la recarga del vehículo eléctrico.

Para que la instalación sea capaz de brindar el servicio de recarga a cuatro vehículos eléctricos, es necesario 16 paneles solares con una área del techo de la fotolinera de 32 m², Figura 55, en base a los resultados de los cálculos realizados en la ecuación 7.

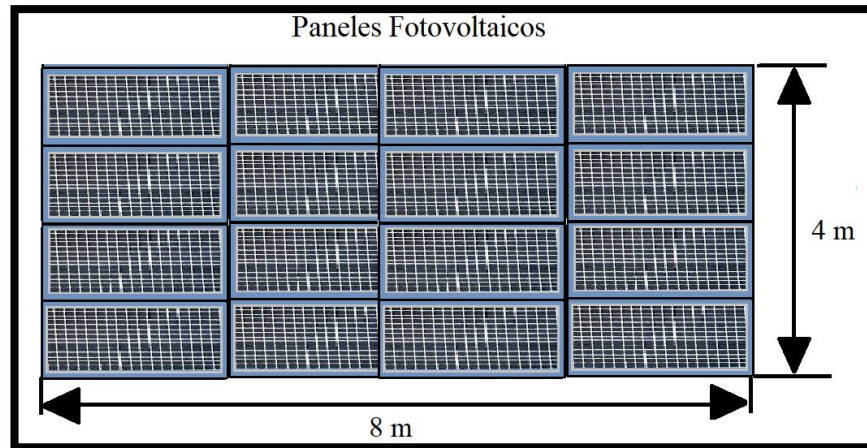


Figura 55: Dimensión del techo de la fotlinera para la recarga de cuatro vehículos eléctricos.

3.5.9. Características dimensionales de los estacionamientos

Según la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN-2248, misma que hace referencia a la accesibilidad de las personas al medio físico de estacionamiento, establece que la plaza de estacionamiento para un vehículo debe tener una anchura mínima de 3900 mm y una longitud mínima de 5400 mm. Esta anchura incluye el área de transferencia al lado del vehículo, con una anchura mínima de 1500 mm. Con frecuencia se utilizan dos plazas de estacionamiento accesibles con un área de transferencia compartida. Este conjunto debe tener una anchura mínima de 6300 mm (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2015).

La Figura 56 muestra una plaza de estacionamiento sencilla y su área de transferencia.

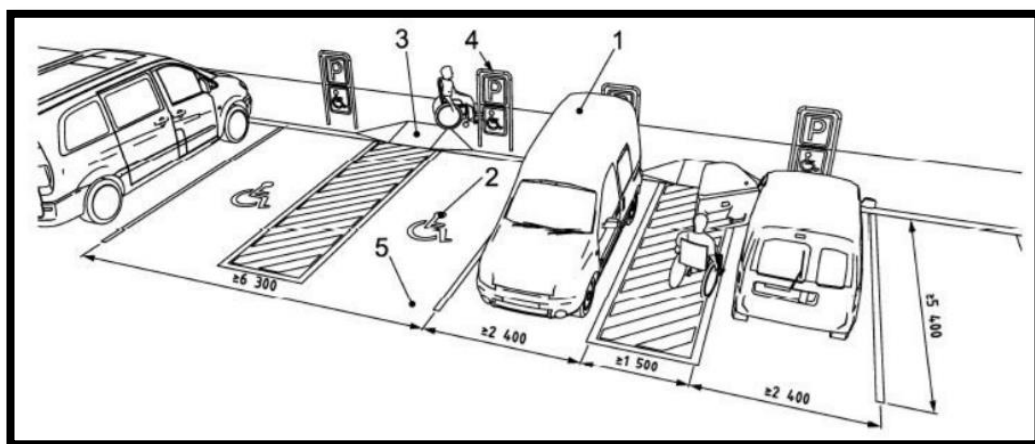


Figura 56: Plazas de estacionamiento.

Fuente: (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2015)



3.5.10. Características dimensionales de la estructura

Con respecto al tipo de material para la estructura de la fotolinera que se puede emplear para su construcción, debido a su precio y medidas son los que se enuncian a continuación en la Tabla 28.

Tabla 28: Características de los tubos estructurales.

Tubos estructurales	Marca	Dimensiones (mm)	Precio (\$/m)
Negro cuadrado	IPAC	100/100/3	61,84
Negro cuadrado	IPAC	100/100/2	46,67
Negro rectangular	IPAC	50/150/2	41,00
Negro cuadrado	IPAC	75/75/2	31,07
Negro cuadrado	IPAC	50/50/3	29,36

Fuente: (Disensa, 2018)

El tubo estructural que se elige para la fotolinera es el Negro Cuadrado con dimensiones de (100 x 100 x 3 mm), para la realización de la estructura y con las medidas mencionadas anteriormente se necesita de 46 m de tubo estructural, se escoge este tipo de estructura por tener características que se mencionan a continuación:

- Es duradero, el acero asegura una vida útil con respecto a otros materiales convencionales.
- Es económico pues se optimiza el uso de material.
- Es ecológico pues se minimiza la utilización de la madera y se contribuye al medio ambiente

3.5.11. Diseño propuesto

Con la ayuda del programa de diseño SKETCHUP PRO 2018, se realiza un bosquejo en donde se presenta el modelo de fotolinera, Figura 57 - 58 - 59, en diversas vistas como son : frontal, lateral y superior, teniendo en consideración el espacio físico que ocupan los vehículos eléctricos al momento de estacionarse para abastecerse de energía.

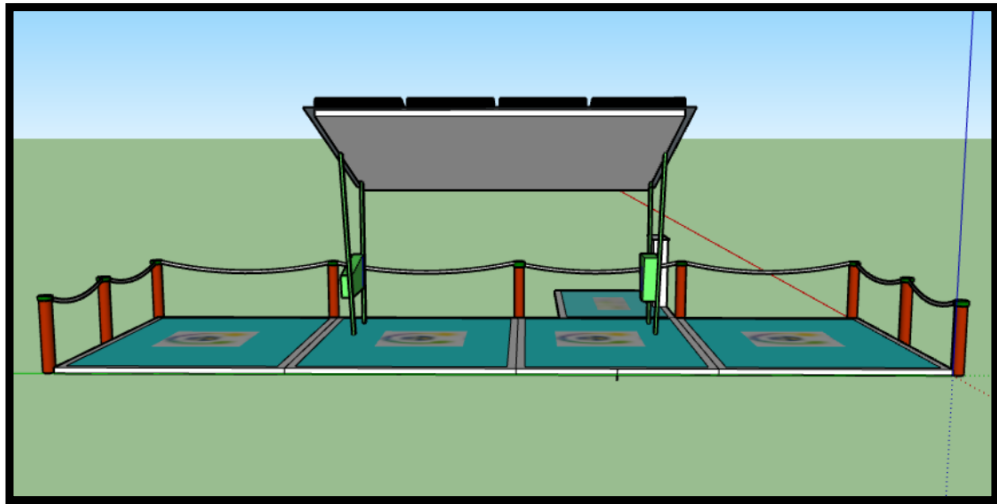


Figura 57: Diseño de fotolinera - Vista frontal.

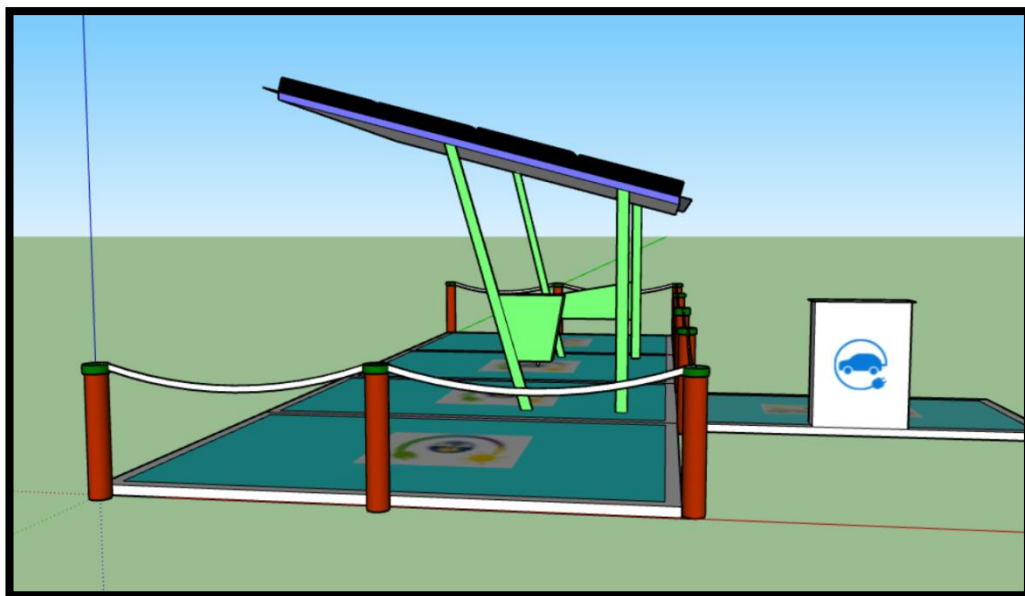


Figura 58: Diseño de fotolinera - Vista lateral.

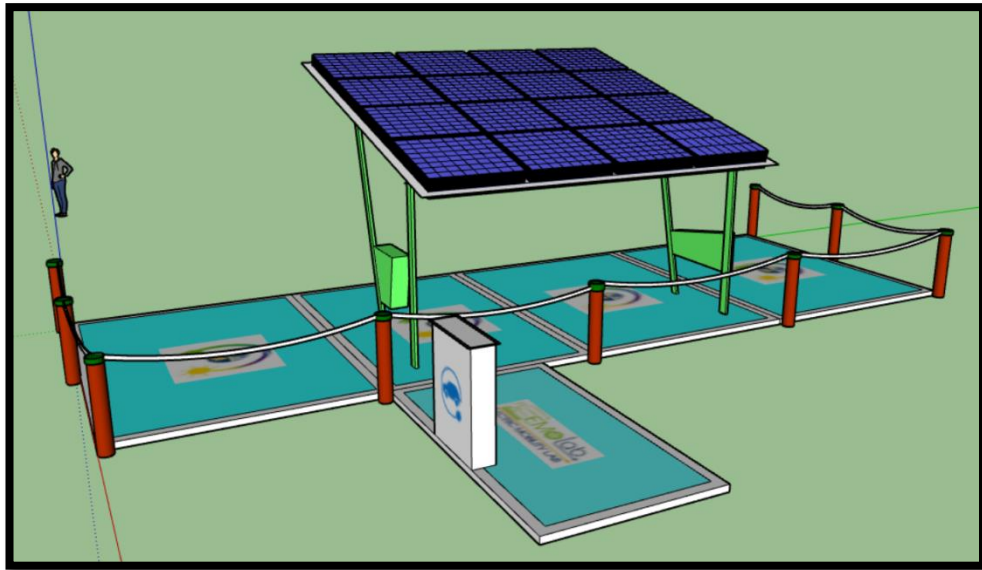


Figura 59: Diseño de fotolinera - Vista superior.

3.5.12. Seguridad

Las estaciones fotovoltaicas cualquiera que sea su función conllevan riesgos laborales, entonces para evitar se debe ejecutar programas seguros y eficaces sobre las condiciones de trabajo y con la adquisición de diversos medios de protección para laborar de una forma adecuada y segura. A continuación, se citan algunas normativas ecuatorianas con respecto a la seguridad en instalaciones eléctricas.

- Reglamento de seguridad del trabajo contra riesgos en Instalaciones de energía eléctrica. (Reglamento de seguridad, 1998).
- Reglamento a la ley de régimen del sector eléctrico. (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2013).
- Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo. (Reglamento de seguridad, 1998).

3.6. VARIABLES DE SELECCIÓN DE UBICACIÓN

La metodología que se va a emplear para especificar las posibles zonas en el que serán ubicadas las fotolineras en la ciudad de Cuenca es la matriz de ponderación.

3.6.1. Matriz de ponderación

Esta clase de matriz es también conocida como matriz de priorización, pues es un método de toma de decisiones multi-alternativas que permite a su vez elegir diversas



opciones que sean de tal manera útiles para determinar los sectores específicos para la ubicación de las fotolineras.

Entre los criterios que se ha tomado en consideración en la Tabla 29 de la matriz de ponderación para determinar la ubicación de las fotolineras son los siguientes:

- Congestión vehicular.
- Vías de mayor recorrido.
- Índice de radiación solar.
- Posición geográfica
- Lugares concurridos por turismo

Cabe mencionar que los valores establecidos para la toma de decisiones en la matriz de ponderación son una base de números del uno al diez, donde el uno implica que es poco importante y el número mayor que es muy importante, como se define a continuación:

- 10 Muy importante
- 1 Poco importante

**Tabla 29:** Matriz de ponderación que determina la ubicación de las fotolineras en la ciudad de Cuenca.

No.	Criterios seleccionados	Congestión vehicular	Vías de mayor recorrido	Índice de radiación solar	Posición geográfica	Lugares concurridos por turismo	Total	Ponderación del criterio
1	Congestión vehicular		1	1	1	1	4	0,045
2	Vías de mayor recorrido	1		1	1	1	4	0,045
3	Índice de radiación solar	10	1		5	5	21	0,23
4	Posición geográfica	10	10	5		5	30	0,34
5	Lugares concurridos por turismo	10	10	5	5		30	0,34
TOTAL							89	1

Las variables seleccionadas por tener mayor ponderación de acuerdo a la matriz de priorización efectuada anteriormente son los que se menciona a continuación:

- Índice de radiación solar.
- Posición geográfica.
- Lugares concurridos por turismo.

3.6.2. Descripción de la ubicación de fotolineras

Para la ubicación de las fotolineras se tiene ya definido cada uno de los parámetros que intervienen en la autonomía del vehículo eléctrico, a continuación, se describe cada una de las ubicaciones de las fotolineras, se dará a conocer las variables del por qué fueron escogidas y se especificara sus características técnicas de su selección.

3.6.3. Selección de lugares

Un gran beneficio de la energía solar, involucra tener un mayor conocimiento del lugar que se ha escogido para el estudio, en este caso de la ciudad de Cuenca, Figura 60, pues de acuerdo a la página web de la alcaldía las parroquias rurales con que cuenta la ciudad son las que se representa en la Tabla 30, donde cada uno de estos lugares tienen diferente posición geográfica y por lo tanto diferente radiación solar.

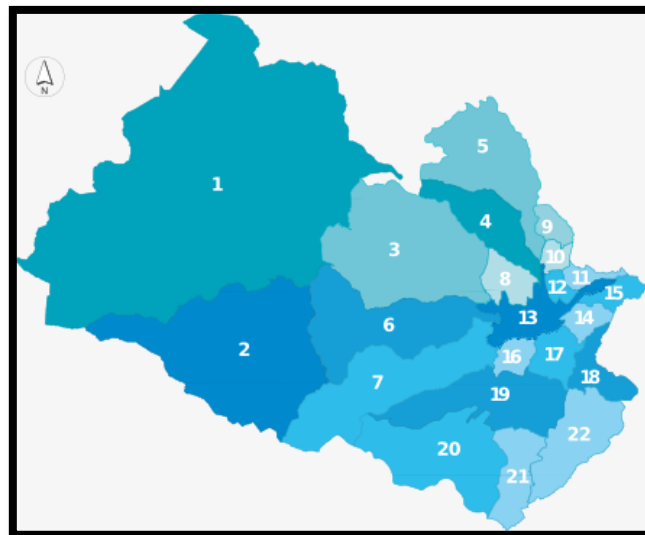


Figura 60: Mapa de las parroquias rurales que conforman la ciudad de Cuenca.

Fuente: (Cuenca Alcaldía, 2018)

A continuación, se detalla las distintas parroquias con que cuenta la ciudad de Cuenca:

**Tabla 30:** Parroquias rurales de la ciudad de Cuenca.

N°	PARROQUIAS	N°	PARROQUIAS
1	Molleturo	12	Ricaurte
2	Chaucha	13	Cuenca
3	Sayausí	14	Paccha
4	Chiquintad	15	Nulti
5	Checa	16	Turi
6	San Joaquín	17	El Valle
7	Baños	18	Santa Ana
8	Sinincay	19	Tarqui
9	Octavio Cordero Palacios	20	Victoria del Portete
10	Sidcay	21	Cumbe
11	Llacao	22	Quingeo

Fuente: (Cuenca Alcaldía, 2018)

De acuerdo a los datos del CGA (Comisión de Gestión Ambiental) las zonas apropiadas para una futura implementación de fotolineras poseen los siguientes valores en la Tabla 31 con relación al aspecto ambiental:

Tabla 31: Uso del suelo de las parroquias durante los años 2003 y 2010.

ENTORNO AMBIENTAL POR HECTÁREAS					
Parroquias	Aumento de áreas pobladas	Aumento de áreas productivas	Deforestación	Disminución de fuentes de agua	Disminución de paramo
Cumbe	22,81	3,10	926,77	----	141,80
Turi	86,62	37,17	73,30	----	----
Molleturo	128,20	4,00	5298,03	1,83	606,48
Baños	243,30	0,50	940,68	6,14	666,42
San Joaquín	95,47	0,75	313,25	9,46	345,28

Fuente: (CGA Cuenca Municipalidad, 2014)



Las principales parroquias cercanas que se encuentran ubicadas alrededor del área de implementación de fotolineras son las que se enuncian en la siguiente Tabla 32.

Tabla 32: Parroquias cercanas a las zonas seleccionadas para una futura implementación de fotolineras.

PARROQUIAS	PARROQUIAS CERCANAS
Cumbe	Quingeo- Tarqui- Victoria del Portete
Turi	El Valle- Baños- Tarqui- Cuenca
Molleturo	Chaucha- Sayausí- San Joaquín
Baños	San Joaquín-Chaucha-Tarqui-Victoria del Portete- Cuenca- Turi
San Joaquín	Baños- Chaucha-Sayausí-Cuenca-Molleturo

Según el estudio realizado por el Consejo Nacional de Gobiernos Parroquiales Rurales del Ecuador (CONAGOPAREAZUAY) sobre el nuevo inventario vial de la provincia del Azuay, los kilómetros que poseen cada parroquia escogidas para este análisis poseen los siguientes valores, Tabla 33.

Tabla 33: Cantidad de kilómetros de vías de las parroquias rurales del cantón Cuenca.

KILÓMETROS DE LAS PARROQUIAS DEL CANTÓN CUENCA						
Parroquias	Km Vías MTOP	Km Vías GPA	Km Vías Municipio	Km Vías de tercer orden GAD Parroquial	Km Vías Locales GAD Parroquial	Km Vías Total Parroquia
Cumbe	21,02	20,89	9,50	22,51	84,41	158,33
Turi	----	5,93	24,46	41,99	26,39	98,77
Molleturo	50,66	4,27	8,75	98,93	71,81	234,42
Baños	3,18	12,67	12,24	55,94	112,77	196,80
San Joaquín	5,23	4,07	17,04	55,72	8,62	90,68

Fuente: (Conagopareazuay, 2014)



3.7. RECORRIDOS MÁXIMOS DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO

De acuerdo al proyecto de titulación: “DETERMINACIÓN DE LA AUTONOMÍA REAL DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN LA CIUDAD DE CUENCA MEDIANTE ANÁLISIS EXPERIMENTAL” de la Universidad Politécnica Salesiana (Bueno Juela & Quizhpe Sinchire, 2017).

Las variables que se consideraron en la selección de rutas para el estudio de la autonomía del vehículo eléctrico son las que se representan en la Tabla 34:

Tabla 34: Variables escogidas en la autonomía del vehículo eléctrico.

VARIABLES
Congestión vehicular
Vías de mayor recorrido
Pendientes (máximas/ mínimas)
Límites de velocidad permitidas (Vías rápidas)
Tipo de Calzada
Condiciones climáticas
Posición Geográfica

Fuente: (Bueno Juela & Quizhpe Sinchire, 2017)

Conforme a las variables mencionadas anteriormente las rutas seleccionadas se enuncian a continuación:

**Tabla 35:** Rutas seleccionadas en base a los requerimientos seleccionados.

TRAYECTOS	
1	Universidad Politécnica Salesiana - Control Sur
2	Control Sur - Universidad de Cuenca
3	Centro Histórico
4	Centro Histórico - Av. Gonzales Suarez
5	Camino del Valle - Mirador Turi
6	Mirador Turi - Baños
7	Baños - Universidad Politécnica Salesiana

Fuente: (Bueno Juela & Quizhpe Sinchire, 2017)

3.8. LUGARES CONCURRIDOS POR TURISMO

La riqueza de su arquitectura y cultura en general merecieron a Cuenca el nombramiento de Patrimonio Cultural de la Humanidad, el 1 de diciembre de 1999. (Turismo Cuenca Ecuador, 2018).

Según el Diario el Tiempo de la ciudad de Cuenca los destinos de turismo más preferidos por las personas nacionales y extranjeras, son los que se expresan a continuación en la Tabla 36:

Tabla 36: Sitios de mayor frecuencia de personas por turismo en la ciudad de Cuenca.

LUGARES
Baños
Turi
San Joaquín
Tarqui
Ricaurte
Cajas

Fuente: (Diario El Tiempo, 2017)

3.8.1. Descripción de las ubicaciones seleccionadas

A continuación, en esta sección se detalla cada uno de los lugares seleccionados para una futura implementación de fotolineras en la ciudad de Cuenca:

3.8.1.1. Fotolinera 1: Universidad Politécnica Salesiana - Miraflores

El espacio escogido, Figura 62 de la fotolinera Miraflores, se encuentra entre la calle de la Ocarina y la Av. De las Américas (Parque Miraflores) por encontrarse en la parte norte de la ciudad y por su índice de radiación solar que existe en la zona que es de $625,72 \text{ (W / m}^2\text{)}$, en la siguiente Tabla 37 se aprecia algunas especificaciones técnicas de la ubicación escogida.

Con esta ubicación se espera abastecer de energía el vehículo eléctrico pues esta zona es una de las de mayor recorrido en vehículo privado conjuntamente con la zona del Centro Histórico, el Ejido, seguidamente por la zona de Feria Libre, Abelardo J. Andrade y Totoracocha (Plan de Movilidad y Espacios Públicos, 2018).

Tabla 37: Consideraciones técnicas de ruta: Universidad Politécnica Salesiana - Miraflores.

Lugar de Inicio	Destino Final	Distancia de recorrido (km)	Tiempo de recorrido (Min)	Eficiencia del Vehículo (km)
Laboratorios UPS	Parque Miraflores	0,75 km	2 min	95 km

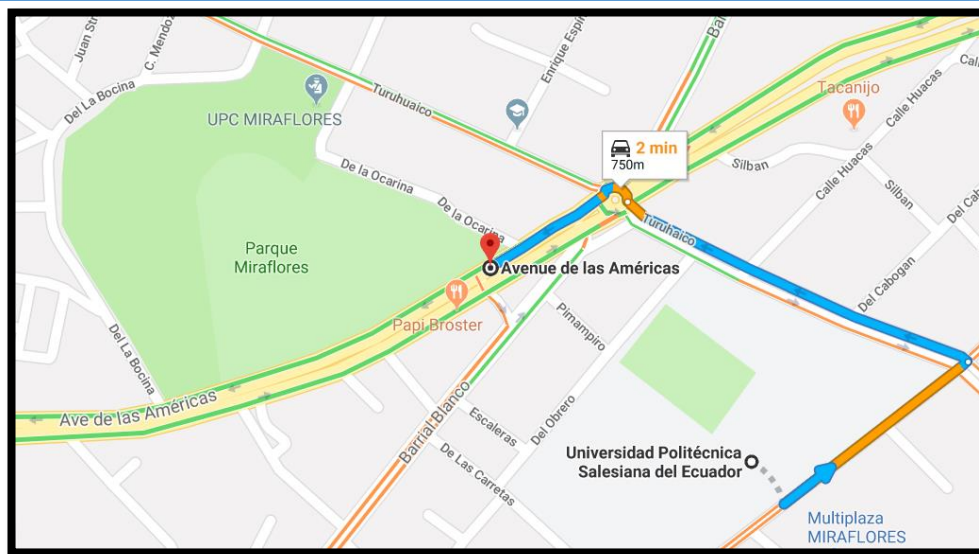


Figura 61: Universidad Politécnica Salesiana - Miraflores.

Fuente: (Google Maps, 2018)



Figura 62: Fotolinera 1 - Miraflores.

Fuente: (Google Maps, 2018)

3.8.1.2. Fotolinera 2: CTS - Iberia

La zona escogida, Figura 64 de la fotolinera Iberia, se encuentra entre la calle Fray Luis de León y la Av. Don Bosco (Parque Iberia) por encontrarse en la parte sur de la ciudad y también por su índice de radiación solar que existe en la zona que es de 604,42 (W / m²), en la siguiente Tabla 38 se visualiza algunas especificaciones técnicas de la ubicación escogida.

Con esta ubicación se espera abastecer de energía el vehículo eléctrico a la población del sur de la ciudad, este lugar es considerado parte primordial de la ciudad, tanto por su ubicación en el conjunto urbano como por la presencia de atractivos de influencia a nivel cantonal, provincial y en ciertos casos regional, como el Mall del Río, el campus Yanuncay de la Universidad de Cuenca y el Colegio Técnico Salesiano, que generan dentro del barrio un intenso movimiento peatonal y vehicular.

Tabla 38: Consideraciones técnicas de ruta: Universidad Politécnica Salesiana - Parque Iberia.

Lugar de Inicio	Destino Final	Distancia de recorrido (km)	Tiempo de recorrido (Min)	Eficiencia del Vehículo (km)
Laboratorios	Parque	12,6 km	18 min	95 km

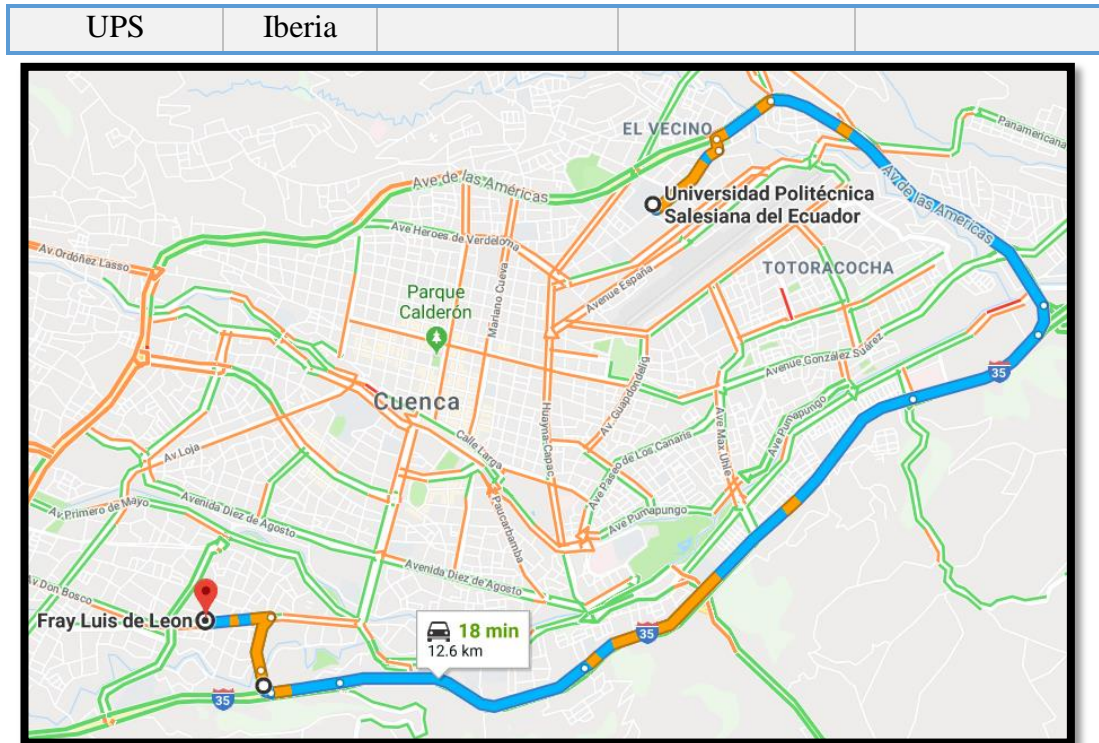


Figura 63: Universidad Politécnica Salesiana - Parque Iberia.

Fuente: (Google Maps, 2018)



Figura 64: Fotolinera 2 - Iberia.

Fuente: (Google Maps, 2018)

3.8.1.3. Fotolinera 3: Cumbe

El espacio escogido, Figura 66 de la fotolinera Cumbe, se encuentra a 15 km al sur del cantón Cuenca, es una parroquia que sirve como eje articulador al Norte con la parroquia Jima y Quingeo, al Este la provincia de Loja y al Oeste la parroquia de Tarqui, convirtiendo a esta en un poblado de paso obligatorio para comunicar las ciudades de Cuenca y Loja, por lo que su índice de radiación solar que es de 641,38 (W / m^2) es de suma importancia para la ubicación de la fotolinera, en la siguiente Tabla 39 se aprecia algunas especificaciones técnicas de la ubicación escogida.

Tabla 39: Consideraciones técnicas de ruta: Universidad Politécnica Salesiana - Cumbe.

Lugar de Inicio	Destino Final	Distancia de recorrido (km)	Tiempo de recorrido (Min)	Eficiencia del Vehículo (km)
Laboratorios UPS	Cumbe	29,7 km	43 min	95 km

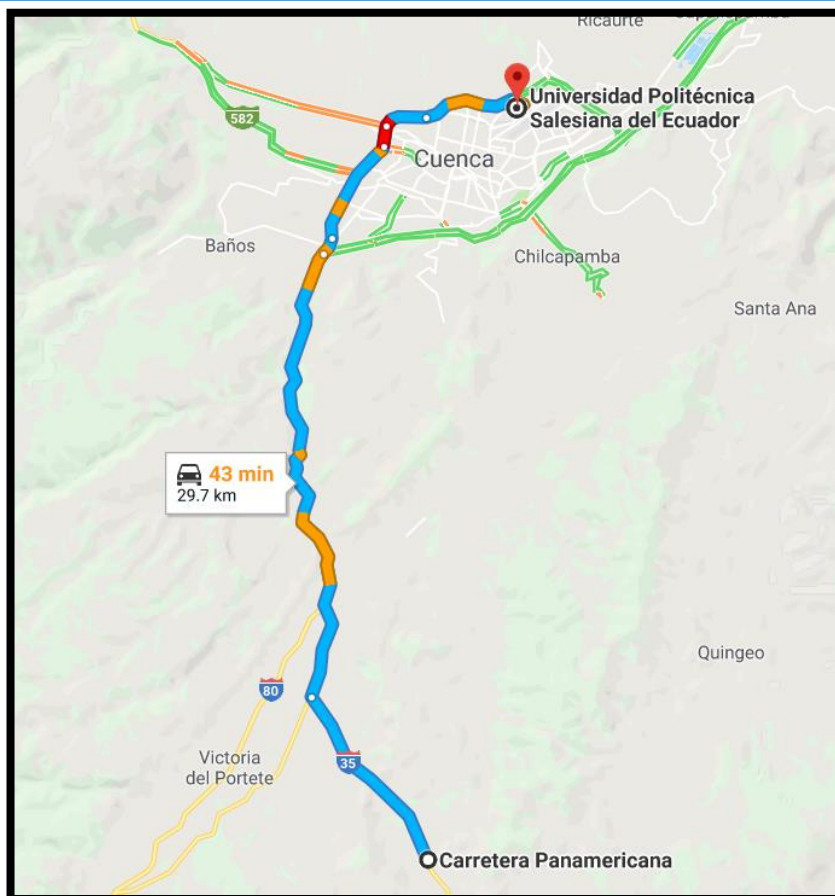


Figura 65: Universidad Politécnica Salesiana - Cumbe.

Fuente: (Google Maps, 2018)



Figura 66: Fotolinera 3 - Cumbe.

Fuente: (Google Maps, 2018)

3.8.1.4. Fotolinera 4: Sayausí

La ubicación escogida, Figura 68 de la fotolinera Sayausí, se encuentra entre la Autopista San Joaquín y la Av. Ordoñez Lasso por ser un acceso Oeste de entrada a la ciudad (Guayaquil, Molleturo, El Cajas que ingresan por la Av. Ordoñez Lasso) y también por su índice de radiación solar alto que existe en la zona que es de 604,79 (W / m^2), en la siguiente Tabla 40 se presenta algunas especificaciones técnicas de la ubicación escogida.

Tabla 40: Consideraciones técnicas de ruta: Universidad Politécnica Salesiana - Sayausí.

Lugar de Inicio	Destino Final	Distancia de recorrido (km)	Tiempo de recorrido (Min)	Eficiencia del Vehículo (km)
Laboratorios UPS	Sayausí	11.1 km	22 min	95 km

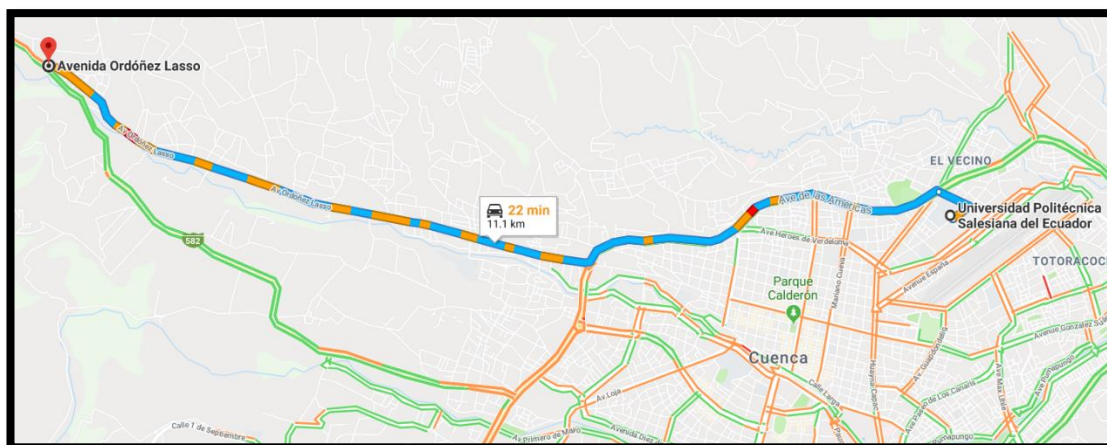


Figura 67: Universidad Politécnica Salesiana - Sayausí.

Fuente: (Google Maps, 2018)



Figura 68: Fotolinera 4 - Sayausí.

Fuente: (Google Maps, 2018)

3.8.1.5. Fotolinera 5: Turi

La zona escogida, Figura 70 de la fotolinera Turi, se encuentra en la subida a Turi a cuatro kilómetros al sur de la capital del Azuay, esta vía tiene gran afluencia vehicular, pues es considerado un sitio que goza de una vista completa de la ciudad gracias a su topografía, convirtiéndose en un referente turístico a nivel local, esta vía cuenta con 2 carriles y una longitud de 0,31 km, es alto el índice de radiación solar



en esta zona pues es de 533,36 (W / m^2), en la siguiente Tabla 41 se visualiza algunas especificaciones técnicas de la ubicación escogida.

Tabla 41: Consideraciones técnicas de ruta: Universidad Politécnica Salesiana - Turi.

Lugar de Inicio	Destino Final	Distancia de recorrido (km)	Tiempo de recorrido (Min)	Eficiencia del Vehículo (km)
Laboratorios UPS	Turi	12,4 km	17 min	95 km

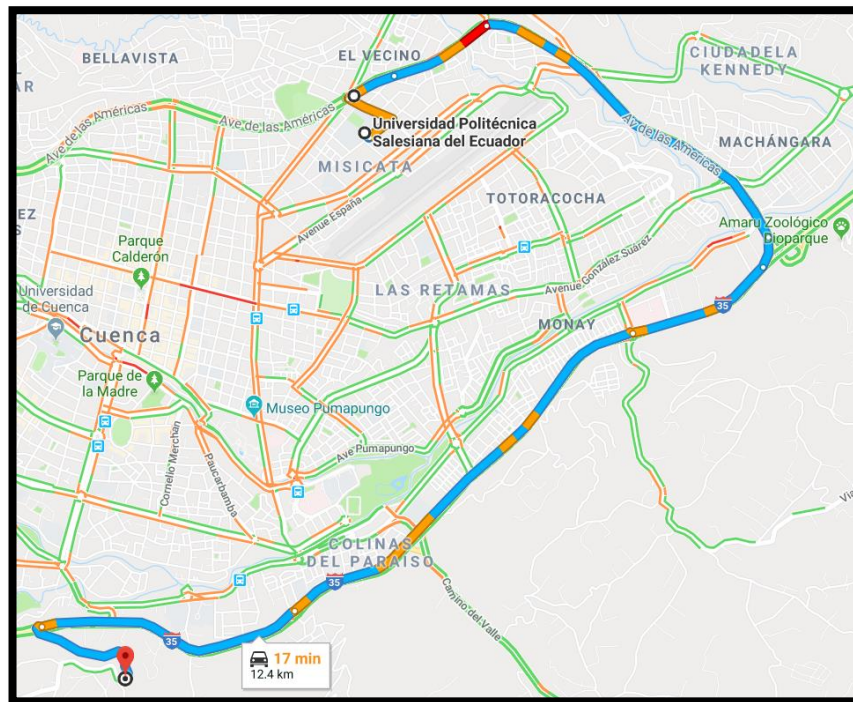


Figura 69: Universidad Politécnica Salesiana - Turi.

Fuente: (Google Maps, 2018)



Figura 70: Fotolinera 5 - Turi.

Fuente: (Google Maps, 2018)

3.8.1.6. Fotolinera 6: Molleturo

El lugar escogido, Figura 72 de la fotolinera Molleturo, se encuentra en la entrada a la parroquia rural de dicha zona en la vía interprovincial Cuenca-Molleturo-Puerto Inca, su ubicación es importante por encontrarse en la mitad del trayecto para dirigirse a Guayaquil, esta zona posee un nivel alto de radiación solar por lo que cuenta con 663,48 (W / m^2), en la siguiente Tabla 42 se aprecia algunas especificaciones técnicas de la ubicación escogida.

Tabla 42: Consideraciones técnicas de ruta: Universidad Politécnica Salesiana - Molleturo.

Lugar de Inicio	Destino Final	Distancia de recorrido (km)	Tiempo de recorrido (Min)	Eficiencia del Vehículo (km)
Laboratorios UPS	Molleturo	67,2 km	75 min	95 km

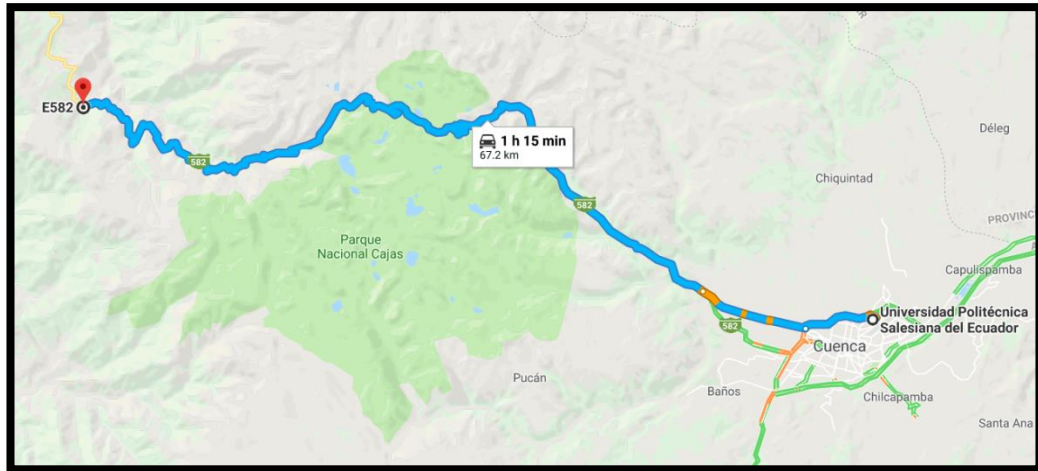


Figura 71: Universidad Politécnica Salesiana - Molleturo.

Fuente: (Google Maps, 2018)



Figura 72: Fotolinera 6 - Molleturo.

Fuente: (Google Maps, 2018)



Capítulo 4

ANÁLISIS DE COSTOS

En el presente capítulo se detalla los principales componentes necesarios para la implementación de una fotolinera, luego se realiza el análisis de costos y amortización de dichos elementos, definir el costo del kilovatio hora que genera la fotolinera en base a los gastos de la implementación, presentando un costo de producción aproximado en cada una de las estaciones y el promedio general.

4.1. VIABILIDAD ECONÓMICA

Al momento de establecer una fotolinera requiere de un análisis económico de tal manera que informe acerca de todos los recursos monetarios disponibles, en el instante que se requiera iniciar con la ejecución o el funcionamiento del proyecto.

La profundidad de este análisis de viabilidad económica se enfoca al precio del kW/h de energía eléctrica que genera la fotolinera que se basa de acuerdo a los costos directos e indirectos con su respectiva amortización.

4.2. DETERMINACIÓN DE COSTOS

Al momento de establecer una fotolinera, se necesita adquirir diversos tipos de materiales y componentes necesarios para hacerla operativa, mismos que consideran como base, aspectos técnicos, por lo tanto, es preciso desarrollar una lista de requerimientos que especifiquen la información de cada uno de ellos, con la finalidad de llegar a determinar el capital de inversión para este proyecto de implementación de fotolineras y la definición de costos kW/h que amortice la inversión proyectada a 20 años de vida útil.

4.2.1. Costos de sitios de ubicación de las fotolineras

Considerando que el Municipio de Cuenca dividió el cantón en más de 400 sectores homogéneos y con ello estableció los avalúos. Los municipios de Cuenca y Azogues tienen definido el impuesto predial que regirá para el 2018 y 2019. (Castillo, 2017).



Estos valores que se consideran para la definición de este rubro se detallan en la siguiente Tabla 43, donde se da un promedio por metro cuadrado de las zonas establecidas para la ciudad de Cuenca.

Tabla 43: Promedio del avalúo de los sitios en la zona urbana y rural en la ciudad de Cuenca.

Zonas	Avaluó/m ² (USD)
Urbana	300,00
Rural	100,00
Promedio Total	200,00

Fuente: (Castillo, 2017)

4.2.2. Costos directos

Los costos directos son aquellos recursos que se incorporan físicamente al objeto de costos, también contempla las labores necesarias para la manipulación y transformación de dicho objeto, distribuidas en los siguientes rubros: materia prima directa, materiales directos, mano de obra directa (Jiménez Quizhpe & Velásquez Reyes, 2015).

Conforme a los cálculos desarrollados en el capítulo anterior, los componentes principales son los que se enuncian en la Tabla 44, debido a las propiedades técnicas que poseen cada uno de ellos y a la dimensión de la instalación, se puede abastecer de energía eléctrica sin ningún inconveniente a cuatro vehículos eléctricos (Kia Soul).

Tabla 44: Lista de los componentes esenciales para la implementación de la fotolinera.

Componentes	Marca	Precio C/U (USD)	Cantidad	Total (USD)
Módulo fotovoltaicos	SIMAX	330,00	16	5.280,00
Regulador de tensión	MORNINGSTAR	180,00	8	1.440,00
Inversor de carga	SAMLEXAMERICA	2.390,00	8	19.120,00
Baterías	VICTRON	5.152,17	32	164.869,44



	ENERGY			
Grupo electrógeno	STAMFORD	4.499,77	1	4.499,77
Terreno	-----	200,00/m ²	área (40 m ²)	8.000,00
Tubo estructural rectangular (100/100/3 mm)	IPAC	61,84	46 (metros)	2.844,64
TOTAL (USD)				206.053,85

4.2.3. Costos indirectos

Los costos indirectos son los recursos que forman parte del proceso productivo pero que no pueden atribuirse en el objeto de costos de una manera económicamente factible, entre los cuales están: materiales indirectos, mano de obra indirecta, gastos indirectos, gastos de administración, impuestos y patentes, depreciación, amortización, costo financiero (Jiménez Quizhpe & Velásquez Reyes, 2015).

Con relación al mantenimiento de los paneles solares cuando se encuentran deteriorados estos no poseen ninguna reparación, a menos que solo sea la caja de conexiones de donde salen los cables, para ello se realiza un proceso de solda y se vuelve a sellar nuevamente, es un trabajo muy básico. En cambio, si el vidrio templado se encuentra quebrado no se lo puede sustituir, en poco tiempo la intemperie dañara el panel.

Una de las ventajas fundamentales de las baterías de hierro-fosfato es que no necesitan mantenimiento, también funcionan perfectamente a temperaturas de -20°C a + 60 °C prácticamente sin afectar su capacidad nominal. (VZH Van Zandweghe Hnos, 2018)

Sin embargo, si el costo de la reparación de los equipos que se utilizan en un sistema fotovoltaico llega al 70% del valor de uno nuevo, generalmente los propietarios no lo reparan, todo va en función al tipo de averías técnicas.

Los principales costos indirectos que adquiere la planta fotovoltaica se detallan a continuación en la Tabla 45 - 46.

**Tabla 45:** Costo indirecto del generador eléctrico.

GENERADOR ELÉCTRICO	
Repuestos	Precio (USD)
Alternador	498,00
Filtro de aire	18,60
Filtro de aceite	12,28
Bomba de engrase	31,00
Motor de arranque	221,96
Total (USD)	781,84

Fuente: (CASOLLI MOTORS, 2018)

Tabla 46: Costo indirecto generado por los inversores de carga.

INVERSORES DE CARGA	
Repuestos	Precio (USD)
Transistores IGBT	9,84
Condensadores del boost	19,68
Relés	17,22
Componentes de control	6,15
Comparadores	6,15
Total (USD)	59,04

Fuente: (IRMANTRONIC, 2018)

4.2.4 Costos totales de la generación de energía

En la siguiente Tabla 47, se especifican los valores que adquieren los costos directos e indirectos para la producción de la energía eléctrica, con la implementación de una fotolinera en la ciudad de Cuenca.

Tabla 47: Costos directos e indirectos.

COSTOS	PRECIO (USD)
Directos	206.053,85
Indirectos	840,88
Total (USD)	206.894,73



4.3. AMORTIZACIÓN

Todo tipo de bien mueble o inmueble, que pasa a ser parte de una empresa cuya actividad es el de brindar un servicio o producto a la sociedad, con el transcurso del tiempo adquiere una disminución de su valor inicial. A continuación, en la Tabla 48 se establecen los principales componentes que en un determinado período disminuyen su valor monetario.

Según el proyecto de titulación que tiene como título: “Levantamiento y actualización de los bienes muebles y equipos de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil y su incidencia en el manejo técnico” se basa en la Ley Orgánica de Régimen Tributario Interno (LORTI). (Castro Vergara & Plúas Roldán, 2013).

En donde los porcentajes para cada uno de los activos fijos que se deprecian son los siguientes:

Tabla 48: Tasa de depreciación que adquiere cada activo fijo.

Activos	% Anual	Años de vida útil
Inmuebles	5	20
Muebles de oficina	10	10
Equipos de Cómputo y Software	33,33	3
Maquinarias, Equipos , Instalaciones	10	10
Herramientas	10	10
Vehículos, Equipos de transporte	20	5

Fuente: (Castro Vergara & Plúas Roldán, 2013)

4.3.1 Método de depreciación en línea recta

Es el método más sencillo y de mucha aplicación. Su nombre deriva del hecho de que el valor en libros del activo disminuye linealmente con el tiempo. (Depreciación en línea recta, 1989).

La ecuación que se utiliza para determinar el valor de la depreciación anual que adquieren los activos mencionados de la Tabla 49 es la siguiente.



$$D = \frac{P - F}{n}$$

Ecuación [13]

Donde:

- P = Valor del activo (USD)
- F = Valor de recuperación (Para este caso no existe = 0)
- n = Vida útil en años

Tabla 49: Depreciación de los bienes tangibles.

Descripción	Precio (USD)	Años de vida útil	Total Depreciación anual (USD)
Terreno	8.000,00	5	1.600,00
Equipos eléctricos	25.059,77	10	2.505,98
TOTAL (USD)			4.105,98

4.4. COSTO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA POR LA FOTOLINERA

En base a los costos directos e indirectos de operación planteados en la sección anterior, el presupuesto necesario para invertir en la instalación de la fotolinera, considerando la amortización de los activos fijos es de \$ 211.000,71.

A este valor hay que adicionarle un 10%, debido a un margen de ganancia que debe adquirir la planta durante su funcionamiento.

- Presupuesto total: \$ 211.000,71
- Margen de ganancia 10% = \$ 21.100,07

Llegando a obtener de esta manera un costo total de \$ 232.100,78, luego con este valor, se llega a determinar el precio del kW/h de la energía eléctrica que produce la instalación fotovoltaica.



La potencia generada por un panel solar en base a parámetros establecidos en el capítulo anterior, es de $P_m = 1.149,57 \text{ Wh/día}$. Entonces la potencia que producen los 16 módulos fotovoltaicos es de $P_m = 18.393,26 \text{ Wh/día}$.

Conforme lo establecido en el trabajo de titulación de (González Fuentes & Guillén Navarro, 2016), se utiliza la siguiente ecuación para determinar el precio del kilovatio hora que produce la instalación fotovoltaica.

$$\text{Precio} \frac{\text{kW}}{\text{h}} = \frac{\text{Costo de la instalación}}{\text{Energía producida por la planta}}$$

Ecua [14]

Donde:

$$\text{Precio} \frac{\text{kW}}{\text{h}} = \frac{232.100,78}{6713.539,90}$$

$$\text{Precio} \frac{\text{kW}}{\text{h}} = 0,034 \text{ \$/kW * h}$$

El valor del kW*h de la fotolinera es de $3,4 \text{ ctvs/kW * h}$.

4.4.1. Central Hidroeléctrica vs Fotolinera

De acuerdo a la información vertida por la revista Vistazo, la central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair (CCS), construido por la empresa china SINOHYDRO, Figura 73 que se encuentra ubicada en las provincias de Napo y Sucumbíos, cantones El Chaco y Gonzalo Pizarro, cuya potencia es de 1500 megavatios, establece que la tarifa de venta de la energía nivel de generación es de 4,58 ctvs el kilovatio hora (Moreno, 2016).



Figura 73: Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair.

Fuente: (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2018)

En cambio, el precio determinado por la generación de energía eléctrica en una fotolinera es de 3,4 ctvs el kilovatio hora, por lo tanto, el precio establecido por la fotolinera es el más conveniente debido a que es 25,77 % menor al establecido por una central hidroeléctrica, a continuación, se detalla en la Tabla 50 la matriz de costos de la generación de energía eléctrica.

Tabla 50: Matriz de costos.

	CENTRAL HIDROELÉCTRICA	FOTOLINERA
COSTO DE ENERGIA	$4,58 \text{ ctvs} / kW * h$	$3,4 \text{ ctvs} / kW * h$



Capítulo 5

IMPACTO AMBIENTAL

En el presente capítulo se determina el impacto ambiental y el tipo de contaminación que provocan los componentes utilizados en la implementación de la fotolinera. Luego de especificar dichos parámetros se procede a establecer los beneficios ambientales que conlleva el funcionamiento de la fotolinera.

5.1. VIABILIDAD AMBIENTAL

En lo relacionado a la viabilidad ambiental se consideran los siguientes parámetros con el propósito fundamental de una futura implementación de una fotolinera.

- Demanda de los recursos naturales.
- Generación de los residuos (baterías, paneles solares, entre otros).
- Tratamiento de los desechos.

Los aspectos anteriormente mencionados llegan a establecer diversas opciones de prevención contra los problemas ambientales que lleguen a suscitarse.

5.2. CONTAMINACIÓN DE LAS FOTOLINERAS

La producción de energía eléctrica a través de las fotolineras, en efecto es mejor para el medio ambiente que estar quemando combustibles fósiles, pero lamentablemente la energía solar no es siempre tan verde como se conoce, se da a conocer que en la fabricación de estos elementos, se presentan rastros de contaminación química, produciendo problemas tanto en el aspecto ambiental como en la salud de la humanidad.

En el 2011, el ácido fluorhídrico usado por la compañía Solar Holding Co, en la fabricación de paneles solares contaminó el agua del río y mató ciento de peces y docenas de cerdos. (ECOSIGLOS, 2018).



Figura 74: Drenaje ácido de una planta operada por Solar Holding Co.

Fuente: (ECOSIGLOS, 2018)

Un estudio realizado por Scientific American, indica que la industria de la energía solar fotovoltaica emite grandes cantidades de NF₃ (trifluoruro de nitrógeno) provocando grandes cantidades de efecto invernadero es decir 17000 veces mayor que el CO₂.

En la fabricación de las placas solares, además del silicio se utilizan otros metales pesados como el plomo (usado en soldadura) y cantidades mínimas de cadmio además de otros componentes altamente tóxicos para la salud y el medio ambiente.

5.2.1 Contaminación del panel solar

En la fabricación del panel solar se producen gases de efecto invernadero, cuando un panel se encuentra deteriorado o a su vez cuando se desechan de forma inadecuada se da la gravedad del impacto ambiental, los paneles solares poseen diversos materiales peligrosos que pueden ser liberados cuando un panel se encuentra deteriorado o cuando se desechan de forma inadecuada.

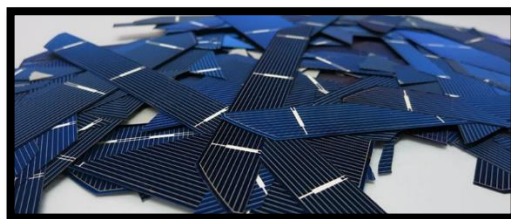


Figura 75: Fragmentos de un módulo fotovoltaico.

Fuente: (Niclas, 2014)



Los principales materiales químicos que son utilizados para fabricar los módulos fotovoltaicos son el Arsénico (As) y el Cadmio (Cd), entre los problemas que afecta a la salud de las personas es vivir cerca de fábricas que liberan dichos elementos al aire produciendo daño severo en los pulmones, en la Tabla 51 se generaliza cada uno de los efectos en la salud que produce el contacto con estos elementos.

Tabla 51: Efectos en la salud de los componentes del panel solar.

EFECTOS EN LA SALUD	
Cadmio (Cd)	Arsénico (As)
Dolor de estómago	Causa infertilidad y aborto en mujeres
Daño al sistema nervioso central	Cáncer de piel
Daño al sistema inmune	Perdida de la resistencia a las infecciones
Desordenes psicológicos	Daño en el cerebro
Daño en el ADN o desarrollo del cáncer	Perturbación en el corazón

Fuente: (LENTECH, 2018)

Con respecto al impacto ambiental grandes cantidades de Cadmio son liberadas al ambiente, sobre 25.000 toneladas al año, las aguas residuales contaminadas procedentes de las fábricas terminan en los suelos produciendo Zinc, minerales de fosfato y las bioindustrias del estiércol (LENTECH, 2018).

Además, las plantas tienen la facilidad de absorber el Arsénico por lo que existe una gran probabilidad que estén presentes en la comida, así mismo está presente en las aguas generando alteración en el material genético de los peces por lo que las aves morirían al alimentarse y encontrar cantidades eminentes de dicho material.

5.2.2. Contaminación de la batería

Cualquiera que sea la aplicación a la que vayan a ser designadas los diversos tipos de baterías fotovoltaicas, éstas se encuentran conformadas por distintos componentes altamente contaminantes como son: plomo (Pb), antimonio (Sb), ácido sulfúrico (H_2SO_4), mercurio (Hg), cadmio (Cd), potasa, metal hidruro, zinc (Zn), entre otros.



Figura 76: Problema de baterías.

Fuente: (VICTRON ENERGY, 2018)

A continuación, se da a conocer cada uno de los efectos en la salud que produce el contacto con estos elementos:

- Al explotar una batería causa daños en el tejido ocular.
- El material de la batería al contacto con la piel produce reacciones alérgicas y quemaduras.
- El mercurio es cancerígeno y es bioacumulable (No se elimina del cuerpo).
- El plomo produce daño en el sistema nervioso y reproductivo.
- El ácido sulfúrico produce quemaduras al ingerir en la boca, garganta, esófago y estómago

Por ello es necesario manipular con cuidado y responsablemente, para de esta manera evitar accidentes laborales o provocar la contaminación del medio ambiente por reciclajes ineficientes.



Figura 77: Zona de reciclaje de baterías.

Fuente: (Hernández Murcia, 2017)

5.2.3. Contaminación del regulador e inversor de carga

Los elementos que conforman internamente un inversor y regulador son: cables, voltímetros, fusibles, transistores, ventiladores, entre otros. Ciertos elementos como el bromo, material que es empleado en la elaboración de tarjetas de circuito y envolturas de plástico, son los responsables de afectar considerablemente a la atmósfera, cuando estos son quemados.

El bromo se puede encontrar en sustancias inorgánicas, sin embargo, las personas empezaron a introducir bromuros orgánicos en el medio ambiente, causando daño a la salud y el medio ambiente.



Figura 78: Componentes electrónicos de un inversor de carga.

Fuente: (RF TORRENT SOLAR, 2018)

Entre los problemas de salud que afecta el Bromo (Br) al estar en contacto con las personas son los que se consideran a continuación:

- Disfunciones del sistema nervioso.
- Alteración del material genético.
- Disfunciones estomacales y gastrointestinales.

Al estar en contacto el Bromo con invernaderos o campos de cultivo, este va directamente al agua produciendo un daño irreparable en los animales acuáticos.

5.2.4. Contaminación de los cables

Los cables eléctricos para baja tensión, telefónicos y los que se utilizan en los sistemas fotovoltaicos, son aquellos que son fabricados de dos distintos tipos de conductores como son Cobre (Cu) y Aluminio (Al).

Los cables que se utilizan para la conexión de los paneles fotovoltaicos poseen hasta 30 años de vida útil, estos cables, deben ser resistentes a la abrasión, el desgarramiento y grasas industriales, a su vez pueden ser empleados en ambientes con temperaturas desde -40° hasta 90°C (PROCABLES S.A., 2017).

Al momento de quemar los cables, Figura 79, para extraer el cobre de su interior, se producen varias sustancias altamente tóxicas, mismas que al ser respiradas por las personas son perjudiciales para la salud.



Figura 79: Incineración negligente de los cables de cobre.

Fuente: (EMMT, 2008)

A continuación, en la Tabla 52, se generaliza cada uno de los efectos en la salud que produce los elementos que conforman el cable.

Tabla 52: Efectos en la salud de los componentes del cable.

EFECTOS EN LA SALUD	
Cobre (Cu)	Aluminio (Al)
Gripe conocida como fiebre de metal	Daño al sistema nervioso central
Irritación a la nariz, boca y ojos	Demencia
Dolor de cabeza	Perdida de la memoria
Mareo	Apatía
Vómito	Temblores severos



Fuente: (LENTECH, 2018)

También el Cobre afecta a la actividad del suelo, por la descomposición de la materia orgánica que afecta negativamente a los microorganismos y lombrices de tierra, al estar contaminados los suelos de las granjas los animales absorben causando daños en su salud.

Así mismo otro efecto negativo en el ambiente es el que produce el Aluminio, pues los iones reaccionan con los fosfatos, lo cual produce que el fosfato no esté disponible para los organismos acuáticos.

5.3. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

En el país se encuentran establecidas en distintas ciudades plantas que se dedican al manejo adecuado de los residuos electrónicos y eléctricos, Figura 80, implementando procesos técnicos y responsables con el medio ambiente.



Figura 80: Tratamiento de desechos eléctricos y electrónicos.

Fuente: (RECYCLA, 2018)

A continuación, se da a conocer las diferentes plantas de tratamiento para dichos elementos:

- GADERE S.A. “Gestión Ambiental de Residuos.” (GADERE S.A, 2018).
- VERTMONDE “Gestión Integral de Residuos Eléctricos y Electrónicos.” (VERTMONDE S.A., 2018).
- INCINEROX “Tratamiento de Residuos Peligrosos y Especiales.” (INCINEROX, 2018).



5.4. NORMATIVA AMBIENTAL

Las distintas normativas ambientales establecidas en el Ecuador, que se aplican para el impacto ambiental que produzcan los elementos que conforman una fotolinera son los que se mencionan a continuación:

- **REGLAMENTO AMBIENTAL PARA ACTIVIDADES ELÉCTRICAS** (Registro Oficial 396 de 23-agp-2001). El CONELEC suscribirá los contratos de concesión, permiso o licencia para realizar las actividades de generación, transmisión o distribución de energía eléctrica, una vez que verifique la presentación por parte de los interesados, de los informes de carácter ambiental que deban ser otorgados por las autoridades competentes, según proceda en cada caso; en concordancia con el artículo 44 del Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica (Ministerio del Ambiente, 2008).
- **NORMA DE RADIACIONES NO IONIZANTES DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS** (Registro Oficial N°41, miércoles 14 de Marzo del 2007). Como parte de la auditoría ambiental anual establecida en el artículo 37 literal b) del Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas, las empresas de transmisión y distribución de energía eléctrica, deberán presentar al CONELEC los resultados de las mediciones actuales de los campos eléctricos y magnéticos de todas sus instalaciones, a fin de verificar que los valores de dichos campos se encuentren en cumplimiento con la presente normativa (EFFICACITAS, 2007).
- **LEY FORESTAL Y DE CONSERVACION DE AREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE** (Registro Oficial Suplemento No. 418, 10-09-2004). En los proyectos de desarrollo rural o industriales, construcción de carreteras, obras de regadío, hidroeléctricas u otras, que pudieren originar deterioro de los recursos naturales renovables, el Ministerio del Ambiente y demás instituciones del sector público afectadas, determinarán las medidas y valores que los ejecutores de tales proyectos u obras deban efectuar o asignar, para evitar dicho deterioro o para la reposición de tales recursos (Legislación Forestal, 2004).



5.5. BENEFICIOS DE LA UTILIZACIÓN DE FOTOLINERAS

Con la utilización de las fotolineras se ofrece un sistema limpio y económico para el abastecimiento de energía eléctrica a los vehículos eléctricos y se adquiere diversos beneficios tal como se describe a continuación:

- Al momento de captar la energía solar los módulos fotovoltaicos no producen ninguna clase de ruido.
- En el proceso de transformación de energía solar a energía eléctrica, no existe cambios en la calidad de aire ni de los suelos.
- Con la utilización de la energía solar, el calentamiento global producido por lo gases de efecto invernadero disminuye totalmente.
- En cuanto al mantenimiento de los paneles solares su precio es mínimo.
- En el momento de recarga esta no se desperdicia porque se utiliza una energía limpia y renovable.
- En la recarga de vehículos en la fotolinera se gasta cinco veces menos que en la utilización de combustible.



CONCLUSIONES

- Mediante el estado del arte se llegó a conocer cada uno de los tipos de energía renovable que tenemos en el país, así como también los componentes que intervienen en una instalación solar fotovoltaica y los modos de recarga que tiene el vehículo eléctrico.
- Se determinó que para la obtención de una mayor concentración de radiación solar sobre los paneles solares, estos se ubiquen perpendicularmente a la radiación que se encuentre el sol con un ángulo de instalación de 5° a 18° .
- Se definieron las variables como son: alto índice de radiación solar global, posición geográfica y los principales lugares concurridos por turismo, las cuales valieron para la selección de lugares para la ubicación de las fotolineras, dichos lugares se utilizaron en el análisis de factibilidad en busca de implementar fotolineras en la ciudad de Cuenca.
- Se diseñó un modelo de estructura de una fotolinera para cuatro vehículos eléctricos que consta con las dimensiones establecidas en la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 2248, de tal forma que permita el libre acceso y salida de los vehículos de la estación fotovoltaica.
- Se estableció a través de la evaluación desarrollada, que el precio del kilovatio-hora generada por una fotolinera es de $3,4 \text{ ctvs}/kW * h$, en comparación con la energía que se produce en una central hidroeléctrica que es de $4,58 \text{ ctvs}/kW * h$ es decir el precio establecido por la fotolinera es el más conveniente reduciendo un $25,77 \%$ en su costo de generación de energía.
- Se determinó que todos los equipos que son parte del sistema fotovoltaico, para ser fabricados tienen que pasar por algunos procesos químicos en donde



utilizan, por ejemplo: metales pesados, sustancias químicas, elementos electrónicos, entre otros. Por lo que es necesario tener mucha precaución al momento de sustituirlos cuando cumplen con su período de funcionamiento, debido a que estos requieren un plan adecuado y eficaz de reciclaje en plantas debidamente autorizadas en el país.

- Con la utilización de paneles solares en la recarga de vehículos eléctricos, se obtienen valiosos resultados tanto energéticos, económicos y ambientales, esto se da porque el Ecuador al estar en la mitad del mundo obtiene un gran beneficio de la energía solar.



RECOMENDACIONES

- Para una futura implementación de fotolineras es importante que se tome en consideración este tipo de proyecto para que un futuro se pueda implementar la primera fotolinera para la recarga de vehículos eléctricos con energía renovable en la ciudad de Cuenca.
- Se recomienda un análisis de viabilidad económica enfocado al (VAN) Valor Actual Neto y el (TIR) Tasa Interna de Retorno para calcular la rentabilidad del proyecto a futuro.
- Se deben acatar normas internacionales para la construcción e instalación de recargas de vehículos eléctricos mediante sistemas fotovoltaicos por lo que se propone la creación de una propia norma para la ciudad de Cuenca.
- Se propone este tipo de estudios en otras ciudades para conocer el índice de radiación solar y así poder implementar en el país la recarga del vehículo eléctrico por medio de energía limpia y renovable.
- Se sugiere la necesidad de que se aumente el número de estaciones meteorológicas y la ubicación de cada una de ellas, teniendo en cuenta las altitudes, las variaciones del clima del cantón, de este modo se mejoraría la interpolación de los datos en los mapas de radiación solar global.



BIBLIOGRAFIA

- AEDIVE. (09 de 10 de 2017). Obtenido de AEDIVE: <http://aedive.es/movilidad-electrica/>
- AENOR. (2016). Obtenido de AENOR: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0049022#.WwLk9EgvxPY>
- ALFA & OMEGA POWER. (02 de 03 de 2018). Recuperado el 02 de 03 de 2018, de ALFA & OMEGA POWER: <http://www.generadoresecuador.com/>
- ASSETS. (25 de Octubre de 2017). Obtenido de ASSETS: <http://assets.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>
- BATTERI. (16 de 10 de 2017). Obtenido de BATTERI: http://www.faan.es/batterie/Recarga_vehiculo_electrico.pdf
- BOE. (23 de 10 de 2017). Obtenido de BOE: <https://www.boe.es/boe/dias/2014/12/31/pdfs/BOE-A-2014-13681.pdf>
- Bueno Juela, C. M., & Quizhpe Sinchire, J. C. (Agosto de 2017). Recuperado el 04 de 01 de 2018, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14729/1/UPS-CT007234.pdf>
- Carvajal Zambrano, A. M., Jaramillo Chavez, J. C., & Rosales Mazzini, M. P. (04 de 2012). Dspace ESPOL. Recuperado el 30 de 01 de 2018, de Dspace ESPOL: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/20906/3/An%C3%A1lisis%20de%20factibilidad%20para%20la%20implementaci%C3%B3n%20e%20instalaci%C3%B3n.pdf>
- CASOLLI MOTORS. (14 de 03 de 2018). Recuperado el 14 de 03 de 2018, de CASOLLI MOTORS: <http://www.casolli.com/recambios-generadores-electricos/165-filtro-de-aceite-para-generador-diesel.html>
- Castejón Oliva, A., & Santamaría Herranz, G. (2012). Instalaciones solares fotovoltaicas. Editex, 15.
- Castro Vergara, G., & Plúas Roldán, K. (2013). Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil. Recuperado el 27 de 02 de 2018, de Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5704>
- CGA Cuenca Municipalidad. (03 de 2014). Recuperado el 31 de 01 de 2018, de CGA Cuenca Municipalidad: <http://cga.cuenca.gob.ec/sites/default/files/fortalecimiento%20juntas.pdf>
- Conagopareazuay. (2014). Recuperado el 31 de 01 de 2018, de Conagopareazuay: <http://conagopareazuay.gob.ec/w30/wp-content/uploads/2016/03/Memoria-T%C3%A9cnica-Inventario-Vial.pdf>



- Consejo Nacional de Competencias. (12 de 04 de 2017). Recuperado el 15 de 03 de 2018, de Consejo Nacional de Competencias: <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/05NOR2017-COA.pdf>
- CORRIENTE ELECTRICA. (8 de Septiembre de 2017). Obtenido de CORRIENTE ELECTRICA: <http://corrienteelectronica.renault.es/tiempo-recarga-del-coche-electrico/>
- Cruz Marrero, A., & Montañez Hernández, A. C. (07 de 2015). Repositorio de la Universidad de la Laguna. Recuperado el 01 de 02 de 2018, de Repositorio de la Universidad de la Laguna: <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/988>
- Cuenca Alcaldía. (30 de 01 de 2018). Recuperado el 30 de 01 de 2018, de Cuenca Alcaldía: http://www.cuenca.gov.ec/?q=page_divisionpolitica
- Delgado Orellana , G. J., & Orellana Samaniego , M. (2015). Estimación de la radiación solar global diaria en el cantón Cuenca mediante la aplicación del modelo Bristow & Campbell. Obtenido de Estimación de la radiación solar global diaria en el cantón Cuenca mediante la aplicación del modelo Bristow & Campbell: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8428/1/UPS-CT004934.pdf>
- Disensa. (13 de Marzo de 2018). Obtenido de Disensa: https://www.disensa.com.ec/construccion/tuberias-de-acero/estructural?utm_cp=09_012_01_6100384
- ECOSIGLOS. (28 de Marzo de 2018). Obtenido de ECOSIGLOS: <http://www.ecosiglos.com/2014/09/la-energia-solar-no-es-tan-verde-como-crees.html>
- ECURED. (25 de Enero de 2018). Obtenido de ECURED: https://www.ecured.cu/Velocidad_del_viento
- EMMT. (19 de Noviembre de 2008). Recuperado el 22 de 02 de 2018, de EMMT: <http://marismas-emtt.blogspot.com/>
- ENERGIA SOLAR. (17 de Marzo de 2016). Obtenido de ENERGIA SOLAR: <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/ubicacion-paneles>
- ENERGÍA SOLAR TÉRMICA. (09 de 10 de 2017). Obtenido de ENERGÍA SOLAR TÉRMICA: <http://www.energiasolartermica.biz/energia-solar-hibrida/>
- ENERGIZAR. (09 de 10 de 2017). Obtenido de ENERGIZAR: http://www.energizar.org.ar/energizar_desarrollo_tecnologico_energia_eolica.html
- Enrique Cruz, C. A. (16 de 09 de 2016). REPOSITORIO UCSG. Recuperado el 09 de 11 de 2017, de REPOSITORIO UCSG: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6639/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-86.pdf>
- ERENOVABLE.COM. (09 de 10 de 2017). Obtenido de ERENOVABLE.COM: <https://erenovable.com/aerogeneradores-eolicos/energia-eolica/>
- EXA. (9 de Enero de 2018). Agencia Espacial Civil Ecuatoriana. Obtenido de Agencia Espacial Civil Ecuatoriana: <http://exa.ec/>
- Ferre Jaén, M. E. (23 de 01 de 2018). Universidad de Murcia. Recuperado el 23 de 01 de 2018, de Universidad de Murcia: <http://www.um.es/ae/FEIR/40/#introduccion>



- FUENTES DE ENERGIA ELÉCTRICA. (2008). En J. R. VILORIA, FUENTES DE ENERGÍA (págs. 184-187). ESPAÑA: PARANINFO.
- GADERE S.A. (15 de 03 de 2018). Recuperado el 15 de 03 de 2018, de GADERE S.A.: <http://www.gadere.com/>
- GEÓNICA . (15 de 01 de 2018). Obtenido de GEÓNICA : <http://www.geonica.com/docs/9734%200014%20Model%20GEO-SR11.pdf>
- González Fuentes, A., & Guillén Navarro, A. (03 de 2016). Repositorio de la Universidad de la Laguna. Recuperado el 12 de 03 de 2018, de Repositorio de la Universidad de la Laguna: <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/1931>
- GREEN BUSINESS GUIDE. (09 de 10 de 2017). Obtenido de GREEN BUSINESS GUIDE: <http://www.greenbusinessguide.co.za/clean-energy-investment-dropped-as-capacity-grew-in-2012/>
- HIBRIDOS Y ELECTRICOS. (3 de Febrero de 2018). Obtenido de HIBRIDOS Y ELECTRICOS: <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/sector/hyundai-mobis-espera-duplicar-ventas-componentes-coches-electrificados/20180202190113017261.html>
- IBIL. (16 de 10 de 2017). Obtenido de IBIL: <https://www.ibil.es/index.php/es/movilidad-electrica/la-recarga/modos-de-recarga>
- IMAGO. (09 de 10 de 2017). Obtenido de IMAGO: http://www.imagosoluciones.com/Servicios/Energia_solar_termica.html
- INCINEROX. (19 de 03 de 2018). Recuperado el 18 de 03 de 2018, de INCINEROX: <http://incinerox.com.ec/tratamientos-de-residuos-peligrosos-y-especiales/>
- IRMANTRONIC. (15 de 03 de 2018). Recuperado el 15 de 03 de 2018, de IRMANTRONIC: <http://www.irmantronic.com/principal/renovables/fotovoltaica/>
- Jiménez Quizhpe, V. I., & Velásquez Reyes, C. D. (04 de 2015). Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Recuperado el 13 de 03 de 2018, de Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9507/1/UPS-QT07002.pdf>
- KIA. (8 de Marzo de 2018). Obtenido de KIA: <http://www.kia.com/ec/showroom/soul-ev/specification.html>
- LENTECH. (28 de Marzo de 2018). Obtenido de LENTECH: <https://www.lenntech.es/index.htm>
- LI-COR. (19 de Enero de 2018). Rain Gauge—Texas Electronics TR-525M. Obtenido de Rain Gauge—Texas Electronics TR-525M: <https://www.licor.com/documents/yl6spnddf3dpird5isld>
- LUGENERGY. (11 de 10 de 2017). Obtenido de LUGENERGY: <https://www.lugenergy.com/punto-recarga-energia-renovables-2/recarga-fotolinera/>
- María, S. O. (5 de Julio de 2012). Universidad Carlos III de Madrid. Obtenido de Universidad Carlos III de Madrid: <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/15860>



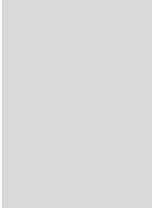
- MENDOZA POST. (09 de 10 de 2017). Obtenido de MENDOZA POST: <http://www.mendozapost.com/nota/20633-la-energia-geotermica-ya-se-aplica-en-un-edificio-publico-de-mendoza/>
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (25 de Mayo de 2018). Obtenido de Ministerio de Electricidad y Energía Renovable: <https://www.energia.gob.ec/coca-codo-sinclair/>
- Ministerio del Ambiente. (08 de 05 de 2008). Recuperado el 15 de 03 de 2018, de Ministerio del Ambiente: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/REGLAMENTO-AMBIENTAL-PARA-ACTIVIDADES-ELECTRICAS.pdf>
- Ministerio del trabajo. (22 de 01 de 1998). Recuperado el 01 de 03 de 2018, de Ministerio del trabajo: <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/Reglamento-de-Seguridad-del-Trabajo-contra-Riesgos-en-Instalaciones-de-Energ%C3%ADa-El%C3%A9ctrica.pdf>
- Montenegro Tejada, R., & Enrique Cruz, C. A. (16 de 09 de 2016). Repositorio de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. (U. C. Guayaquil, Ed.) Recuperado el 08 de 02 de 2018, de Repositorio de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6639/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-86.pdf>
- Moreno, C. (2016). Ministro de Sectores Estratégicos: Las tarifas se mantendrán. Vistazo, 1.
- MOTORPASIÓN. (16 de 10 de 2017). Obtenido de MOTORPASIÓN: <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/tipos-de-conectores-tipos-de-recarga-y-modos-de-carga>
- Mppt Solar. (20 de 02 de 2018). Recuperado el 20 de 02 de 2018, de Mppt Solar: <http://www.mpptsolar.com/es/regulador-de-carga-paneles-solares-fotovoltaicos.html>
- Niclas. (30 de Marzo de 2014). SINOVOLTAICS. Recuperado el 22 de 02 de 2018, de SINOVOLTAICS: <http://sinovoltaics.com/solar-basics/introduction-to-solar-panel-recycling/>
- OCIO. (09 de 10 de 2017). Obtenido de OCIO: <https://www.ocio.net/estilo-de-vida/ecologismo/novedades-de-energia-hibrida/>
- Penalva, J. (12 de Marzo de 2015). XATAKA. Obtenido de XATAKA: <https://www.xataka.com/automovil/es-mejor-para-el-medio-ambiente-el-coche-electrico-que-el-de-gasolina-depende>
- Peña Ordoñez, C. (05 de 2011). Repositorio de la Universidad Carlos III de Madrid. Recuperado el 22 de 03 de 2018, de Repositorio de la Universidad Carlos III de Madrid: https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/11805/PFC_Carlos_Pena_Ordonez.pdf?sequence=1
- Plan de Movilidad y Espacios Públicos. (3 de Mayo de 2018). Obtenido de Plan de Movilidad y Espacios Públicos: http://www.cuenca.gob.ec/?q=system/files/PMEP_CUENCA_2015_tomo_I.pdf
- PORTAL SOLAR. (09 de 10 de 2017). Obtenido de PORTAL SOLAR: <http://portalsolar.com.mx/index.php/energia-solar-termica>



- PROCABLES S.A. (26 de Octubre de 2017). Recuperado el 22 de 03 de 2018, de PROCABLES S.A.: <http://www.reporteroindustrial.com/temas/Cables-para-paneles-fotovoltaicos-resistentes-a-la-abrasion,-Exzhellent+50003308?si=CP>
- PROVIENTO. (20 de Febrero de 2018). Obtenido de PROVIENTO: <http://www.proviento.com.ec/panelesolares.html>
- RENOVABLES VERDES. (09 de 10 de 2017). Obtenido de RENOVABLES VERDES: <https://www.renovablesverdes.com/se-genera-usos-la-energia-solar-fotovoltaica/>
- RENOVA-ENERGÍA. (20 de Febrero de 2018). Obtenido de RENOVA-ENERGÍA: <http://www.renova-energia.com/productos/paneles-solares/>
- RF TORRENT SOLAR. (15 de Marzo de 2018). Recuperado el 15 de 03 de 2018, de RF TORRENT SOLAR: https://www.rftorrent.com/reparacion_inversores_corriente_energia_solar.htm
- Rodríguez, D., & Arroyo, D. (8 de Julio de 2016). Energía solar fotovoltaica en Ecuador. eltelégrafo.
- Salazar Díaz, G. A. (11 de 2014). Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana Sede en Quito. Recuperado el 22 de 03 de 2018, de Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana Sede en Quito: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7204/1/UPS-KT00846.pdf>
- SCAME. (16 de 10 de 2017). Obtenido de SCAME: <http://www.scame.com/doc/ZP00833-IB-1.pdf>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2015). Recuperado el 01 de 03 de 2018, de Servicio Ecuatoriano de Normalización: http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/nte_inen_2248.pdf
- SOLARGIS. (31 de 10 de 2017). Obtenido de SOLARGIS: <http://solargis.com/assets/graphic/free-map/GHI/Solargis-Ecuador-GHI-solar-resource-map-es.png>
- SOLENER. (09 de 10 de 2017). Recuperado el 09 de 10 de 2017, de <http://www.solener.com/intro.html>
- SOMEENERGIA. (09 de 10 de 2017). Obtenido de SOMENERGIA: <https://blog.somenergia.coop/som-energia/2016/06/la-movilidad-electrica-tambien-compartida-cooperativa-y-con-renovables/>
- TEKNOSOLAR. (01 de 03 de 2018). Recuperado el 01 de 03 de 2018, de TEKNOSOLAR: <https://www.teknosolar.com/bateria-de-litio-12-8v-300ah-serie-bms>
- Trujillo, L. (01 de 12 de 2016). Modernize. Recuperado el 22 de 01 de 2018, de Modernize: <https://modernize.com/home-ideas/32890/common-causes-of-damage-to-solar-panels-and-how-to-avoid-them>
- Turismo Cuenca Ecuador. (29 de 01 de 2018). Recuperado el 29 de 01 de 2018, de Turismo Cuenca Ecuador: <http://cuencaecuador.com.ec/>
- TWENERGY. (9 de Mayo de 2012). Obtenido de TWENERGY: <https://twenergy.com/a/que-es-la-energia-hidraulica-426>



- UFASTA. (15 de Mayo de 2018). Obtenido de UFASTA: <http://www.ufasta.edu.ar/wp-content/uploads/2016/12/06-Pron%C3%B3sticos-y-gr%C3%A1ficos.pdf>
- UNESA. (16 de Marzo de 2018). Obtenido de UNESA: <http://www.unesa.es/sector-electrico/la-regulacion-electrica-en-espana-y-europa/regulacion-del-sistema-electrico-espanol/927-lazo1663>
- VAISALA. (2013). Sonda HMP155 de humedad y temperatura Vaisala HUMICAP. Obtenido de Sonda HMP155 de humedad y temperatura Vaisala HUMICAP: <https://www.vaisala.com/sites/default/files/documents/HMP155%20User%27s%20Guide%20in%20Spanish.pdf>
- Vásquez, S. G. (25 de Octubre de 2017). Estimación de la radiación solar. Obtenido de Estimación de la radiación solar: <http://www.bvsde.ops-oms.org/tecapro/documentos/miscela/iestimacionradiacion.pdf>
- VERTMONDE S.A. (15 de 03 de 2018). Recuperado el 15 de 03 de 2018, de VERTMONDE S.A.: <http://www.vertmonde.com/>
- VICTRON ENERGY. (12 de Marzo de 2018). Obtenido de VICTRON ENERGY: <https://www.victronenergy.com.es/upload/documents/Datasheet-12,8-Volt-lithium-iron-phosphate-batteries-Smart-ES.pdf>



ANEXOS

Anexo A

DATOS ESTADÍSTICOS DE RADIACIÓN SOLAR

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE NULTI



Estación Meteorológica de Nulti			
Meses	Radiación del año 2017		
	Máxima	Mínima	Promedio
	<i>W/m² al día</i>		
Enero	638,22	220,94	429,78
Febrero	661,29	252,73	457,01
Marzo	556,32	178,00	367,16
Abril	567,60	123,51	345,56
Mayo	321,09	63,93	192,51
Junio	685,31	210,88	448,09
Julio	656,40	220,11	438,05
Agosto	842,21	248,05	545,13
Septiembre	842,73	270,23	556,48



Octubre	968,63	350,04	659,34
Noviembre	1014,68	450,55	732,62
Diciembre	973,16	362,44	667,80
Anual	727,34	245,95	

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SANTA ANA

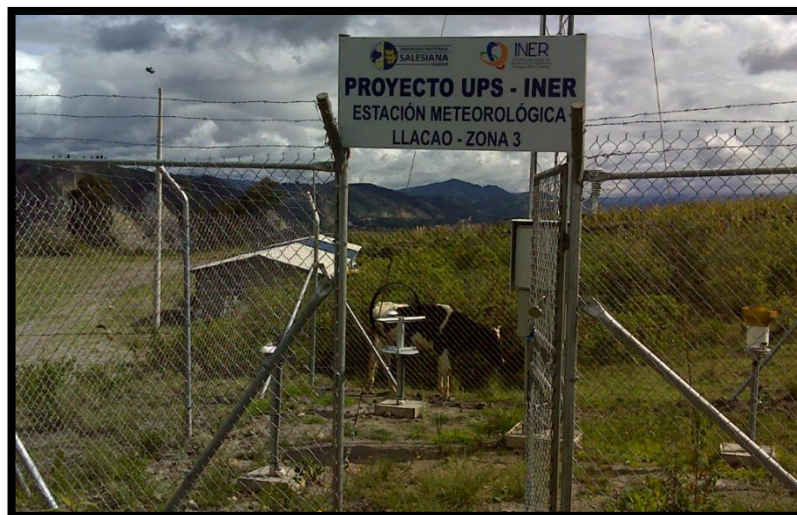


Estación Meteorológica de Santa Ana			
Meses	Radiación del año 2017		
	Máxima	Mínima	Promedio
	W/m^2 al día		
Enero	612,12	169,40	390,76
Febrero	627,46	155,87	391,67
Marzo	530,45	147,70	339,07
Abril	626,37	139,99	383,18
Mayo	596,18	131,36	363,77
Junio	608,61	141,11	374,86
Julio	569,35	146,87	358,11
Agosto	635,12	148,81	391,96
Septiembre	602,64	149,88	376,26
Octubre	664,52	169,02	416,77
Noviembre	726,70	257,89	492,29



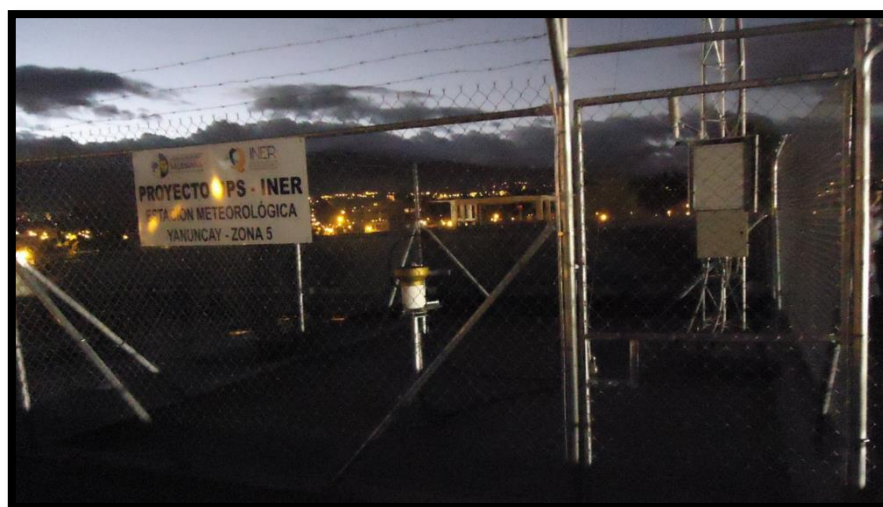
Diciembre	670,48	190,13	430,30
Anual	622,50	162,34	

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LLACAO



Estación Meteorológica de Llaqueo			
Meses	Radiación del año 2017		
	Máxima	Mínima	Promedio
	W/m^2 al día		
Enero	638,70	210,52	424,61
Febrero	653,64	208,12	430,88
Marzo	546,00	182,28	364,14
Abril	662,10	168,53	415,32
Mayo	861,53	254,01	557,77
Junio	923,04	298,72	610,88
Julio	929,69	278,32	604,00
Agosto	991,80	294,99	643,40
Septiembre	1059,22	308,00	683,61
Octubre	1116,02	328,34	722,18
Noviembre	1185,21	339,97	762,59
Diciembre	1240,25	361,68	800,96
Anual	900,60	269,46	

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE CTS-YANUNCAY



Estación Meteorológica de CTS-Yanuncay			
Meses	Radiación del año 2017		
	Máxima	Mínima	Promedio
	W/m^2 al día		
Enero	638,67	200,46	419,56
Febrero	645,35	193,29	419,32
Marzo	548,65	167,71	358,13
Abril	631,90	141,37	386,64
Mayo	537,13	144,33	340,73
Junio	572,11	154,06	363,09
Julio	499,80	147,17	323,49
Agosto	585,40	128,79	357,10
Septiembre	603,47	149,56	376,52
Octubre	646,47	184,15	415,31
Noviembre	698,54	291,00	494,77
Diciembre	621,53	193,07	407,30
Anual	602,42	174,57	

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE UPS-VECINO



Estación Meteorológica de UPS-Vecino			
Meses	Radiación del año 2017		
	Máxima	Mínima	Promedio
	<i>W/m² al día</i>		
Enero	639,12	207,73	423,43
Febrero	649,21	199,60	424,40
Marzo	559,66	174,72	367,19
Abril	666,44	160,70	413,57
Mayo	595,91	153,18	374,54
Junio	615,04	169,59	392,32
Julio	558,14	169,82	363,98
Agosto	643,41	174,57	408,99
Septiembre	626,96	174,87	400,92
Octubre	659,88	195,93	427,90
Noviembre	654,78	311,69	483,23
Diciembre	640,11	222,28	561,67
Anual	625,72	192,89	

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE IRQUIS



Estación Meteorológica de Irquis			
Meses	Radiación del año 2017		
	Máxima	Mínima	Promedio
	W/m^2 al día		
Enero	337,44	95,86	216,65
Febrero	708,68	232,65	470,66
Marzo	411,81	125,39	268,60
Abril	351,99	77,18	214,58
Mayo	314,80	73,03	193,91
Junio	333,53	86,05	209,79
Julio	301,50	78,17	189,84
Agosto	352,85	83,26	218,06
Septiembre	327,83	82,56	205,19
Octubre	371,88	99,12	235,50
Noviembre	393,18	151,47	272,33
Diciembre	315,95	90,33	203,14
Anual	376,79	106,26	

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE QUINGEO



Estación Meteorológica de Quingeo			
Meses	Radiación del año 2017		
	Máxima	Mínima	Promedio
	<i>W/m² al día</i>		
Enero	625,18	173,82	399,50
Febrero	630,17	172,76	401,47
Marzo	566,01	149,92	357,97
Abril	651,52	151,08	401,30
Mayo	615,42	137,10	376,26
Junio	621,48	145,91	383,70
Julio	595,72	154,43	375,07
Agosto	671,55	154,33	412,94
Septiembre	697,32	159,59	428,46
Octubre	667,83	146,69	407,26
Noviembre	674,10	144,72	409,41
Diciembre	683,48	143,42	413,45
Anual	641,65	152,81	

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE CUMBE



Estación Meteorológica de Cumbe			
Meses	Radiación del año 2017		
	Máxima	Mínima	Promedio
	<i>W/m² al día</i>		
Enero	623,95	156,62	390,28
Febrero	628,00	173,61	400,81
Marzo	552,33	132,56	342,44
Abril	669,29	125,54	397,41
Mayo	633,85	121,56	377,71
Junio	622,55	136,38	379,47
Julio	609,57	132,65	371,11
Agosto	677,97	136,24	407,10
Septiembre	629,93	136,58	383,26
Octubre	677,58	153,01	415,29
Noviembre	689,96	212,31	451,14
Diciembre	681,62	163,20	422,41
Anual	641,38	148,36	

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SAN JOAQUIN



Estación Meteorológica de San Joaquín			
Meses	Radiación del año 2017		
	Máxima	Mínima	Promedio
	W/m^2 al día		
Enero	535,43	143,69	339,56
Febrero	539,48	138,47	338,97
Marzo	516,12	139,70	327,91
Abril	599,37	127,49	363,43
Mayo	536,26	131,52	333,89
Junio	522,61	120,96	321,79
Julio	458,77	127,38	293,07
Agosto	737,30	204,37	475,13
Septiembre	599,86	155,72	377,79
Octubre	617,66	161,47	389,57
Noviembre	620,58	162,07	391,33
Diciembre	640,91	168,98	404,95
Anual	577,58	148,65	

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SAYAUSI



Estación Meteorológica de Sayausí			
Meses	Radiación del año 2017		
	Máxima	Mínima	Promedio
	<i>W/m² al día</i>		
Enero	636,38	194,02	415,20
Febrero	791,83	229,82	510,83
Marzo	599,58	161,62	380,60
Abril	624,59	132,90	378,74
Mayo	563,33	125,97	344,65
Junio	585,19	129,74	357,47
Julio	485,54	131,85	308,69
Agosto	599,17	132,74	365,96
Septiembre	561,83	131,85	346,84
Octubre	599,35	160,29	379,82
Noviembre	650,81	237,19	444,00
Diciembre	559,83	155,00	357,42
Anual	604,79	160,25	

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE TURI



Estación Meteorológica de Turi			
Meses	Radiación del año 2017		
	Máxima	Mínima	Promedio
	<i>W/m² al día</i>		
Enero	559,13	152,73	355,93
Febrero	578,10	148,05	363,07
Marzo	458,89	109,34	284,11
Abril	525,14	93,53	309,34
Mayo	493,51	91,05	292,28
Junio	519,21	102,16	310,69
Julio	513,77	122,64	318,20
Agosto	578,62	107,80	343,21
Septiembre	548,33	113,94	331,13
Octubre	539,87	112,08	325,98
Noviembre	508,05	143,93	325,99
Diciembre	577,67	130,45	354,06
Anual	533,36	118,98	

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE CHAUCHA



Estación Meteorológica de Chaucha			
Meses	Radiación del año 2017		
	Máxima	Mínima	Promedio
	W/m^2 al día		
Enero	413,84	117,73	265,79
Febrero	485,67	119,56	302,61
Marzo	405,42	124,08	264,75
Abril	440,69	123,58	282,13
Mayo	441,06	122,32	281,69
Junio	567,48	195,55	381,52
Julio	620,13	241,80	430,96
Agosto	645,11	301,45	473,28
Septiembre	700,18	283,04	491,61
Octubre	564,56	204,91	384,74
Noviembre	641,45	365,14	503,29
Diciembre	701,72	340,76	521,24
Anual	552,28	211,66	

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE MOLLETURO



Estación Meteorológica de Molleturo			
Meses	Radiación del año 2017		
	Máxima	Mínima	Promedio
	<i>W/m² al día</i>		
Enero	613,84	181,26	397,55
Febrero	552,75	133,43	343,09
Marzo	488,49	140,13	314,31
Abril	676,00	181,10	428,25
Mayo	548,59	138,66	343,62
Junio	633,36	207,64	420,65
Julio	708,93	245,74	477,33
Agosto	724,35	274,19	499,27
Septiembre	752,41	291,70	522,05
Octubre	757,07	249,65	503,36
Noviembre	720,04	264,37	492,21
Diciembre	785,62	302,56	544,09
Anual	663,48	217,53	



Anexo B

PROYECCIONES NEGATIVAS

**ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE BAÑOS**

PROMEDIO MÍNIMO												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	102,2	108,3	88,8	125,0	60,8	83,5	58,4	105,6	78,6	73,1	69,7	66,2
2	103,8	149,0	103,8	167,6	69,2	68,1	101,5	137,5	70,8	85,4	80,9	76,4
3	164,7	109,5	64,2	143,5	81,8	109,4	28	85,1	79,3	52,7	44,0	35,3
4	186,4	132,2	119,7	88,8	88,4	68,5	83,9	72,5	87,1	47,4	36,2	25,1
5	120,4	80,2	128,2	143,5	129,5	91	76,7	68,7	94,1	79,0	74,1	69,1
6	116,3	98,5	110,2	84,2	122,2	83,2	97,6	133,2	51,8	84,7	81,7	78,7
7	119,9	70,2	157,2	137,5	96,2	179,6	52,2	48,2	141,5	99,1	96,6	94,2
8	144,5	161,2	78,2	119,5	137,3	123,4	72	67	291,3	157,4	162,3	167,3
9	93,1	110,8	116,1	114,9	116,3	128,2	66,8	74,9	120,9	97,9	96,5	95,1
10	84,9	239,4	81,8	113,2	108,8	102,4	101,8	81	72,8	68,4	60,1	51,9
11	145,2	139,2	103,5	129,5	134,5	157,8	135,6	135,3	173,9	155,7	158,9	162,2
12	148,7	150,2	99,3	101,5	127,9	139,6	247,5	152,2	187,8	191,9	200,2	208,5
13	111,5	258,5	145,3	72,8	113,7	93,1	368,8	146,2	84,6	156,8	157,2	157,6
14	120,2	145,9	86,5	91,3	64,7	100,8	138,2	414,8	89,8	205,6	218,9	232,2
15	86,5	111,2	135,3	89,2	134,8	70,4	296,3	87,8	65,1	131,9	134,4	136,8
16	127,6	186,2	137,5	52,9	263,6	117,3	83	136,2	57,7	89,6	81,7	73,8
17	177,2	89,5	123,1	103,7	118,5	133,2	80,6	89,8	57,2	63,5	54,6	45,7
18	236	214,8	119,1	96,4	174,7	155,4	41,1	120,5	73,0	50,8	33,6	16,4
19	266,8	114	100,4	176,9	102,9	116,8	49,4	164,1	196,5	118,7	113,8	108,9
20	92,8	163,9	100,7	119,9	81,2	60,1	70,5	130,9	266,5	160,4	168,3	176,2
21	99,9	148,2	135	105,8	109,1	74,3	246,3	51,0	301,4	200,0	211,8	223,5



22	94,4	78,1	109,8	160,5	90,2	85,8	86,2	63,7	163,3	112,8	114,6	116,4
23	264,8	133,8	192,5	133,5	91,9	155,5	80,9	95,3	89,0	52,5	35,5	18,5
24	238,1	190,7	125,5	118,2	104,8	69,2	29,8	95,9	81,1	21,0	1,8	-17,5
25	110,7	104,6	162	143	81,8	130,4	57,8	89,9	84,5	76,4	70,2	64,0
26	113,4	94,1	93,9	110,4	78,2	119,7	52,1	92,9	120,1	92,9	92,1	91,2
27	61,3	161	104,2	82,7	109,5	140,8	59,3	59,9	162,3	110,3	111,5	112,6
28	68,8	144,5	144,1	110,5	66,8	105,7	77,3	77,2	128,9	94,3	92,7	91,0
29	90,1		154,2	81,6	109,7	72,5	41,7	44,1	133,9	72,5	68,5	64,5
30	70,8		141	40	63,6	88,8	62,8	62,2	131,2	89,3	90,8	92,2
31	109,6		61,2		83,1		105,2	85,4		88,1		87,7



ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE TIXÁN

PROMEDIO MÍNIMO												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	142,2	119,5	115,2	138,9	90,5	125,2	121,3	233,2	74,8	211,1	144,8	163,9
2	157,9	202,4	140,5	143,2	119	148,2	79,9	253,5	83,1	159,5	173,5	146,4
3	152,5	170,2	120,8	160	118	143,7	53	116,8	82,3	140,5	313,8	165,8
4	243,3	173,7	115,2	129,2	148,8	129,2	106	98,2	116,6	137,5	338,7	170,5
5	107,3	97	173,8	152,2	142,5	118,6	167	90,4	163,4	151,5	256,3	192,7
6	154,2	84,7	174,8	113,2	151,7	124,5	99,8	120,5	86,8	113,8	357,1	189,0
7	143,3	79,9	191,4	165,2	118	204,4	97,3	127,4	161,6	146,4	278,3	197,0
8	172,7	170,1	139,4	167,6	136,8	117	108,2	126,3	293,4	195,2	160,4	183,7
9	128	179,2	126,3	144,8	127,2	127,8	121,4	97,5	167,5	221,2	97,5	142,0
10	129,9	215,8	109,5	182,8	139,5	174,1	194,5	126,6	128,1	156,6	253,7	185,4
11	148,3	190,4	142,1	161,9	171,8	170	163,4	200,8	150,1	216,3	109,4	166,0
12	138	150,8	170,5	157,2	188,6	198,1	183,8	213,2	154,1	111,2	363,4	240,5
13	127,8	328,2	168,2	92,8	148,6	103,9	313,5	118,8	126,1	108,4	370,2	205,5
14	162,3	209,5	127	143,6	69,8	122,5	315,5	258,5	81,5	154,8	258,0	205,7
15	126,6	180,8	160,1	140,8	143,4	116,8	322,9	146,5	157,9	102,2	385,2	243,7
16	235,6	204,8	246,1	116,8	221,3	157,6	189,2	139,8	113,8	96,0	400,2	193,1
17	319,8	149,4	154,5	154,4	117,4	266,2	135,3	142,2	109	64,9	475,4	206,0
18	255,8	246	196	120,3	109,5	162,5	134,9	116,5	82,1	95,5	401,4	163,8
19	341,1	352,2	127,2	209,8	119,4	137,6	68,4	142,3	195,4	147,6	275,4	130,9
20	108,5	147,5	186,2	160,5	124,6	94,9	177,3	143,2	213,2	173,7	212,4	197,8
21	148,2	206,8	152,2	127,3	108,3	116,6	308,8	83,7	266,8	140,4	292,8	227,3



22	225,2	117,2	124,6	119,1	118,8	145,5	105,4	118,9	184,7	94,1	404,8	212,9
23	281,5	151,8	189,7	106,9	145,6	261,1	141,9	174,5	115,1	120,8	340,2	188,7
24	350,1	195,2	138,7	130,5	120,1	174,5	51,6	193,6	92,5	196,8	156,5	106,8
25	157,8	145,2	175,1	138,8	151,7	119,5	78,5	98,4	116,8	117,8	347,5	177,5
26	142,3	98,5	111,5	133,9	125,7	142	61,4	123,2	168,9	188,0	177,8	167,8
27	82,8	149,4	142,8	143,7	132,8	144,9	68	139,5	210,3	200,5	147,6	177,9
28	67,4	194,2	199,6	108,6	115,6	133,9	94,5	128,3	204,5	136,9	301,3	206,3
29	132,7		166	144,3	212,2	120,2	49,7	88,8	143,2	269,3	-18,7	97,7
30	133,9		158,2	76,7	95,6	130,2	73,5	126,7	76,7	211,5	121,0	128,5
31	414,8		64,2		117,8		97,2	97,6		357,2		159,4



Anexo C

PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO SP672-300W

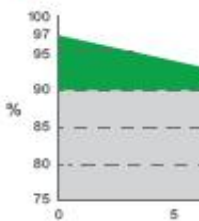
SIMAX 156 SP672-2

Product Fea



Leading Wa

- 25 year transfe
- Linear perform
- 12 year materi



* Please refer to Simax S





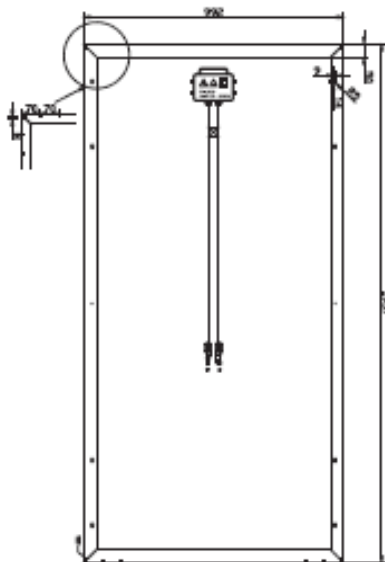
SIMAX 156 SP672-280W-285W-290W-295W-300W-305W-310W



Electrical Characteristics

Parameters	SP672-280		SP672-285		SP672-290		SP672-295		SP672-300		SP672-305		SP672-310	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Peak power [Wp] P _{mp}	280W	208W	285W	212W	290W	215W	295W	220W	300W	226W	305W	224W	310W	228W
Open circuit voltage [V] V _{oc}	44.4	44.7	44.4	45.0	44.4	45.3	45.0	45.5	45.0	45.8	45.0	45.8	45.5	45.8
Maximum Power Voltage [V] (V _{mp})	29.5	37.2	35.8	37.4	35.8	37.4	35.3	37.8	36.3	38.0	36.3	38.0	36.8	38.0
Maximum Power Current [A] (I _{mp})	7.82	5.59	7.96	5.65	8.10	5.76	8.13	7.79	8.26	5.95	8.33	5.91	8.42	6.05
Short circuit Current [A] (I _{sc})	8.45	5.94	8.60	5.99	8.71	6.06	8.78	6.12	8.93	6.25	8.93	6.89	9.01	7.21
Power Tolerance	0→+3%		0→+3%		0→+3%		0→+3%		0→+3%		0→+3%		0→+3%	
Module Efficiency (%)	14.5%		14.7%		14.9%		15.3%		15.5%		15.7%		16.0%	

STC: Irradiance: 1000W/m²; Spectrum AM 1.5; Cell temperature: 25°C; Wind 0m/s
 NOCT: Irradiance: 800W/m²; Spectrum AM 1.5; ambient temperature 20 °C, wind speed 1 m/s



Mechanical Characteristics

Solar Cell	Polycrystalline silicon 156 x 156 (mm)
No. of Cells	72 (6 x 12)
Dimensions	1956 x 992 x 40 mm
Weight	22.5 kg
Front Glass	3.2mm (0.13 inches) tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy

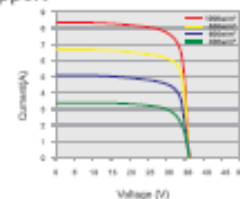
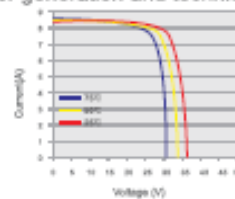
Output

Cable Type	Ø = 4 mm ²
Lengths	L = 900 mm
Junction Box	PV - JB001 MC4

Temperature Coefficients

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45 ± 2°C
Temperature Coefficient of (P _{max})	-0.39% / °C
Temperature Coefficient of (V _{oc})	-0.34% / °C
Temperature Coefficient of (I _{sc})	0.035% / °C

- Provide the best solutions for photovoltaic power generation and technical support
- Provide Cost-effective products
- Provide 12 Years Quality Warranty
- Power out ≥ 90% in 10 years
- Power out ≥80% in 25 years



Global standby to ensure response within 24 hours
 Australia and Europe office were established to give better services to customers

Simax Green New Energy (Europe) GmbH
 Mengentwiler Allee 23 / 25
 65780 Eschborn / Germany
 Tel: +49 6196 9739 525
 Fax: +49 6196 5929 684
 info@simaxsolar.de
 www.simaxsolar.de



Simax (Australia) Green New Energy Pty Ltd
 5 / 75 Frankston Gardens Drive,
 Camun Downs, VIC 3210
 Tel: +61 3 9705 2400
 Fax: +61 3 9705 2462
 info@simaxsolar.com.au
 www.simaxsolar.com.au





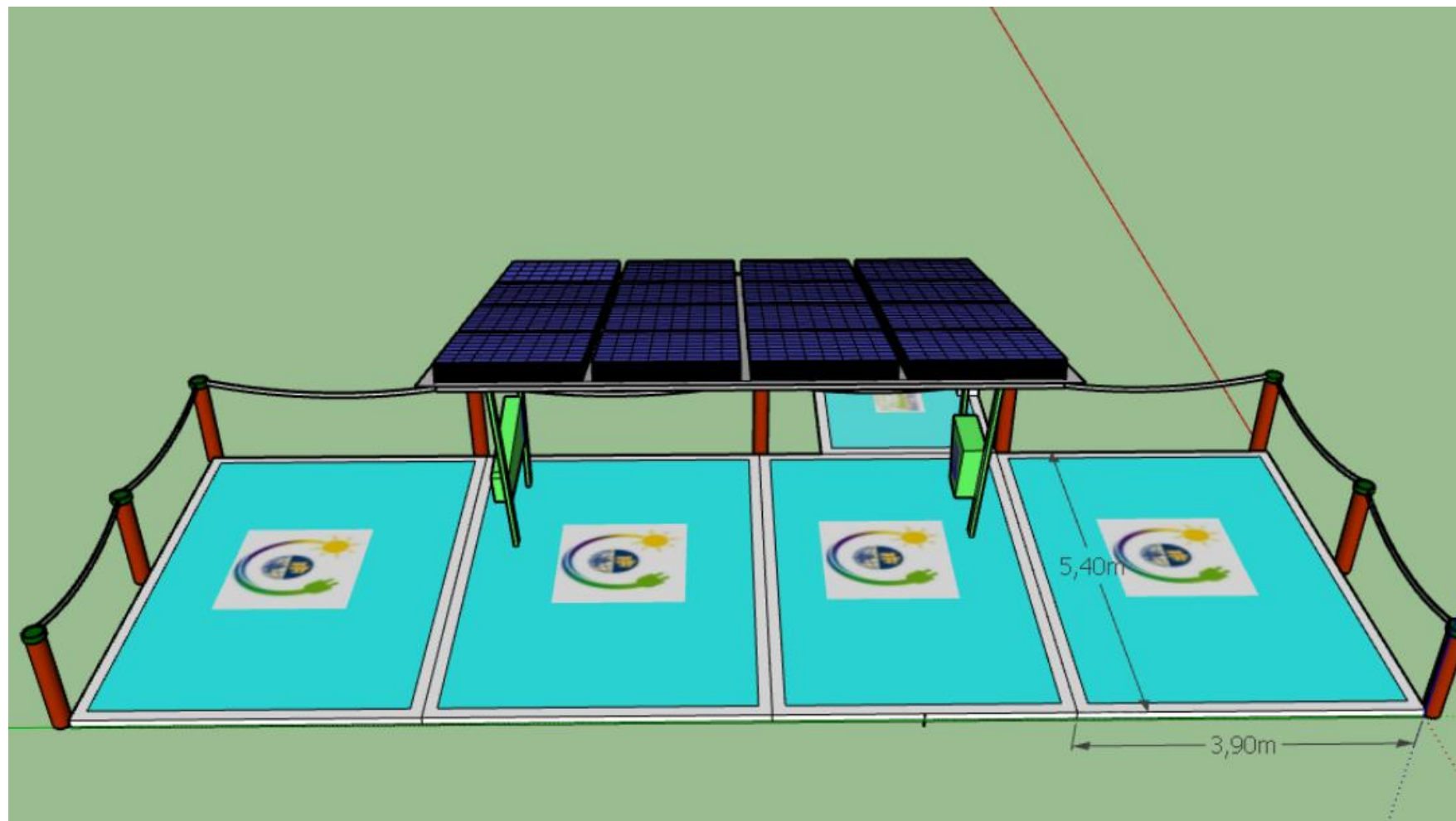
Anexo D



DISEÑO PROPUESTO

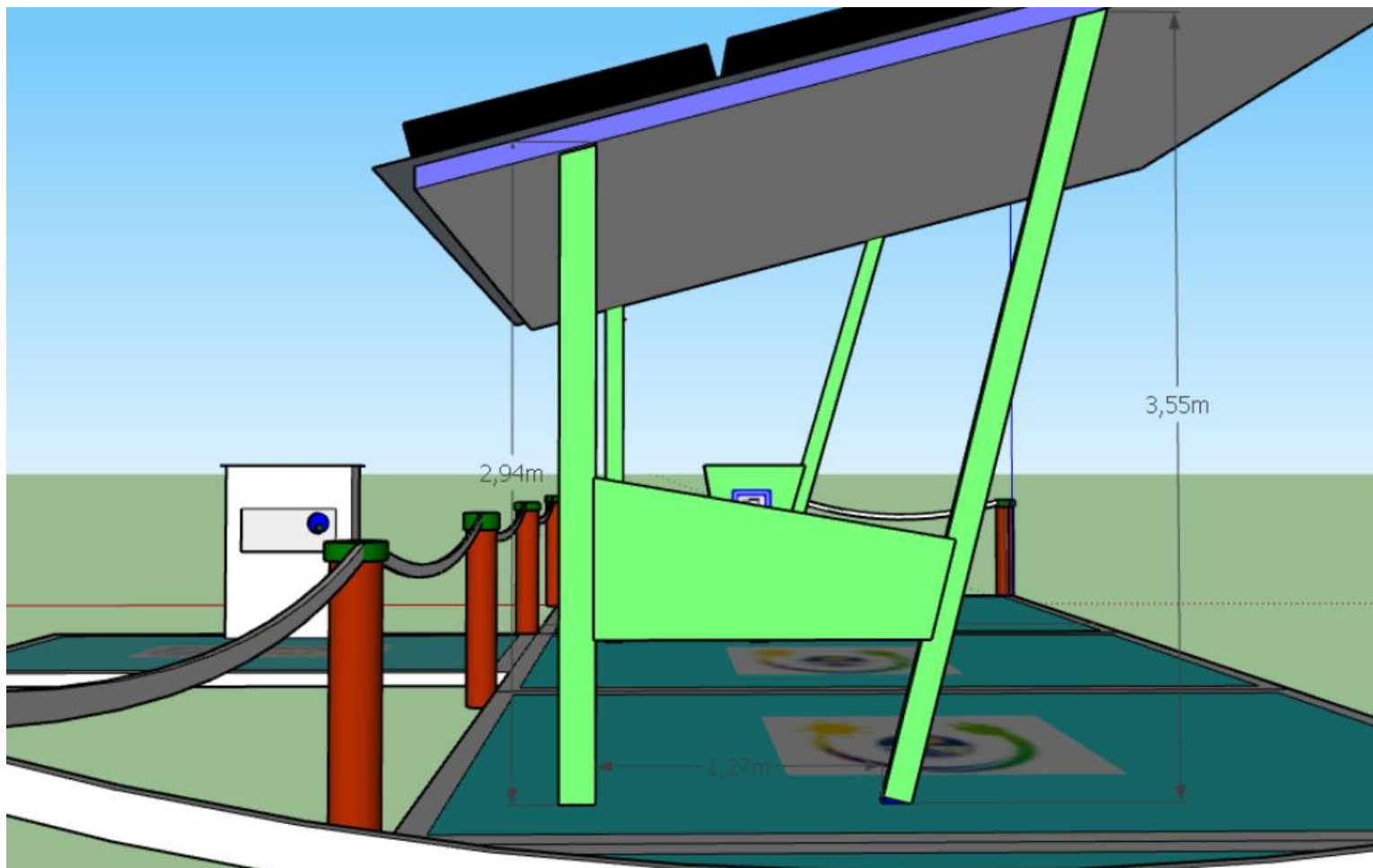


FOTOLINERA-VISTA FRONTAL



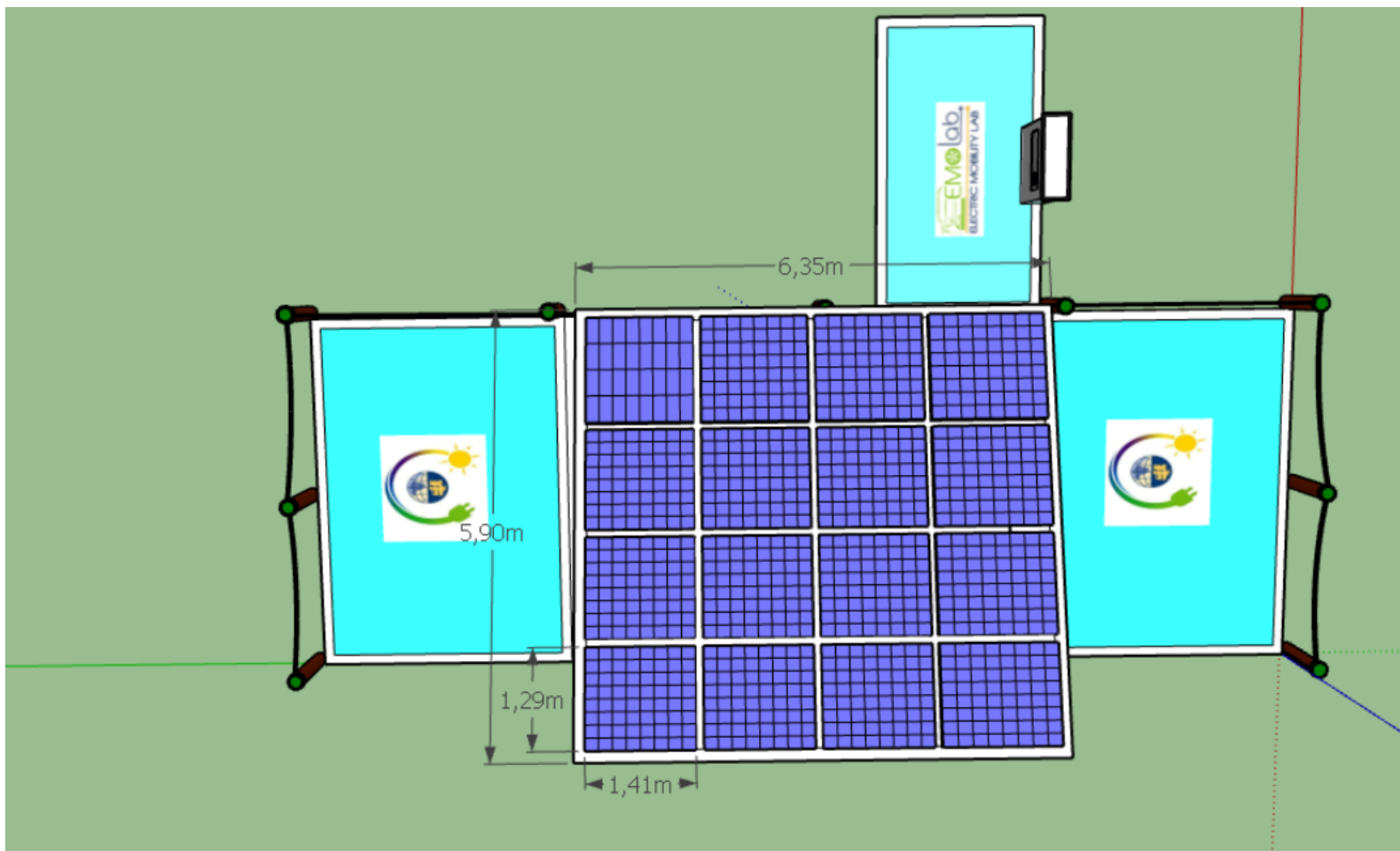


FOTOLINERA-VISTA LATERAL





FOTOLINERA-VISTA SUPERIOR





Anexo E

**BASE DE DATOS DE EFICIENCIA DEL
VEHICULO ELECTRICO KIA SOUL**



TIEMPO RECORRIDO	ACELERACION PEDAL [%]	ACELERACIÓN PROMEDIO	AUTONOMIA	RECORRIDO	RPM	ALT PROMEDIO	ALT MAX	ALT MIN
0,00	0,00	19,88095238	150,15	0	1385	0	0	0
0,01	27,00	34,52380952	149,325	0,2	4145,4285 71	0	0	0
0,01	38,00	18,14583333	148,5	0,3	2337,7291 67	0	0	0
0,02	47,00	30,19047619	147,675	0,8	4012,7142 86	0	0	0
0,03	37,50	6,572192513	146,85	1,1	1777,2032 09	836,681527	2609,792 97	0
0,08	8,50	7,196832579	146,025	2,5	2125,2126 7	2593,884947	2605,951 9	2585,626 95
0,14	21,50	12,48369565	145,2	4,4	2236,8695 65	2588,130265	2593,303 96	2584,116 94
0,17	22,00	6,725	144,375	5,2	1453,0388 89	2592,740624	2597,737 06	2588,319 09
0,22	61,50	10,1377551	143,55	6,2	1427,8877 55	2599,854664	2604,964 11	2594,479
0,25	20,50	7	142,725	6,8	86,5	2599,964478	2600,207 03	2599,688 96
0,25	0,00	16,6875	143,55	6,9	87	2597,156036	143,55	2595,969 97
0,25	29,50	9,098484848	142,725	7	2090,9924 24	2597,961219	2601,915 04	2594,239 01
0,00	0,00	10,49099099	141,9	0	2068,7927 93	2597,652463	2600,170 9	2592,860 11
0,03	18,00	8,611111111	141,075	0,9	3159,8888 89	2598,827908	2599,312 01	2597,790 04
0,03	0,00	11,95	141,9	1	1606,6	2594,490308	2597,094 97	2592,986 08
0,04	28,00	4,383378016	141,075	1,1	917,60589 81	2581,251305	2595,877 93	2574,336 91



Anexo E: Base de Datos de la Eficiencia del Vehículo Eléctrico Kia Soul - Emolab



0,14	0,00	5,575320513	140,25	2,5	1151,3525 64	2572,466227	2589,687 99	2560,614 01
0,23	18,00	8,153846154	139,425	3,9	2779,4230 77	2560,158382	2561,405 03	2555,979 98
0,23	0,00	1,258064516	140,25	4,2	123,32258 06	2554,592498	2555,449 95	2554,245 12
0,24	17,50	0,943877551	139,425	4,2	329,63265 31	2553,550069	2555,034 91	2552,343 99
0,30	0,00	7,171052632	140,28	3,7	912,83082 71	2562,230967	2566,754 88	2558,437 01
0,37	15,50	5,011278195	139,445	4,6	1070,4262 3	2567,23493	2573,375	2557,367 92
0,42	15,50	7,030054645	138,61	5,4	704,59902 2	2569,044391	2570,659 91	2545,979 98
0,54	2,00	3,928921569	138,61	6,6	687,06501 55	2544,395998	2551,422 12	2538,335 94
0,63	0,00	4,213622291	136,94	7,5	449,70689 66	2541,527614	2543,447 02	2538,352 05
0,71	0,00	3,601724138	136,105	8	201,90368 27	2544,648549	2547,881 1	2542,726 07
0,00	0,00	3,714285714	153,45	0	726,14285 71	2544,748268	2545,872 07	2542,886 96
0,02	0,00	0	152,625	0,2	1472	2543,255697	2543,288 09	2543,206 05
0,02	0,00	1,25	153,45	0,2	1201	2543,289673	2543,476 07	2543,053 96
0,02	10,00	9,921052632	152,625	0,3	2103,4789 47	2534,425315	2544,117 92	2526,792 97
0,07	24,50	6,428571429	151,8	1,9	2574,8571 43	2537,837402	2538,190 92	2537,405 03
0,07	0,00	1,884057971	152,625	2	303,30434 78	2536,123401	2537,450 93	2535,528 08
0,09	10,50	5,84375	151,8	2	1878,925	2528,162245	2538,214 11	2505,093 02



Anexo E: Base de Datos de la Eficiencia del Vehículo Eléctrico Kia Soul - Emolab



0,14	0,00	9,644444444	152,625	3,3	1600,6222 22	2495,665777	2504,336 91	2492,455 08
0,15	43,00	6,166666667	151,8	3,6	2951,8	2494,309798	2496,678 96	2489,763 92
0,16	0,00	3,025	152,625	3,7	100,05	2488,534399	2489,316 89	2487,840 09
0,16	41,00	13,0952381	151,8	3,7	2649,5428 57	2489,082894	2491,626 95	2485,246 09
0,19	24,00	9,192307692	150,975	4,9	4355,3076 92	2484,84	2490,297 12	2476,146
0,20	0,00	3,068965517	151,8	5,6	2497,5172 41	2468,662968	2475,570 07	2464,690 92
0,23	0,00	11,01666667	149,325	7,8	2991	2480,266235	2480,517 09	2479,825 93
0,23	8,00	8,5	149,325	7,9	2814,5964 91	2488,122434	2494,712 89	2480,814 94
0,25	29,50	17,13157895	148,5	8,5	2763,1351 35	2500,966196	2509,887 94	2495,790 04
0,27	0,00	14,04054054	147,675	9,3	1586,1844 66	2511,805339	2521,676 03	2501,894 04
0,30	39,50	12,98543689	146,85	10	2282,9615 38	2522,423861	2527,937 99	2511,948 97
0,31	24,00	17,46153846	146,025	10,5	1458,5681 82	2527,437744	2532,810 06	2519,516 11
0,35	15,00	9,242424242	145,2	11,3	1724,7916 67	2532,689441	2538,177 98	2527,311 04
0,38	19,00	10,65833333	144,375	12,1	1477,4920 63	2542,238374	2552,866 94	2534,012 94
0,40	21,50	16,70634921	143,55	12,5	1645,5181 82	2561,739873	2568,274 9	2548,602 05
0,43	57,00	10,89545455	142,725	13,2	2589,2058 82	2565,073415	2577,010 99	2557,545 9
0,44	32,50	23,16176471	141,9	13,6	3120,4074 07	2590,961914	2598,939 94	2578,396 97



Anexo E: Base de Datos de la Eficiencia del Vehículo Eléctrico Kia Soul - Emolab



0,45	30,00	26,68518519	141,075	13,9	2695,6507 94	2606,256344	2610,708 98	2598,673 1
0,46	20,50	16,15079365	140,25	14,6	1919,8070 18	2611,715054	2616,133 06	2601,095 95
0,48	0,00	4,157894737	141,075	15	1806,8043 48	2570,563291	2600,313 96	2530,321 04
0,53	0,00	3,116847826	141,9	16,4	1605,2162 16	2523,585297	2530,124 02	2514,714 11
0,54	32,50	6,148648649	141,075	16,6	2819,5138 89	2516,999732	2523,187 01	2509,118 9
0,56	39,00	15,5	140,25	17,4	4757,25	2531,480916	2539,705 08	2523,939 94
0,57	45,00	45,91666667	139,425	17,7	4596,6326 53	2542,416085	2547,292 97	2538,031 98
0,58	48,00	20,35714286	138,6	18,6	4971,1764 71	2552,445212	2559,027 1	2544,520 02
0,59	31,50	35,20588235	138,6	19,3	947,33898 31	2548,321078	2553,957 03	2545,435 06
0,61	0,00	13,91666667	137,775	19,6	2026,5692 31	2553,969636	2561,323	2546,225 1
0,63	28,50	2,161016949	136,95	20,1	3032,8181 82	2571,36165	2579,802	2561,717 04
0,63	33,50	15,49230769	136,125	20,4	2901,1363 64	2585,879173	2600,393 07	2577,562 01
0,64	21,00	30,75	135,3	20,9	3761,3333 33	2612,327189	2618,685 06	2602,800 05
0,65	42,00	19,73863636	134,475	21,2	2461,325	2632,376361	2643,823	2619,176 03
0,66	21,50	32,61111111	132,825	21,8	2428,9333 33	2667,36228	2673,028 08	2660,027 1
0,00	0,00	8,993506494	124,74	0	2591,6103 9	2590,578639	2620,053 96	2576,444 09
0,02	55,00	8,694444444	123,97	0,8	5323,5555 56	2577,112983	2583,198 97	2569,979 98



Anexo E: Base de Datos de la Eficiencia del Vehículo Eléctrico Kia Soul - Emolab



0,03	0,00	14,75	124,74	1,2	4364,5	2568,706828	2569,760 99	2567,501 95
0,03	38,50	28,5952381	123,97	1,3	4573,4761 9	2579,056978	2587,111 08	2568,521
0,03	39,50	42,60714286	123,2	1,7	5067,7142 86	2596,480783	2604,264 89	2589,210 94
0,04	39,50	5,888888889	122,43	2	5824,3333 33	2601,79636	2606,482 91	2596,114 99
0,04	0,00	16,375	123,2	2,2	3363,825	2576,412378	2595,262 94	2568,593 99
0,05	21,00	14,77941176	122,43	2,7	4146,6323 53	2580,457907	2586,895 02	2574,058 11
0,07	6,00	1,2	121,66	3,9	2178,8	2588,617383	2589,191 89	2587,575 93
0,07	0,00	1,680851064	122,43	3,9	194,40425 53	2585,636589	2588,666 02	2583,428 96
0,08	21,50	14,65441176	121,66	3,9	1985,0294 12	2592,244568	2596,086 91	2587,188 96
0,10	29,00	15,29508197	120,89	4,5	2934,5737 7	2597,952721	2604,708 01	2593,997 07
0,12	21,50	14,65833333	120,12	5,2	2019,0166 67	2612,01182	2620,910 89	2605,626 95
0,14	18,50	18,10416667	119,35	5,7	1797,2083 33	2625,948171	2635,180 91	2621,323
0,15	27,00	21,11111111	118,58	6	2403,25	2651,806078	2662,914 06	2635,934 08
0,16	19,00	22,48484848	117,81	6,4	2463,9090 91	2670,130371	2677,894 04	2663,544 92
0,17	27,00	18,33333333	117,04	6,7	2071,8787 88	2685,84051	2692,449 95	2679,033 94
0,20	34,00	23	122,1	7,4	3247,5371 9	2729,169541	2748,352 05	2691,269 04
0,23	43,00	22,36363636	122,925	9	2674,0555 56	2654,804488	2691,007 08	2613,559 08



Anexo E: Base de Datos de la Eficiencia del Vehículo Eléctrico Kia Soul - Emolab



0,27	0,00	6,553719008	123,75	10,3	1124,2115 38	2608,850422	2613,785 89	2605,201 9
0,28	0,00	3,484126984	122,925	10,6	2159,1272 73	2583,375795	2605,885 01	2565,313 96
0,36	25,50	7,201923077	122,1	13	1685,3983 29	2561,577504	2584,931 88	2533,478 03
0,46	34,00	7,627272727	121,275	15,4	3352,6	2534,56582	2534,766 11	2534,218 99
0,46	10,50	6,685236769	122,1	15,5	1807,6219 51	2522,7258	2534,384 03	2517,146
0,48	0,00	4,9	121,275	16,1	3081,3	2517,123014	2519,680 91	2511,672 12
0,49	20,50	6,481707317	122,1	16,4	809,16666 67	2509,783905	2511,281 98	2508,952 88
0,50	16,50	6,5	121,275	16,5	1183,5275 23	2508,209155	2513,270 02	2505,052 98
0,56	35,00	6,958333333	120,45	17,6	1801,2863 64	2502,168615	2512,445 07	2493,334 96
0,62	7,00	7,025229358	119,625	19,2	3170	2499,081055	2499,081 05	119,625
0,62	15,50	7,636363636	119,625	19,2	1197,2527 47	2513,633096	2520,517 09	2497,787 11
0,64	29,00	11,25	118,8	19,6	1728,8059 7	2531,225458	2537,712 89	2520,899 9
0,66	23,50	10,4076087	117,975	20,1	1311,4545 45	2538,253185	2545,846 92	2534,284 91
0,72	37,00	15,13432836	117,15	21,2	1253,2172 13	2543,452135	2550,000 98	2537,835 94
0,79	7,00	7,979899497	116,325	22,4	2341	2541,656982	2542,594 97	2540,591 06
0,79	0,00	6,327868852	117,15	22,4	980,88888 89	2537,951769	2539,971 92	2535,995 12



GLOSARIO DE TÉRMINOS

A	Amperio
a	Ancho
°C	Grados centígrados
CGA	Comisión de Gestión Ambiental
cm	Medida de longitud - centímetro
C_N	Capacidad nominal de la batería
CV	Unidad de medida de potencia - Caballo Vapor
ctvs	Centavos
e	Espesor
E_c	Energía consumida
E_R	Energía real que llega a consumir la instalación
EVA	Etil-Vinil-Acetano
°F	Grado Fahrenheit
HPS	Irradiación diaria promedio
Icc	Intensidad de corto circuito máxima
I_m	Intensidad máxima del panel solar
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
INER	Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables
Isc	Corriente de corto circuito
J/m^2	Julios por metro cuadrado
km	Medida de longitud - kilómetro
kJ	Kilojulio es una unidad de medida de energía
kV	Kilovoltio
kVA	Kilovoltio - Amperio
kW	Kilovatio
kW/h	Kilovatio hora
Hz	Unidad de frecuencia Hertz
Impp	Potencia máxima de corriente
l	Largo
m	Medida de longitud - metro
m^2	Metro cuadrado
ms	Milisegundo es el período que corresponde a la milésima fracción de un segundo
msnm	Metros sobre el nivel del mar



mm	Medida de longitud - milímetro
N	Número de días de autonomía de la instalación
N_B	Cantidad de baterías necesarias
Nm	Newton metro es una unidad de medida de esfuerzo de torsión.
NP	Número de paneles solares
nm	Nanómetro es una unidad de longitud que equivale a una mil millonésima parte de un metro.
MW	Unidad de potencia que es el Megavatio = 1 000 000 W
P_{inv}	Potencia del inversor
P_D	Profundidad de descarga de la batería
P_m	Potencia generada por el modulo fotovoltaico
Pmax	Potencia máxima pico
PRG	Parámetro de Rendimiento Global
rpm	Revoluciones por minuto
V	Voltaje
V_B	Voltaje de la batería seleccionada
Vca	Voltaje en corriente alterna
Vcc	Voltaje en corriente continua
Voc	Voltaje de circuito abierto
V_m	Voltaje máximo del panel solar
Vmpp	Potencia máxima de voltaje
μm	Micrómetro es una unidad de longitud equivalente a una milésima parte de un milímetro
USD	Dólar americano
μV	Microvoltio es una medida de tensión eléctrica que equivale a una millonésima de voltio
UV	Radiación ultravioleta
W	Unidad de potencia que es el Vatio
Wp	Potencia pico de cada panel solar
W/m^2	Vatios por metro cuadrado