



# **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**Sede Guayaquil**

## **CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICA**

### **PROYECTO DE TITULACIÓN**

#### **TEMA**

Diseño Optimo de Sistemas Aislados fotovoltaicos para la Iluminación de la Vía Principal de la Comuna Masa 2 - Golfo de Guayaquil

#### **AUTOR(ES)**

Mendoza Bravo Katherine Priscila

Carrión Baque Luis Alfonso

#### **TUTOR**

Ing. Gary Omar Ampuño Avilés MSc.

Guayaquil

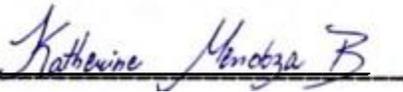
Enero - 2021

## **Certificado de responsabilidad y autoría del Trabajo de Titulación**

Nosotros, **Katherine Priscila Mendoza Bravo** y **Luis Alfonso Carrión Baque** damos autorización a la **Universidad Politécnica Salesiana** la publicación parcial o total de este proyecto de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Adicionalmente, informamos que los conceptos, análisis desarrollados y las conclusiones del presente proyecto de trabajo son de total y exclusiva responsabilidad de nosotros los autores.

Guayaquil 11 de enero 2021

f) 

Katherine Priscila Mendoza Bravo

Cédula: 0941197840

f) 

Luis Alfonso Carrión Baque

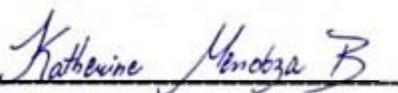
Cédula: 0927249227

## **Certificado de Sesión de Derechos de autor del Trabajo de Titulación a la Universidad Politécnica Salesiana**

Yo, **Katherine Priscila Mendoza Bravo**, con número de identificación N° **0941197840**, manifiesto de forma voluntaria y cedo sobre los derechos a la **Universidad Politécnica Salesiana** la titularidad patrimonial en virtud que soy la autora del trabajo de grado titulado “**Diseño Optimo de Sistemas Aislados fotovoltaicos para la Iluminación de la Vía Principal de la Comuna Masa 2 - Golfo de Guayaquil**” mismo que he elaborado para la obtención del título de **Ingeniería Eléctrica** en la **Universidad Politécnica Salesiana** la misma que queda facultada para el pleno uso los derechos anteriormente cedidos.

En aplicación a lo determinado en la ley de propiedad intelectual en mi papel de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada en concordancia, suscrito este documento donde hago la entrega en la formato impreso y digital a la biblioteca el trabajo final a la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil 11 de enero 2021

f) 

Katherine Priscila Mendoza Bravo

Cédula: 0941197840

## **Certificado de Sesión de Derechos de autor del Trabajo de Titulación a la Universidad Politécnica Salesiana.**

Yo, **Luis Alfonso Carrión Baque**, con documento de identificación N° **0927249227**, manifiesto de forma voluntaria y cedo sobre los derecho a la **Universidad Politécnica Salesiana** la titularidad patrimonial en virtud que soy la autora del trabajo de grado titulado “**Diseño Óptimo de Sistemas Aislados fotovoltaicos para la Iluminación de la Vía Principal de la Comuna Masa 2 - Golfo de Guayaquil**” mismo que he elaborado para la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico** en la **Universidad Politécnica Salesiana** la misma que queda facultada para el pleno uso los derechos anteriormente cedidos.

En aplicación a lo determinado en la ley de propiedad intelectual en mi papel de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada en concordancia, suscrito este documento donde hago la entrega en la formato impreso y digital a la biblioteca el trabajo final a la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil 11 de enero 2021

f)  \_\_\_\_\_

Luis Alfonso Carrión Baque

Cédula: 0927249227

## **Certificado de Dirección del Trabajo de Titulación suscrito por el Tutor**

Yo, **Gary Omar Empuño Avilés**, director del proyecto de titulación denominado “**Diseño Optimo de Sistemas Aislados fotovoltaicos para la Iluminación de la Vía Principal de la Comuna Masa 2 - Golfo de Guayaquil**” presentados y realizados por los estudiantes **Katherine Priscila Mendoza Bravo** y **Luis Alfonso Carrión Baque**, certifico que ellos fueron orientado y supervisado durante el desarrollo de todo el proceso del proyecto, por lo cual apruebo esta presentación ante las autoridades correspondientes.

Guayaquil 11 de enero 2021

f) \_\_\_\_\_

MSc. Gary Omar Ampuño Avilés

## **Dedicatoria I**

Ante todo dedico esta tesis a Dios, por darme la fortaleza, paciencia y perseverancia en este proceso universitario.

A mi madre por encaminarme hacia la superación y el éxito. Ser mi apoyo constante durante todo este camino universitario sembrando cimiento, fuerza y valor en cada peldaño alcanzado.

Katherine Priscila Mendoza Bravo

## **Dedicatoria II**

A mis Padres, quienes siempre han estado presente en todo momento y por su forma de ser me ha hecho un hombre de bien y exitoso. A mi hermano por su forma de mejorar y ayudar a las personas me obliga a ser mejor persona para él, siendo el menor es el mi ejemplo para seguir porque siempre da lo máximo esfuerzo en cualquier reto.

Luis Alfonso Carrión Baque

## **Agradecimiento I**

Gracias a la Universidad Politécnica Salesiana por la excelente formación, educación, y valores aprendidos, a mis estimados y queridos docentes que me han educado en ciencia y motivación haciéndolos responsables también de esta meta alcanzada.

A todos los ángeles que se cruzaron en este camino ayudándome en lo personal y económicamente, a mi madre como prioridad y todas las personas que me brindaron su apoyo durante este sendero.

A mi perseverancia, mis ganas, mis ansias de salir adelante. Caerme, levantarme y continuar.

Katherine Priscila Mendoza Bravo

## **Agradecimiento II**

Este trabajo de titulación esta direccionado principalmente para mi Mamá por los intentos inagotables durante toda la etapa universitaria estando presente en los momentos más importantes, para mi Papá por su forma muy particular de enseñar, y hacerme crecer de forma inimaginable en forma profesional, también para los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana instruyéndome, aconsejándome y exigiéndome como excelentes educadores y profesionales en el ambiente de Ingeniería Eléctrica.

También a mi única verdadera amistad, mejor amiga, y ahora como mi acompañante de tesis estuvo siempre en toda la vida universitaria, y en los peores y mejores instantes de mi vida.

Luis Alfonso Carrión Baque

## Resumen

En el Ecuador existe una cantidad de sectores que no cuentan con el servicio de energía eléctrica, porque que se encuentran ubicados en zonas con difícil acceso y zonas ambientalmente protegidas. En Guayaquil uno de estos sectores lo encontramos a orillas del golfo de Guayaquil; la comuna Masa 2 perteneciente a la parroquia rural Puna, encontramos varias viviendas que se auto sustentan del servicio eléctrico a través de generadores de combustión interna sirviendo a cargas pequeñas de 120V en un tiempo de 4 horas al día para iluminación en horarios nocturnos.

El objetivo de visitar la Comuna Isla Golfo Masa 2 para estudios y encuestas a la población y ver cuáles son las necesidades que aquejan en la comunidad con respecto al servicio eléctrico; la conclusión es sobre la falta de este servicio le genera varios problemas; uno de ellos, el elevado gasto que ocasiona a la hora de funcionamiento y mantenimiento de los equipos que deben darse periódicamente. Las encuestas descriptivas fueron realizadas a cada familia haciendo referencia las necesidades que permitieron iniciar este nuevo proyecto. Como resultado permiten mencionar que la comuna Masa 2 posee 69 habitantes conformando por 27 familias este territorio cuenta con una extensión por 2900m<sup>2</sup>, cada familia se conforma entre 1 a 3 hijos esto hace mención que la cantidad de alumnos que estudian en la Unidad Educativa Simón Bolívar son 23 entre niños y niñas aproximadamente. Nuestro aporte en el proyecto es el estudio y diseño de iluminación para los alrededores a la comuna, esto fomentará el libre transitar y a la vez proveerle de seguridad en horarios nocturnos. Así planteamos el sistema de alumbrado público a través de energía renovables y autosustentable; por lo tanto, en el diseño se requiere la colocación de 21 lámparas fotovoltaicas, esta cantidad fueron calculadas a través de diseño lumínico y cálculos teóricos.

El resultado de este proyecto de titulación y el estudio desarrollado permitió la instalación de 3 lámparas autosustentables Figura 1 y Figura 2, con sistema fotovoltaico con facilidades de controlar el tiempo de funcionamiento e intensidad a través de un dispositivo remoto, uno de los beneficios notables; es que, permitió extender el tiempo de iluminación en horarios nocturnos, el ahorro de gasto es notable por el no funcionamiento de sus generadores ya que su funcionamiento era dirigido un 70% a la iluminación es horas de la noche. El trabajo en conjunto de la universidad politécnica salesiana como donador principal de los equipos utilizados en este proyecto la comunidad da Fe del buen funcionamiento.

## **Abstract**

In Ecuador there are a few sectors that do not have electricity service, because they are in areas with difficult access and environmentally protected areas. In Guayaquil we find one of these sectors on the shores of the Gulf of Guayaquil; In the Masa 2 commune belonging to the rural Puna parish, we find several homes that are self-sustaining from the electricity service through internal combustion generators serving small 120V loads in a time of 4 hours a day for lighting at night.

The objective of visiting the Commune Isla Golf Masa 2 for studies and surveys of the population and see what are the needs that affect the community with respect to electric service; the conclusion is that the lack of this service generates several problems; one of them, the high expense it causes when operating and maintaining the equipment that must be given periodically. Descriptive surveys were carried out on each family, referring to the needs that made it possible to start this new project. As a result, it is possible to mention that the Masa 2 commune has 69 inhabitants made up of 27 families, this territory has an area of 2,900 m<sup>2</sup>, each family consists of 1 to 3 children, this makes mention that the number of students who study at the Simón Bolívar Educational Unit there are 23 boys and girls approximately. Our contribution to the project is the study and design of lighting for the surroundings of the commune, this will encourage free movement and at the same time provide security at night. Thus, we propose the public lighting system through renewable and self-sustaining energy; Therefore, the design requires the placement of 21 photovoltaic lamps, this amount was calculated through lighting design and theoretical calculations. The result of this degree project and the study developed allowed the installation of 3 self-sustaining lamps with a photovoltaic system with facilities to control the operating time and intensity through a remote device, one of the notable benefits; is that it allowed to extend the lighting time at night, the cost savings are notable due to the non-operation of its generators since its operation was directed 70% to lighting at night hours. The joint work of the Universidad Politécnica Salesiana as the main donor of the equipment used in this project gives the Faith of Good Functioning Community.

CONTENIDO	PAGINA
DESCRIPCION	
TÍTULO	20
OBJETIVOS	21
OBJETIVO GENERAL	21
OBJETIVO ESPECÍFICO	21
LISTA DE SIMBOLOS Y ABREVIATURAS	22
CAPITULO 1: PLANTENAMIENTO DEL PROYECTO	25
1.1. Antecedente	26
1.2. Problema de Estudio	27
1.3. Justificación	29
CAPITULO 2: MARCO TEORICO	30
2.1. Introducción a la Energía Solar	31
2.1.1 Sistema Solar - Forma de aprovechamiento del suministro eléctrico.	31
2.1.2 Energía Eléctrica a partir de la Radiación Solar	31
2.2. Luminotecnia magnitudes utilizadas	32
2.3. Conceptos Básicos de Iluminación	33
2.4.1 Iluminación. -	33
2.4.2 Flujo Luminoso. -	34
2.4.3 Luminancia. -	34
2.4.4 Iluminancia. -	34
2.4.5 Deslumbramiento. -	35
2.4. Tipos De Lámparas Y Características	36

2.4.1 Incandescente	36
2.4.2 Halógenos	36
2.4.3 Fluorescente	37
2.4.4 Led	37
2.5. Características de utilización para alumbrado publico	37
2.5.1 Distribución simétrica	37
2.5.2 Distribución asimétrica	37
2.6. Categorización de los Sistemas Fotovoltaicos	38
2.6.1 Categoría SFV aislada a la red convencional	38
2.6.2 Ubicación SFV aislada a la red convencional	39
2.7. Luminarias LED	39
2.7.1 Beneficios de utilización	39
2.7.2 Desventajas	40
2.7.3 Utilización para iluminación a exteriores y vías publicas	40
2.8. Propiedades Eléctricas entre Lámparas	41
2.9. Aspectos generales de Iluminación	41
2.9.1 Factores de distanciamiento	42
2.9.2 Clasificación de las Vías	43
2.9.3 Clasificación de nivel de iluminación	44
2.9.4 Relación de Flujo Luminoso en diferentes aspectos de altura	44
2.10. Radiación Solar en el Ecuador	45
2.11. Requerimientos Técnicos Particulares	47
2.12. Software PVGIS-5	48
2.12.1 Definición	

**¡Error! Marcador no definido.**

2.12.2	Características	49
2.12.3	Forma de utilización	51
CAPITULO 3: SITUACION ENERGETICA ACTUAL COMUNA MASA 2		53
3.1.	Introducción	54
3.2.	Generadores Domésticos a Gasolina	55
3.3.	Datos técnicos para el proyecto: Informe Técnico de datos adquiridos de Masa.	58
3.4.	Requerimientos de instalación en un SFV	59
3.4.1	Estructura del soporte	59
3.4.2	Sistema de Batería	60
3.4.3	Montaje de paneles fotovoltaicos.	60
3.4.4	Ubicación de las luminarias	60
3.4.5	Requerimientos importantes para la adquisición del Panel Solar	61
3.5.	Tabla de nivel de contaminación ambiental – situación actual	61
CAPITULO 4: PLANTEAMIENTO Y SOLUCION DE LA PROBLEMÁTICA		62
4.1.	Introducción	63
4.2.	Solución de la problemática	63
4.3.	Aspecto financiero de un sistema fotovoltaico	64
4.4.	Propuesta del proyecto, Datos y Ficheros Técnicos	64
4.4.1	Dimensionamiento área a iluminar	65
4.4.2	Datos característicos de luminarias	66
4.4.3	Fichero Técnico de Luminaria	66
4.4.4	Irradiación Solar	67
4.5.	Dimensionamiento sistema de alumbrado publico	68

4.5.1 Demanda Energética	68
4.5.2 Potencia total del arreglo de paneles	68
4.5.3 Rendimiento del Sistema Fotovoltaico	69
4.5.4 Numero de paneles fotovoltaicas	69
4.5.5 Potencia del banco de batería	70
4.5.6 Capacidad del banco de batería	71
4.5.7 Numero de cantidad de batería	71
4.6. Cálculo de distribución de poste	72
4.6.1 Distribución de localización de Luminarias	72
4.6.2 Espaciamiento entre luminarias	73
4.7. Simulación luminotécnica, Proyectada	75
4.8. Diseño de Poste, Base de soporte – Alumbrado Publico	76
4.8.1 Diseño del poste y estructura metálica	77
CAPITULO 5: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	78
5.1. Metodología de actividades	79
5.1.2 Fase de Diseño.	79
5.1.3 Fase de Sociabilización	80
5.1.4 Fase de Gestión de Permisos	
<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
5.1.5 Fase de Compras	80
5.1.6 Fase de Instalación	81
5.2. Datos Técnicos Luminaria Solar LED	82
5.3. Presupuesto	83

CONCLUSIÓN	85
RECOMENDACIONES	87
BIBLIOGRAFÍA	88
ANEXOS	
<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Anexo 1. Rendimiento sistema FV autónomo	96
Anexo 2. Irradiación mensual	97
Anexo 3. Irradiación diaria	99
Anexo 4. Ficheros Técnicos de simulación en DIALux EVO	100

## INDICE DE FIGURA

Figura 1. Integrantes del Proyecto Masa 2 Fuente: Los Autores	20
Figura 2. Vía Principal de Masa 2	20
Figura 3. Masa 2 sin alumbrado público Fuente: Los Autores	27
Figura 4. Entrada vía Fluvial a la Comuna Fuente: Los Autores	28
Figura 5. Vista Satelital Fuente: Los Autores a través de Google Earth	29
Figura 6. Efecto Fotovoltaico Fuente: Texto Científico, Química, Física y otras áreas de la ciencia	32
Figura 7. Flujo Luminoso de las lámparas LED Fuente: (Vargas, 2015)	34
Figura 8. Iluminación	35
Figura 9. Modelo Sistema Autosustentable SFV Autor: (Bejarano A. , 2011)	38
Figura 10. Disposición de luminarias para alumbrado público Autor: (Vargas, 2015)	42
Figura 11. Software PVGIS-5 Fuente: Personal Data on JRC Corporate Web Presences	49
Figura 12. Simulación Radiación Solar Fuente: Stephen Queso, Director General de PVGIS	50
Figura 13. Meteorología Típica Anual Fuente: Stephen Queso, Director General de PVGIS	50
Figura 14. Configuración FV Fuente: Stephen Quest, Director General de PVGIS	50
Figura 15. Factor de Utilización Fuente: Software VisualLight v2	52
Figura 16. Escuela Educativa Básica Simón Bolívar Masa 2	54
Figura 17. Escuela Educación Básica Simón Bolívar (LADO POSTERIOR)	55
Figura 18. Escuela Educación Básica Simón Bolívar (LADO POSTERIOR 2)	55
Figura 19. Generadores Eléctricos a combustión	56
Figura 20. Generadores Eléctricos a combustión	56
Figura 21. Diagrama del circuito completo de una vivienda de LA COMUNA MASA 2 Fuente: Los Autores	57
Figura 22. Reporte de Simulación DigSILENT	57
Figura 23. Vía principal de la Comuna Masa 2	58
Figura 24. Estructura de soporte	59
Figura 25. Análisis FODA en el sistema Fotovoltaico Fuente: Los Autores	64

Figura 26. Dimensiones y características para iluminación Fuente: Los Autores, DIALux EVO	66
Figura 27. Fichero Técnico de Luminaria Fuente: Los Autores, DIALux EVO	67
Figura 28. Distribución de Luminarias en el Territorio Masa 2 Fuente: Los Autores, DIALux EVO	74
Figura 29. Detalle de distribución de luminarias - parte 1 Fuente: Los Autores, DIALux EVO	74
Figura 30. Detalle de distribución de luminarias - parte 2 Fuente: Los Autores, DIALux EVO	75
Figura 31. Diseño de Iluminación Actual, Espectro Flujo Luminoso Fuente: Los Autores, DIALux EVO	75
Figura 32. Modelo de anclaje de postes metálicos Fuente: (CODENSA-S.A., 2017)	76
Figura 33. Construcción de las bases metálicas Fuente: Los Autores	77
Figura 34. Reunión con habitantes de la Comuna para capacitación Fuente: Los Autores	80
Figura 35. Adquisición de Materiales Fuente: Los Autores	80
Figura 36. Fase de Iluminación Obra Civil, SFV	81
Figura 37. Inicio de instalación de equipos Fuente: Los Autores	81

## INDICE DE TABLA

Tabla 1. Magnitudes y Unidades luminosas	32
Tabla 2. Tipos de Iluminación Fuente: Los Autores	36
Tabla 3. Propiedades Técnicas Fuentes: Los Autores	41
Tabla 4. Tabla de disposición de luminarias Fuente: Los Autores	43
Tabla 5. Tabla de flujo luminoso Fuente: Los Autores	43
Tabla 6. Clasificación de vía según velocidad Fuente: (Vargas, 2015)	44
Tabla 7. Clasificación de nivel de iluminación Autor: (Vargas, 2015)	44
Tabla 8. Relación de Flujo luminoso vs altura de montaje Autor: (Vargas, 2015)	45
Tabla 9. Rendimiento entre luminarias de sodio de alta presión (HPS) y LED Autor: Los Autores	45
Tabla 10. Índice de Radiación Solar 2017	46
Tabla 11. Características de poste metálico Autor: (ESP, 2017)	47
Tabla 12. características de base para anclaje Autor: (CODENSA-S.A., 2017)	48
Tabla 13. Gastos y costos por uso de funcionamiento de generadores domésticos Fuente: Los Autores	61
Tabla 14. Características generales para postes metálicos Fuente: (CODENSA-S.A., 2017)	77
Tabla 15. Cronograma de actividades Fuentes: Los autores	79
Tabla 16. Datos Técnicos Fuente: Los Autores con ayuda del Catalogo Fabricante Ailsoelectric S.A.	82
Tabla 17. Presupuesto referencial de mano de obra Fuente: Los Autores	83
Tabla 18. Proyección de niveles de contaminación unitario y total de la Comuna Masa 2 Fuente: Los Autores	84
Tabla 19. Tabla de amortización y diferenciación de cosos por sistemas de generación de energía Fuente: Los Autores	85

# TÍTULO

Diseño Optimo de Sistemas Aislados fotovoltaicos para la Iluminación de la Vía Principal de la Comuna Masa 2 - Golfo de Guayaquil.



*Figura 1. Integrantes del Proyecto Masa 2*

*Fuente: Los Autores*



*Figura 2. Vía Principal de Masa 2*

*Fuente: Los Autores*

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y Optimizar recursos naturales que beneficie con electricidad a la pequeña comuna de Masa 2 mediante un sistema de iluminación exterior aislado fotovoltaico.

### **OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Explorar las necesidades primarias de los habitantes de la Comuna.
- Analizar el problema sobre el suministro energético de Masa 2.
- Diseñar un sistema de iluminación autosustentable energéticamente para la vía principal de la comuna Masa 2.
- Desarrollar una simulación a través de software DiaLUX para conocer con detalles el comportamiento de las luminarias utilizadas en la implementación.
- Determinar las ventajas, desventajas y beneficios por la implementación de las luminarias en la comuna Masa 2.

## LISTA DE SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

<b>°C</b>	Grados Celsius.
<b><u>°K</u></b>	Grados Kelvin.
<b>A</b>	Amperios.
<b>Ah</b>	Amperios – hora.
<b>Cm<sup>2</sup></b>	Centímetro Cuadrado.
<b>FV</b>	Fotovoltaico.
<b>FVS</b>	Sistema Fotovoltaico.
<b>H</b>	Hora.
<b>Hz</b>	Unidad para medir la frecuencia.
<b>HPS</b>	Irradiación solar.

<b>kW-h</b>	Kilovatio hora.
<b>LED</b>	Diodo Emisor de Luz.
<b>M/s</b>	Metro por cada segundo.
<b>Km/s</b>	Kilometro por cada hora.
<b>mA</b>	Miliamperios.
<b>P</b>	Potencia.
<b>SSFV</b>	Sistema Solares Fotovoltaicos.
<b>V</b>	Voltaje.
<b><math>V_{ac}</math></b>	Voltaje corriente alterna.
<b><math>V_{dc}</math></b>	Voltaje corriente directa.
<b><math>V_{pmax}</math></b>	Voltaje máximo.
<b>L.C.C</b>	Consumo medio de energía diaria en carga continua ( $Wh/d$ ).
<b>L.A.C</b>	Consumo medio de energía diaria en carga alterna ( $Wh/d$ ).
<b><math>C_{Bat}</math></b>	Consumo de corriente medio en el día ( $Ah /d$ ).
<b><math>P_{max}</math></b>	Profundidad de descarga de batería.

<b><u>V<sub>pn</sub></u></b>	Voltaje nominal.
<b>W</b>	Vatios.
<b>V/m<sup>2</sup></b>	Vatios sobre metro cuadrado.
<b>Lux</b>	Medida de iluminancia.
<b>Lm</b>	Lumen.
<b>Lm/W</b>	Lumen por cada vatio.
<b>CONELEC</b>	Consejo Nacional de Electricidad.
<b>CIE</b>	Comisión Internacional de Iluminación.
<b>SLI</b>	Índice específico de la luminaria.
<b>SFA</b>	Sistemas fotovoltaicos autónomos.
<b>MEER</b>	Ministerio de Electricidad & Energía Renovable.
<b><u>Wh/día</u></b>	Vatio hora sobre día.
<b><u>nBat</u></b>	Porcentaje de Rendimiento de la batería.
<b>L</b>	Consumo medio de energía diaria.

## **CAPITULO 1: PLANTENAMIENTO DEL PROYECTO**

---

## 1.1. Antecedente

La comuna de la Isla Del Golfo Masa 2, Provincia Guayas correspondiente a la parroquia Puna ubicada a 1 km de Masa 1 – Dirección Geográfica UTM se encuentra en el este en coordenadas 626742 y al norte con coordenada 9736574; en la cual, se puede llegar por dos vías de acceso como transporte fluvial y transporte terrestre.

La comuna masa 2 posee 69 habitantes aproximadamente, en el cual forman 23 familias con un valor tentativo entre 3 a 5 personas por cada vivienda cada una se abastece del servicio eléctrico mediante generadores a gasolina con una potencia nominal de 2,8 kW varias viviendas se abastecen de energía eléctrica alquilando a sus vecinos estos generadores por motivos económicos; no todos disponen de estos equipos.

El sector de la comuna Masa 2 tiene como recorrido desde el Mercado Caraguay partiendo en un tiempo de 120 minutos a través de vía fluvial; posee las siguientes opciones para este tipo de llegada hacia su vivienda:

- El alquiler de un vote a motor (LANCHA) de los comuneros realizan el servicio tanto de ida como de retorno poniendo un valor estándar alrededor de \$1,75 por recorrido.
- El alquiler de lanchas que prestan el servicio de transporte, de cargas desde el Puerto ubicado afueras del Mercado Caraguay que están habilitados desde los horarios establecidos desde las 08h00 a 13h35 y en horarios de retorno hacia la ciudad de guayaquil va entre 14h30 a 16h00 pero con excepciones en épocas donde el cangrejo se encuentre en veda.

También podemos encontrar una segunda opción de acceso que sería por vía terrestre; es decir a través de algún vehículo automotor la duración de este de llegada es mucho menor que la vía marítima y más cómoda con un tiempo aproximado de 45 minutos, también tienen condiciones en el caso de realizar este viaje:

- Pasan a través de una camaronera mismo que con anticipación se debe tener permiso de acceso, el cual se debe coordinar con la Sra. Giselle Anastasia encargada de la Escuela Simón Bolívar de Masa 2.

- Tener programado la visita al sitio es lo recomendable por ser propiedad privada, se debe poseer de un permiso para circular por dentro del mismo dando horarios de atención desde las 07h00 hasta las 16h00 que son las horas que le permitirían transcurrir por la camaronera.

La comuna Masa 2 no consta de servicio de agua potable donde los habitantes para obtener el líquido vital es a través tanqueros que llegan hasta la piscina de la camaronera como se ve en la Figura 3. que se encuentran cercano a la Comuna Masa 2 allí los habitantes de la comuna pueden hacer la compra a través de tanques y recipiente para cada familia.



*Figura 3. Masa 2 sin alumbrado público  
Fuente: Los Autores*

## **1.2. Problema de Estudio**

En términos de precipitación la cuenca del río Guayas tiene un promedio de 885 mm/año. Su temperatura superficial está fuertemente marcada por la variación estacional durante la estación seca está entre 22°C y 25°C mientras que en la estación lluviosa tiene valores cercanos a 28°C. La radiación solar que se mantiene durante todo el año en los alrededores de la ciudad de Guayaquil la radiación solar alcanza un máximo de 1 kW/m<sup>2</sup>. (Informe de Auditoria Ambiental Interna, 2011).

La comuna de Masa 2 se encuentra ubicada en una zona considerada costera como vemos en la Figura 4. donde refleja que se encuentra ubicada en forma aislada de cierta parte de la ciudad se encuentra rodeada de piscinas de camarones, de acuerdo como menciono (Gonzalez, Zambrano, & Estrada, 2014) y mantiene un programa de relación con las comunidades Masa 1, Masa 2 y La Colmena.

Los siguientes aspectos son identificados como las características principales de la comuna: las comunidades no tienen servicios básicos como electricidad, alcantarillado, recolección de residuos sólidos o redes telefónicas están lejos de la ciudad no hay facilidad de transporte mismo que existe tanto por mar como de forma terrestre.

La principal actividad que realizan es el transporte personas o bienes del puerto marítimo como lugar de partida, el Mercado Caraguay hasta diferentes tipos de la línea costera, lo que les permite administrar sus necesidades económicas. Es importante tener en cuenta que hay períodos de 3 a 4 meses durante el año en que no se les permite recolectar cangrejos debido a su temporada de reproducción.



*Figura 4. Entrada vía Fluvial a la Comuna  
Fuente: Los Autores*

Pese a los servicios básicos que carece la comuna Masa 2 se lleva a marcha el estudio y la simulación de los sistemas fotovoltaicos permitiendo a los residentes tener más horas de luz para desarrollar sus ocupaciones.

- Alimentación, el ingreso de alimentos es reducida por esa razón solo existe pocas diversidades, el 83% de los productos alimenticios son traídos desde la ciudad; eso hace que el traslado de los alimentos se venda a un precio mayor a comparación de guayaquil, más la carencia del servicio eléctrico hace muy complicado la conservación los alimentos que requieren mantenerse refrigerados.
- Salud, La comuna Masa 2 no posee con un centro de atención para la salud o servicio médico donde les permitan a las personas que residen en el sitio, sino que se encuentran en

presencia de visita rutinaria de los estudiantes de medicina realizando la rurales cada año atendiendo a los habitantes.

### 1.3. Justificación

Nuestro estudio e investigación se proyecta a ofrecerle a la comuna Masa 2 un sistema de iluminación fotovoltaico exterior o alumbrado público en la vía principal para así mejorar su seguridad vial y visibilidad mejorada durante la noche.

Otra de los requerimientos para la paz humano y el buen vivir, obtener una buena iluminación sin contaminar el ambiente y ni provocar ningún efecto contaminante que modifique nuestro ecosistema. En la Figura 5, nos da una vista general que involucra minorar algunos medios de contaminación como el efecto de preservación del medio ambiente en el que vivamos reduciendo las emisiones de gases, se conoce que el 85% de la energía consumida en todo el mundo procede de la quema de combustible fósil los mismos que afectan las condiciones de nuestro mundo.



*Figura 5. Vista Satelital  
Fuente: Los Autores a través de Google Earth*

## **CAPITULO 2: MARCO TEORICO**

---

## **2.1. Introducción a la Energía Solar**

Para poblaciones de lugares muy alejadas de las redes eléctricas y poblaciones consideradas lejanas la necesidad o la falta del requerimiento de energía eléctrica. Mismo siendo como una elección para generación de electricidad en forma limpia y sin contaminaciones hacia la naturaleza así se ha logrado captar la energía por medio de las celdas fotovoltaicas. Básicamente funciona cuando materiales semiconductores de las celdas solares fotovoltaicas donde incide y facilitan la recepción radiación solar generando energía eléctrica.

A partir de 2008 el régimen del Ecuador ha impulsado el desarrollo de programas que implique asuntos de mejoramiento del sistema energética para los sectores públicos en ellos implican establecimientos universitarios, en la averiguación de ahorro de energía y planteando sistemas que contribuyen a la mejora continua, haciendo reducir las contaminaciones emisiones. En el año 2008 como explica en el decreto 16-81 donde pidieron que los inmuebles públicos sean quienes averigüen del mejoramiento energética. (SALTOS, 2003)

A través de este Diseño y Construcción de Alumbrado Público con Sistema Fotovoltaico Autosustentable en Comuna Masa 2 Isla Golfo Puna. Esto ayudara como un plan piloto para el incentivo del uso de energía limpia como es el sistema solar fotovoltaico.

### ***2.1.1 Sistema Solar - Forma de aprovechamiento del suministro eléctrico.***

El Atlas es un archivo donde señala la potencia solar en valores promedios de radiación solar diaria, semana, y hasta anual que nos muestran para nuestro país en diferentes regiones. La utilización de los mapas de radiaciones solares es fundamental para ubicar las regiones geográficas que poseen un elevado punto de radiación donde puede mejor ser aprovechada. (Gonzalez, Zambrano, & Estrada, 2014)

### ***2.1.2 Energía Eléctrica a partir de la Radiación Solar***

La obtención de eléctrica a través de este medio fotovoltaico consiste en receptor la luz solar (RADIACIÓN SOLAR) y convertirla en energía eléctrica por medio de materiales semiconductores a base de materiales como silicio. También ayuda este método de generación de

energía eléctrica que sea amigable conservando el medio ambiente limpio y sin producirle daños de contaminación ya sea está quemando químico o quemando combustible fósil.

El efecto fotovoltaico de la Figura 6, son capaces de hasta generar niveles de corriente entre 1 A hasta 2 A y voltaje de entre 0,45 V a 0,50 V como fuente de radiación. (CONELEC, 2008)

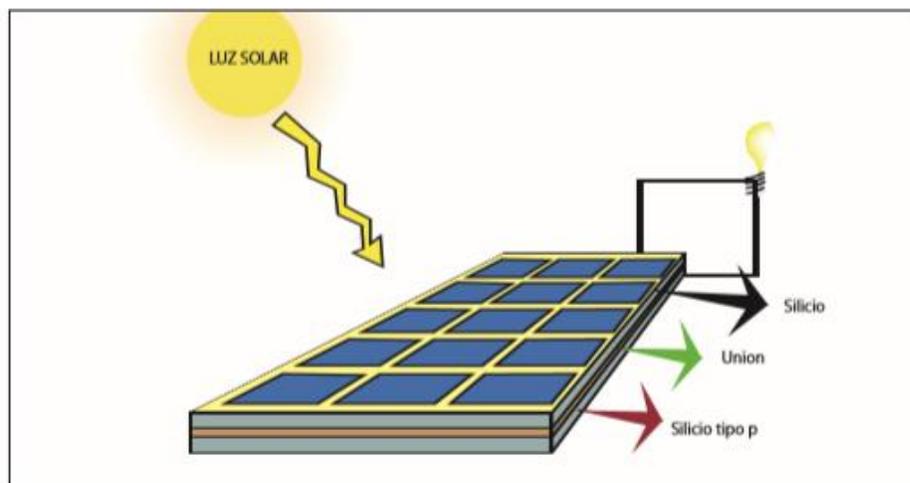


Figura 6. Efecto Fotovoltaico  
Fuente: Texto Científico, Química, Física y otras áreas de la ciencia

## 2.2. Luminotecnia magnitudes utilizadas

En la Tabla 1, establece las nomenclaturas que permitan establecer características más favorables para las aplicaciones en luminotécnica hacia una fuente de luz se detallan en la tabla 3. (OSRAM, 1979)

Tabla 1. Magnitudes y Unidades luminosas

Fuente: (OSRAM, 1979)

Descripción	simbología	Unidad	Concepto	ecuación
Flujo Luminoso	$\phi$	Lumen [Lm]	Es el flujo emitido en un ángulo solido unidad por una fuente con una intensidad luminosa de una candela	$\phi = I * \omega$ (1)

Rendimiento Luminoso	N	Lumen por vatio [Lm/W]	Flujo Luminoso emitido por unidad de potencia eléctrica	$\eta = \frac{\phi}{w}$ (2)
Cantidad de Luz	Q	Lumen por segundo [Ls]	Flujo luminoso emitido por unidad de tiempo	$Q = \phi * t$ (3)
Intensidad Luminosa	I	Candela [Cd]	1/60 de la intensidad luminosa por Cm <sup>2</sup> del cuerpo negro	$l = \frac{\phi}{\omega}$ (4)
Iluminancia	E	Lux [Lx]	Flujo Luminoso de lumen que recibe una superficie de 1 m <sup>2</sup>	$E = \frac{\phi}{s}$ (5)

### 2.3. Conceptos Básicos de Iluminación

Los componentes principales en que debe tener en cuenta al realizar el diseño de construcción de iluminación de la zona de requerimiento:

- Iluminación adecuada
- Distribución de luminarias
- Límites de deslumbramiento
- Color de luz indicada para el sitio
- Selección del tipo de iluminación y sus fuentes de luz.

Recordar la importancia de tener la cantidad y calidad de luz necesaria para que siempre en función del área que se va a iluminar y de la actividad sean la adecuadas.

#### 2.4.1 Iluminación. -

Es una correlación de flujo luminoso que incide en una área o superficie determinada que se expresa en Lux. La iluminación no tan solo suministra absolutamente claridad en sectores de ausencia de luz sino que también consentir en que las personas identifiquen lo que ve.

### 2.4.2 Flujo Luminoso. -

El flujo luminoso de la Figura 7, emitido se mide en lúmenes (Lum) y también es un indicador que mide la cantidad de radiación luminosa que puede emitir una fuente de energía luminosa. Se da a la relación entre watts y lúmenes  $1 \text{ W-ir a } 555 \text{ nm} = 683 \text{ Lum}$

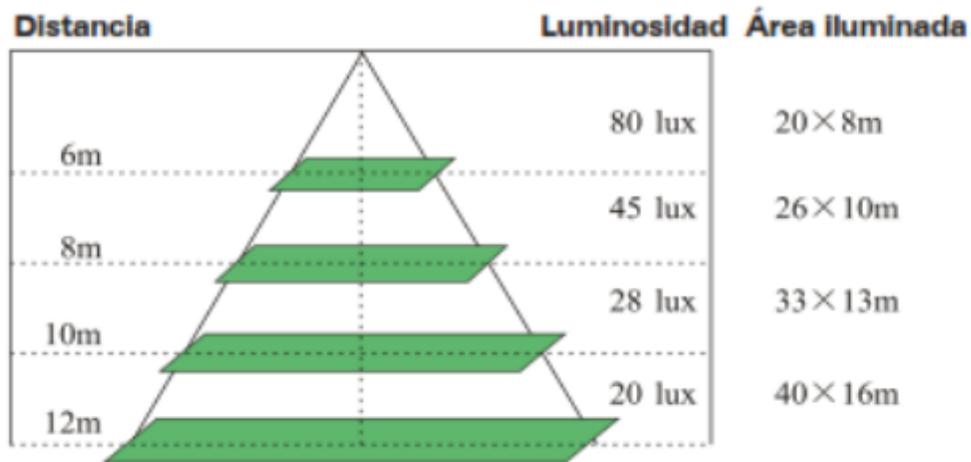


Figura 7. Flujo Luminoso de las lámparas LED  
Fuente: (Vargas, 2015)

### 2.4.3 Luminancia. -

Se denomina así al flujo reflejado que los cuerpos pueden emitir. Mide lo que nosotros percibimos de la radiación luminosa, se enfoca más sobre la claridad que vemos en superficies de diferente forma y superficie. Se mide ( $\text{Cd}/\text{m}^2$ ).

### 2.4.4 Iluminancia. -

Se llama flujo luminoso que muestra la Figura 8. es recibida por una superficie. El Lux se mide ( $\text{Lum}/\text{m}^2$ )

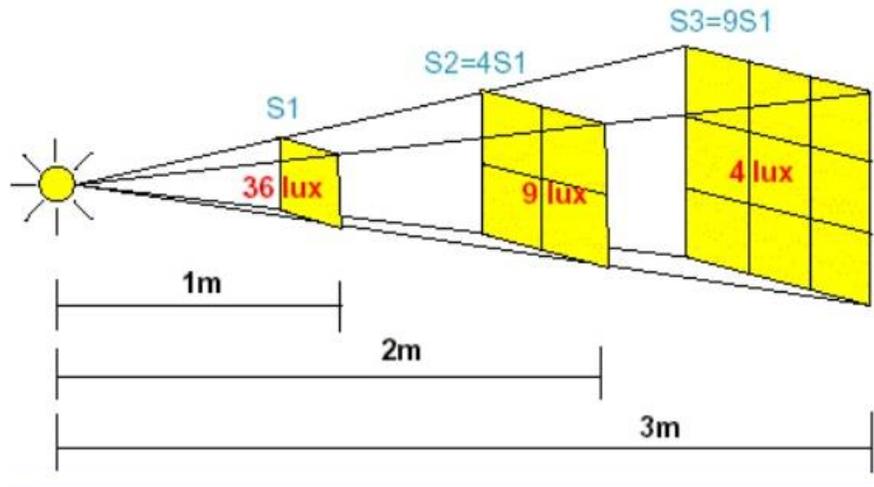


Figura 8. Iluminación

Fuente: Javier García Fernández, Oriol Boix

#### 2.4.5 Deslumbramiento. -

Se provoca cuando la iluminación es menor que el entorno. Existen diferentes tipos de deslumbramiento en la Tabla 2. Son los tipos de deslumbramiento existentes como son: directo, indirecto y perturbadas.

Las fuentes luminosas con respecto a las superficies que reflejan la luz se basan bajo un índice (SLI) que permite controlar la iluminación:

$SLI < 2$  = Control de iluminación

$SLI < 2SLI < 4$  = Control de iluminación

$SLI > 4$  = Control de iluminación intenso

Tabla 2. Tipos de Iluminación

Fuente: Los Autores

TIPO DE ILUMINACION		
GRUPO	DESLUMBRAMIENTO	SENTIDO
1	Intolerable	Malo
3	Fastidioso	Inadecuado
5	Aceptable	Regular
7	Agradable	Bueno
9	Imperceptible	Excelente

## 2.4. Tipos de lámparas y características

Actualmente existen diferentes mercados y tipos de lámparas que proporcionan una gama de equipos según los requerimientos y la ubicación del sitio que se valla a encontrar ubicada la luminaria las cuales son: (Diewald, 2005).

### 2.4.1 Incandescente

Son luminarias que originan luz gracias al calentamiento del filamento metálico por el efecto Joule. Actualmente puede considerarse poco eficiente porque el 80% de la energía eléctrica que consume se convierte en calor y el 20% restante es la energía luminosa realmente requerida.

### 2.4.2 Halógenos

Se añade un compuesto de gas halógeno a la cámara del bombillo incandescente eso hace que inicie el ciclo de regeneración permitiendo que las partículas choquen con el filamento hacia el gas. Estas lámparas tienen un tiempo de duración mayor que las incandescentes a 1500 horas y mantienen su eficiencia.

### **2.4.3 Fluorescente**

Está compuesto de un tubo como una cámara que contiene pequeñas cantidades de gases de mercurio y argón. Al producir una descarga eléctrica entre ellos que al pasar a través del vapor de mercurio permitan emitir una radiación ultravioleta. La eficiencia es mayor que los equipos incandescentes por eso su nivel de calentamiento producido es menor con respecto a la electricidad que da una proporción mayor a la obtención de la propia luz.

### **2.4.4 Led**

Las luminarias tipo LED son los más eficaces energéticamente comparadas que las luminarias incandescentes, estas permiten tener un rendimiento de hasta 90%. Es similar a una lampara incandescente que se puede construir una decena. Por ejemplo los leds actualmente se están utilizando en los semáforos que se encuentran en las vías públicas.

## **2.5. Características de utilización para alumbrado publico**

Las luminarias con relación al flujo luminoso que emite se clasifican de la siguiente manera:

### **2.5.1 Distribución simétrica**

Es cuando el flujo luminoso emitido por las lámparas es simétrico con respecto a su eje de proyección repartiendo la iluminación en el espacio que representa en una sola curva fotométrica.

### **2.5.2 Distribución asimétrica**

Estas luminarias son del tipo que no distribuyen su flujo luminoso en forma simétrica con respecto a un eje estas luminarias se clasifican basándose en un diagrama donde las líneas longitudinales y transversales en múltiples alturas.

## 2.6. Categorización de los Sistemas Fotovoltaicos

Estos sistemas solares fotovoltaicos permiten reaccionar a la radiación solar poder convertir en energía eléctrica. El panel solar es un equipo encargado de realizar dicha transformación.

Estos sistemas son independientes su utilización se pueden clasificar en dos distintas maneras según su nivel de potencia:

### 2.6.1 Categoría SFV aislada a la red convencional

Estos sistemas fotovoltaicos como la Figura 9, son utilizados en sectores donde la red convencional se encuentra con accesos dificultosos para poder suministrar de energía eléctrica a sectores.

Estos tipos de sistemas cuentan con acumuladores de energía, estos proveen en horarios que se encuentren fuera de funcionamiento como ejemplo en horarios nocturnos donde no cuenta con energía solar que permita que los componentes generen su propia energía y puedan realimentar los acumuladores mencionados. Tienen que realizar cálculos de dimensionamiento de los equipos para que permitan auto sustentarse y proveer de energía sin a los equipos requeridos. (Diewald, 2005).



Figura 9. Modelo Sistema Autosustentable SFV  
Autor: (Bejarano A. , 2011)

## **2.6.2 Ubicación SFV aislada a la red convencional**

Estos medios poseen dos clasificaciones, cada uno tiene su beneficio particular para la ubicación de una forma centralizada de los equipos o individual

### **2.6.2.1 Centralizados**

Consiste en agrupar todos los equipos, como un centro de acopio. Según los requerimientos permitirá tener una area dedicada solo para cada fase del proceso de generación de energía. (Bejarano N. A., 2011)

### **2.6.2.2 Descentralizado**

El sistema completo se realiza de forma individual en cada uno de los lugares o elementos a energizar. El costo de este tipo de instalaciones es muy elevado, pero con la cualidad son totalmente autosuficientes e independientes con respecto a cualquier otro sistema son muy utilizados para el alumbrado público. (Bejarano A. , 2011)

## **2.7. Luminarias LED**

Las aplicaciones de utilización que se consigue por parte de estos tipos de modelos son superiores a que las lámparas incandescentes, desde el punto de vista que logran una reducción muy importante en el consumo de energía de hasta un 90% de ahorro; por ese motivo, se buscan alternativas de iluminación que puedan incluir los tipos LED. Es importante saber que las pruebas realizadas por empresas internacionales certifican que los laboratorios que realizan pruebas a estas luminarias poseen un ahorro energético varía entre el 60% al 90%. (Corporation Westinghouse Electric, 2000)

### **2.7.1 Beneficios de utilización**

- Eficiencia
- Ahorro por gastos energético en el consumo de utilización.
- Modernización en el sistema de gestión.

- Amigable con el medio ambiente reducen los riesgos de contaminación.

### ***2.7.2 Desventajas***

En gasto por adquisición de estos tipos de luminarias son elevados considerablemente, pero al mismo tiempo el costo considerando el tiempo de larga duración de vida útil e inmejorable eficiencia de este es una inversión razonable financieramente.

### ***2.7.3 Utilización para iluminación a exteriores y vías públicas***

Por las características mencionadas en ítems anteriores, nos favorece la utilización de este tipo de luminarias.

Los diseños y la tecnología que utilizan para iluminar exteriores son ironías como vías públicas en vías, calles, fabricas, edificios, hospitales entre otros lugares; porque, reducen el costo por consumo ya que su tiempo de utilización son muy extensos además por el tiempo de vida de estos dan entre 50 mil horas hasta 80 mil horas según estudios realizados en laboratorios que proveen estos tipos de luminarias.

#### ***2.7.3.1 Características de utilización en exteriores***

- No emite brillos molestos
- Sin contaminación visual
- Enciende Inmediatamente
- Resistente a impactos, a pruebas de shock
- Larga vida de utilización
- Amigable con el medio ambiente
- No requiere de 120V de forma convencional
- No produce calentamiento
- Eficaz en su radiación luminosa

## 2.8. Propiedades Eléctricas entre Lámparas

Existen diferencias entre tipos de lámpara entre estas tenemos las más comunes que se utilizan en la actualidad, se lo presenta en esta Tabla 3, con algunas características descriptivas de cada una:

Tabla 3. Propiedades Técnicas

Fuentes: Los Autores

PROPIEDADES TÉCNICAS DE LAMPARAS		
	SODIO DE ALTA PRESIÓN	LED
Potencia (W)	100	66
Tensión de lámpara ( $V_{ac}$ )	100	85-264
Tensión de lámpara ( $V_{dc}$ )	000	12-36
Flujo Luminoso (Lum)	10500	4200
Eficiencia (Lum/W)	105	80
Temperatura por color (K)	2000	5000 - 7000
Vida Útil (Horas)	32000	50000

## 2.9. Aspectos generales de Iluminación

Los sistemas de alumbrado público ofrecen un nivel de eficiencia considerablemente alto que garantiza la seguridad de los transeúntes. Por esta razón, la decisión sobre la distribución de las lámparas debe ser la mejores, esto hará que la parte que iluminara opere indistintamente del sitio geográfico donde valla a ser instalado. Se muestra en la Figura 10.

1. Instalación unilateral
2. Instalación bilateral intercalada
3. Instalación bilateral simétrica
4. Instalación con suspensión horizontal
5. Instalación simétrica centrada

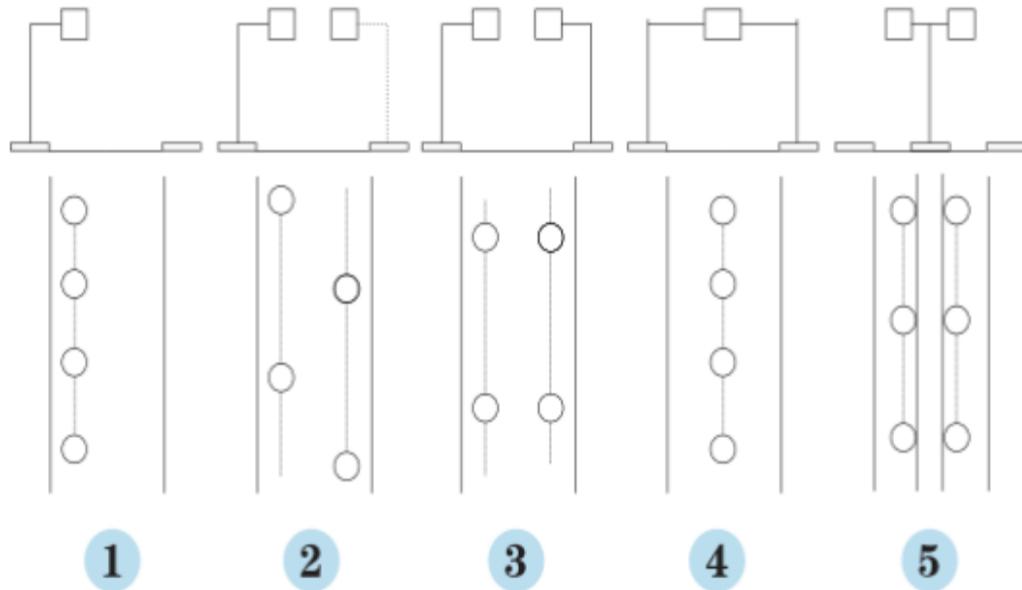


Figura 10. Disposición de luminarias para alumbrado público

Autor: (Vargas, 2015)

Aquí podemos ver factores como la altura del poste metálico, el tipo y potencia de las lámparas y también la Inter distancia entre poste.

### 2.9.1 Factores de distanciamiento

En la siguiente Tabla 4, se muestra valores predefinidos para cada tipo de disposición de puntos de luz con relación entre la altura (h) de la luminaria y la anchura (a) del calzado.

Tabla 4. Tabla de disposición de luminarias

Fuente: Los Autores

Disposición	Relación h/a	
	Valor mínimo	Valor máximo
Disposición Unilateral	0,85	1,00
Disposición Bilateral (Zigzag)	0,50	0,66
Disposición Bilateral Opuesta	0,33	0,50
Disposición Central Doble	0,85	1,00

En la siguiente Tabla 5, proporciona según el nivel donde está ubicada la lampará la cantidad de flujo luminoso que se requerirá:

Tabla 5. Tabla de flujo luminoso

Fuente: Los Autores

Flujo Luminoso	Altura de montaje (mts)
Inferior a 15	Inferior a 7,5
15 – 20	7,5 – 9
20 – 40	9 – 12
Superior a 40	Superior a 12

### 2.9.2 Clasificación de las Vías

Se toma en consideración a (Bejarano A. , 2011) porque menciona en vista de seguridad y de comodidad, la manera más ideal es que todas las vías públicas alcancen un nivel de iluminación elevada. Pero por razones económicas no es posible particularmente en zonas rurales, y a nivel urbano tampoco el mismo nivel a todas las vías.

Se ha clasificado las vías públicas como se ve en la Tabla 6. Que según los diferentes requerimientos estos sean por el nivel de circulación tanto de vehículos o peatones para un sector específico.

Tabla 6. Clasificación de vía según velocidad

Fuente: (Vargas, 2015)

Clasificación	Tipo de Vía	Velocidad del tráfico en Km/h
A	Alta velocidad	$V \geq 60$
B	Velocidad moderada	$30 \leq V \leq 60$
C	Carriles de bicicleta	-
D	Baja Velocidad	$5 \leq V \leq 30$
E	Peatonales	$5 \leq V$

### 2.9.3 Clasificación de nivel de iluminación

Así como se clasifican el sistema de localización en la Tabla 7, también se clasifica los diferentes niveles de iluminación propia de cada localización que corresponde a las figuras anteriores, en la siguiente tabla se mostrara los parámetros fotométricos de iluminación y luminancia media característica de cada vía.

Tabla 7. Clasificación de nivel de iluminación

Autor: (Vargas, 2015)

Tipo de Via	Iluminancia Media (Lux)	Luminancia media (Cd/m <sup>2</sup> )
A	35	2
B	35	2
C	30	1,9
D	28	1,7
E	25	1,4

### 2.9.4 Relación de Flujo Luminoso en diferentes aspectos de altura

En relación con la Tabla 8 y Tabla 9, se define la altura donde se instalará las lampará para cubrir los requerimientos de iluminación en relación de flujo luminoso

Tabla 8. Relación de Flujo luminoso vs altura de montaje

Autor: (Vargas, 2015)

Flujo de Lampara (Lum)	Altura (m)
$3000 \leq \text{lúmenes} \leq 10000$	$6 \leq \text{altura} \leq 8$
$10000 \leq \text{lúmenes} \leq 20000$	$8 \leq \text{altura} \leq 10$
$20000 \leq \text{lúmenes} \leq 40000$	$10 \leq \text{altura} \leq 12$
$\text{Lúmenes} \geq 40000$	$\text{Altura} \geq 12$

Tabla 9. Rendimiento entre luminarias de sodio de alta presión (HPS) y LED

Autor: Los Autores

Altura de Montaje y Tipo de Luminaria	6 m Superficie 160 m <sup>2</sup>	8 m Superficie 260 m <sup>2</sup>	10 m Superficie 429 m <sup>2</sup>	12 m Superficie 640 m <sup>2</sup>
<b>HPS 250 W</b> $\eta = 55$	200 lux	123 lux	75 lux	50 lux
<b>HPS 150 W</b> $\eta = 55$	103 lux	63 lux	38 lux	26 lux
<b>LED 168 W</b> $\eta = 70$	79 lux	48 lux	29 lux	20 lux
<b>LED 112 W</b> $\eta = 85$	53 lux	32 lux	20 lux	13 lux
<b>LED 90 W</b> $\eta = 85$	78 lux	48 lux	29 lux	20 lux
<b>LED 60 W</b> $\eta = 85$	53 lux	33 lux	20 lux	13 lux

## 2.10. Radiación Solar en el Ecuador

Actualmente nuestro país posee valores de la radiación global promedio gracias al “Atlas Solar” se lo utiliza para acompañamiento e identificar los niveles de radiación solar que puede Generar

Energía Eléctrica por paneles fotovoltaicos mismo que es presentado por (ARCONEL, 2013) y los datos son los siguientes de la Tabla 10:

Tabla 10. Índice de Radiación Solar 2017

Fuente: Atlas Ecuador 2017

<b>Radiación Atlas Solar, CONELEC</b>	
<b>MES</b>	<b>Radiación Promedio (kWh/m<sup>2</sup> x día) (6)</b>
Enero	4,41
Febrero	4,48
Marzo	4,68
Abril	4,36
Mayo	4,27
Junio	4,14
Julio	4,30
Agosto	4,62
Septiembre	4,92
Octubre	4,88
Noviembre	4,93
Diciembre	4,83

### 2.10.1 Irradiancia

Es una unidad que permite medir la radiación que produce el sol, a la vez describe la potencia que incidente en superficie de cualquier tipo, la unidad que se lo identifica su medida es W/m<sup>2</sup> (Peña, Retrieved Febrero Ene, 2015)

### 2.10.2 Irradiación

Es la energía que el sol emite y es proyectada sobre una superficie en un tiempo considerable y viene dado en Wh/m<sup>2</sup> o kWh/m<sup>2</sup> (Peña, Retrieved Febrero Ene, 2015)

## 2.11. Requerimientos Técnicos Particulares

El Poste Metálico es una pieza muy importante, es una estructura metálica que soporta todos los elementos que consiste para el alumbrado público. Estos elementos son los que están a la intemperie en climas que van desde húmedo hasta seco, y hasta ambiente estivo salino. De acuerdo con la siguiente tabla servirá de acuerdo con sus dimensiones. Tabla 11 presenta todo tipo de información como especificaciones técnicas mínimas requeridas según el requerimiento de donde se vaya a realizar la instalación del equipo.

Tabla 11. Características de poste metálico

Autor: (ESP, 2017)

POSTES METALICOS PARA ALUMBRADO PUBLICO							
Descripción	Carga de Rotura (Kg)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Placa de la Base			Diámetro en los huecos (mm)
				Espesor (mm)	Lado (mm)	Diámetro entre huecos (mm)	
Poste 8 mts	300	125	3	12	350	250	22
Poste 9 mts	350	127	3	12	350	300	22
Poste 10 mts	400	127	3	12	400	300	22
Poste 12 mts	500	135	3	12	400	300	22
Poste 14 mts	500	135	4	19	500	400	24
Poste 16 mts	500	140	4	19	500	400	24

Para tener detalles sobre los pernos que sujetan las bases, también poseen especificaciones técnicas. Se deben obtener pernos de anclaje como nos indica en la Tabla 12.

*Tabla 12. características de base para anclaje*

*Autor: (CODENSA-S.A., 2017)*

<b>Poste Metálico para Alumbrado Público</b>						
<b>Anclaje a la Base</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Perno de Anclaje</b>				<b>Base de Concreto</b>	
	<b>Diámetro del perno (mm / pulg.)</b>	<b>Diámetro entre pernos (mm)</b>	<b>Longitud del Perno (mm)</b>	<b>Longitud doblada (mm)</b>	<b>Profundidad (mm)</b>	<b>Lado (mm)</b>
Poste 8 mt	19 (3/4")	250	1200	100	1100	350
Poste 9 mt	19 (3/4")	300	1200	100	1100	450
Poste 10 mt	19 (3/4")	300	1200	100	1100	450
Poste 12 mt	19 (3/4")	300	1500	150	1300	450
Poste 14 mt	22 (7/8")	400	1500	200	1300	550
Poste 16 mt	22 (7/8")	400	1500	200	1300	750

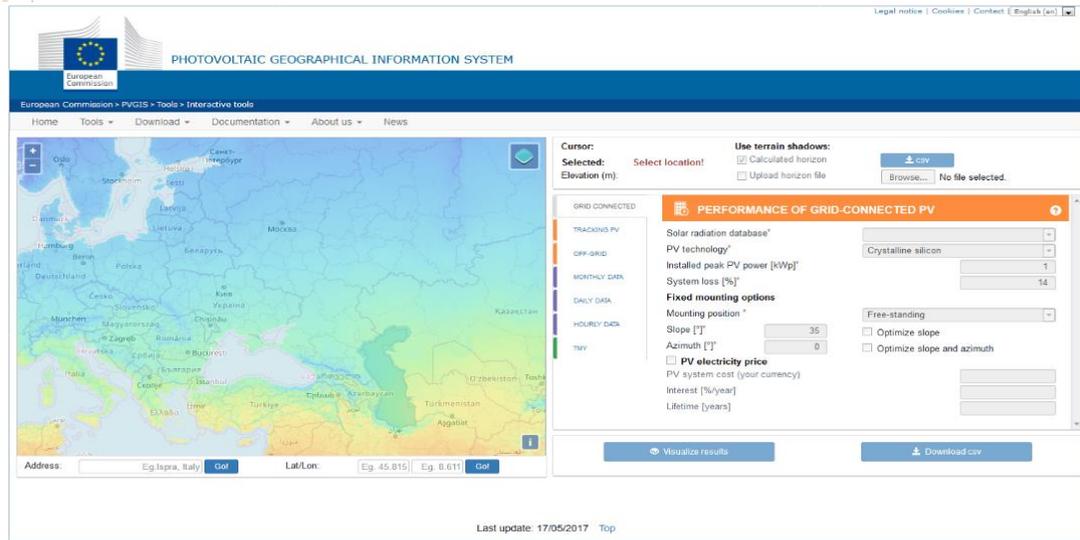
## **2.12. Software PVGIS-5**

Es un sitio web libre y de forma gratuita que se encuentra disponible en varios idiomas en inglés, francés, español. Se lo utiliza para estimar información de producción de energía eléctrica solar de un sistema fotovoltaico e información sobre la radiación solar y el rendimiento de este para cualquier lugar del mundo.

Esta aplicación puede calcular la generación de electricidad potencial en forma anual o mensual como nos da de referencia en la Figura 11.

Figura 11. Software PVGIS-5

Fuente: Personal Data on JRC Corporate Web Presences



### 2.12.1 Características

Con características a accesos:

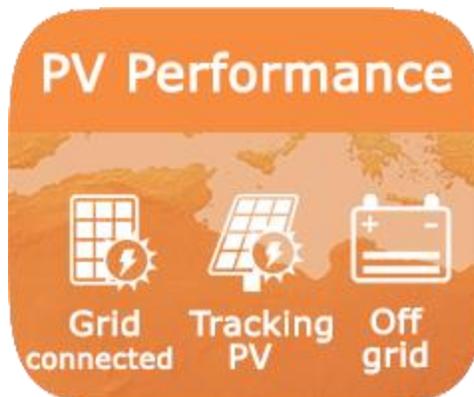
- Un sistema para diferentes tecnologías y configuraciones de sistemas sean conectados a la red o sistemas independientes (autónomos).
- Datos como radiación solar y temperatura en diferentes tiempos de años tanto en forma promedios mensuales o formas diarias. Figura 12.
- Varios horarios de radiación solar y rendimiento.
- Luego, obtendrá gráficos y tablas, mostrará un valor estimado de la cantidad diaria de energía eléctrica que recibirá en el tiempo de un mes el sistema fotovoltaico Solar Home con las propiedades que ingresó (utilizando la inclinación óptima, si así lo solicitó). También muestra la producción media anual por día y proporciona datos estadísticos. Dado en la Figura 13.



*Figura 12. Simulación Radiación Solar*  
*Fuente: Stephen Queso, Director General de PVGIS*



*Figura 13. Meteorología Típica Anual*  
*Fuente: Stephen Queso, Director General de PVGIS*



*Figura 14. Configuración FV*  
*Fuente: Stephen Quest, Director General de PVGIS*

Este tipo de software puede realizar más específicos cálculos como:

- *Rendimiento de la energía fotovoltaica conectada a la red:* Aquí puede calcular la producción de energía a largo plazo de forma promedio SFV conectados a la red eléctrica convencional para que la energía que se genere pueda utilizar localmente o enviarse a la

red. Esto funciona para sistemas fotovoltaicos fijos, donde los módulos fotovoltaicos se montan independiente o en un edificio.

- *Rendimiento de los sistemas fotovoltaicos de seguimiento:* Aquí puede calcular la generación de energía a mediana a largo plazo de los sistemas fotovoltaicos que están conectados a la red convencional donde los módulos se colocan en un montaje de seguimiento solar para que los módulos reciban más luz solar.
- *Rendimiento de los sistemas fotovoltaicos fuera de la red:* Esta herramienta le permite realizar cálculos en los SFV que no se encuentren conectados a las redes eléctricas convencionales pero que utilizan baterías como almacenamiento de energía.
- *Radiación mensual:* Con este instrumento pueden tener resultados con datos como temperatura y radiación promedio mensual para cada mes durante un rango de años.
- *Radiación diaria:* Aquí puede calcular la irradiancia solar media y la temperatura durante el día durante un día medio de cada mes.
- *Radiación por hora:* Esta herramienta le permite descargar una serie temporal de valores de radiación solar y / o energía fotovoltaica por hora.

### **2.12.2 Forma de utilización**

Los anexos del 7 al 9 son imágenes del software funcionando, se añaden datos básicos como lugar que se realizara el análisis y datos característicos que se pueden obtener de fichero técnico del equipo para dar como resultado en la simulación información que permitirán saber su funcionamiento sea de forma diaria, semanal, mensual y hasta anual.

El software al ser libre solo nos provee de información no muy actualizada así que tendríamos todo tipo de información de la radiación solar hasta el 2015. Se lo denomina una relación entre el flujo de la superficie que se estudia y el emitido por la lámpara, esta gráfica corresponde como ejemplo que se muestra en la Figura 15. los valores del Factor de Utilización.

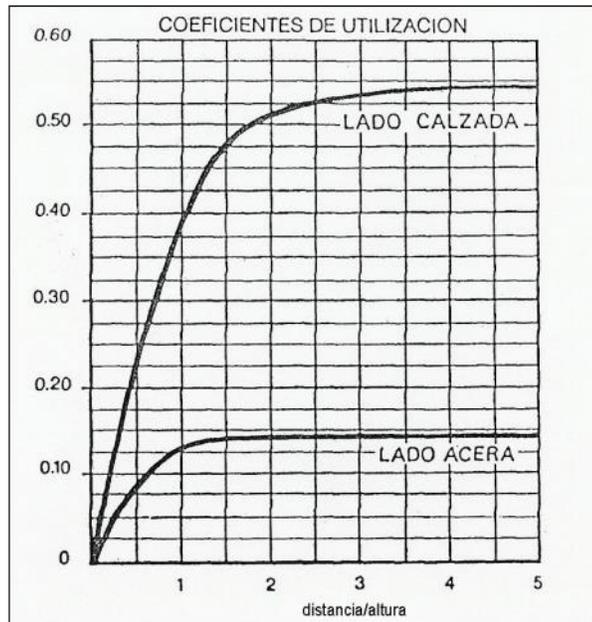


Figura 15. Factor de Utilización

Fuente: Software VisualLight v2

## **CAPITULO 3: SITUACION ENERGETICA ACTUAL COMUNA MASA 2**

---

### 3.1. Introducción

En la actualidad carece del servicio eléctrico en la comuna de una forma continua como se ve en la Unidad Educativa Básica – Simón Bolívar que salen en la Figura 16, Figara 17 y en la Figura 18, sin embargo, que describen como generadores residenciales que producen energía eléctrica, en horarios diversificados para cada vivienda. Existen 23 Familias mismas que habitan en 17 viviendas donde 14 de ellas poseen generador eléctrico de forma propia las faltantes no disponen de los generadores ya mencionados anteriormente es decir a cambio de un valor económico poder abastecerse de energía eléctrica.

En el presente proyecto tiene se planifico proporcionarle un servicio eléctrico de forma continua y sustentable ya que no disponen de una iluminación en la vía principal, así los habitantes podrán disponer en horarios nocturnos y sin costo o preocupación en términos económicos por la utilización de los equipos.

Para la descripción de la situación actual en que la comuna Masa 2 respecto a su suministro energético. Hacemos realce a esta descripción que es una misión por parte de estudiantes de la Ingeniería Eléctrica – P55 y la Universidad Politécnica Salesiana por la vinculación de los habitantes del sector.

Realizamos encuestas descriptivas para cada vivienda en la cual hacíamos referencia a las necesidades para este nuevo proyecto en la comuna las cuales fueron respuestas que daban toda la acogida por parte de los habitantes poniendo en marcha la implementación de Alumbrado Público como uno de los requerimientos.



*Figura 16. Escuela Educativa Básica Simón Bolívar Masa 2*

*Fuente: Los Autores*



*Figura 17. Escuela Educación Básica Simón Bolívar (LADO POSTERIOR)*

*Fuente: Los Autores*



*Figura 18. Escuela Educación Básica Simón Bolívar (LADO POSTERIOR 2)*

*Fuente: Los Autores*

### **3.2. Generadores Domésticos a Gasolina**

El uso de estos generadores (Figura19) que están en funcionamiento son por horas limitadas durante todo el día; donde ocasionan a los habitantes disgusto por el ruido que producen como el gasto por cada uso de funcionamiento porque poseen productos eléctricos que se requiere del suministro eléctrico.



*Figura 19. Generadores Eléctricos a combustión*

*Fuente: Los Autores*

La potencia de los generadores que se encuentran en la comuna estan entre 3 KW a 5 KW, en el consumo de combustible que consume entre uno o dos galones de gasolina aproximadamente. La utilización de generadores de energía eléctrica permite solventar la mayoría de los electrodomésticos en la vivienda, pero a cambio de un costo elevado, junto con el costo de necesario de combustible para la puesta de funcionamiento. (Figura 20)



*Figura 20. Generadores Eléctricos a combustión*

*Fuente: Los Autores*

Los generadores eléctricos que se muestra en la ilustración donde se suministra una potencia alrededor de 2,2 KW y posee un solo toma corriente como punto de alimentación (Figura 22), mismo que proporciona una tensión de 120 V, donde es el punto de distribución para el sistema eléctrico de la vivienda. (Figura 21)

Fault Locations with Feeders		Short-Circuit Calculation / Method : VDE 0102		1-Phase to Neutral / Max. Short-Circuit Currents							
Asynchronous Motors Always Considered		Grid Identification Automatic		Short-Circuit Duration Break Time							
		Conductor Temperature User Defined No		Fault Clearing Time (lth) 1,00 s							
				c-Voltage Factor User Defined No							
Grid: Grid		System Stage: Grid		Annex: / 1							
	rtd.V. [kV]	Voltage [kV]	c- Factor	Sk" [MVA/MVA]	Ik" [kA/kA]	ip [kA/kA]	Ib [kA]	Sb [MVA]	EFF [-]		
Single Busbar											
BB	A 220,00	0,00	0,00	1,10	9,12 MVA	0,07 kA	-88,40	0,18 kA	0,07	9,12	0,00
	B	128,00	-107,50		0,00 MVA	0,00 kA	0,00	0,00 kA	0,00	0,00	0,00
	C	128,00	110,71		0,00 MVA	0,00 kA	0,00	0,00 kA	0,00	0,00	0,00
Generador											
	A				9,12 MVA	0,07 kA	-88,40	0,18 kA			
	B				0,00 MVA	0,00 kA	0,00	0,00 kA			
	C				0,00 MVA	0,00 kA	0,00	0,00 kA			

Figura 21. Diagrama del circuito completo de una vivienda de LA COMUNA MASA 2

Fuente: Los Autores

El combustible para el funcionamiento de los generadores domésticos es la Gasolina Extra (EcoPaís) y es colocado en la parte superior donde se encuentra como depósito que posee capacidad de almacenaje de 3 GL. La problemática más notable al momento de su puesta en funcionamiento es el ruido que produce el equipo y los gases que emite por la quema de la gasolina. Por esas razones de este motivo se encuentran instaladas en exteriores, alejadas de lo que más se pueda de las viviendas.

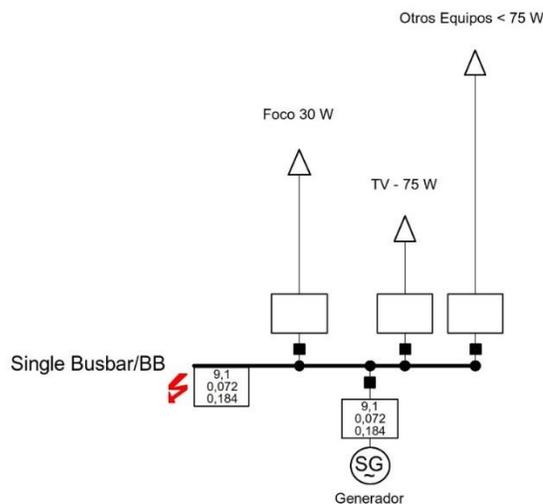


Figura 22. Reporte de Simulación DigSILENT

Fuente: Los Autores

### 3.3. Datos técnicos para el proyecto: Informe Técnico de datos adquiridos de Masa.

Al conversar con la Señora Viviana Bonilla, denominamos representante del grupo de habitantes de la Comuna Masa 2, notamos que en la actualidad la comuna ya existe un sistema de energía eléctrica pero suministrada por cada vivienda por generadores particulares nos acercamos a los lugares donde los guardan, estos sitios estan hechos de manera improvisada con madera, caña como estructuras y paredes respectivamente y para cubrirlos del clima soleado o lluvioso un improvisado techo de zinc como se ve en la Figura 23, pero lamentablemente dichos equipos poseen un consumo muy elevado en términos de dinero, mantenimiento, en la puesta en funcionamiento con respecto al tiempo de utilización efectiva del mismo.

Al mismo tiempo nos dimos cuenta, de igual manera por la representante del grupo de la Comuna informo que viven los habitantes a diario por la insuficiencia del suministro eléctrico. Problemas de salud por falta de atención de médicos, que presten el servicio en caso de emergencia y educación, el traslado de los profesionales que van desde la ciudad de Guayaquil hacia Comuna Masa 2.

Se realizo una encuesta que nos permitió conocer más afondo la situación actual de los habitantes, nos permitió conocer la cantidad de personas que habitan, a la vez que cantidad de personas existe en cada casa, cuantos niños asisten a la escuela que posee la comuna, entre algunos detalles importantes (VER AÑEXOS - ENCUESTA).



*Figura 23. Vía principal de la Comuna Masa 2*

*Fuente: Los Autores*

### 3.4. Requerimientos de instalación en un SFV

En una instalación de los paneles solares se debe tener consideraciones en puntos importantes mencionados a continuación

#### 3.4.1 Estructura del soporte

Es la parte más importante que hace de soporte todos los elementos y/o equipos del sistema fotovoltaico. Figura 24 se muestra en forma didáctica del tipo de estructura.

- La estructura de soporte donde los paneles van a ser instalados debe tener el ángulo correcto de inclinación.
- Tubo negro metálico de 4 pulgadas de diámetro de 3mm de espesor.
- Base plancha metálica soldada con el tubo metálico para soporte.
- Soporte de la base empotrada en la superficie de la tierra.
- Base de hormigón armado (PLINTON) para mejoramiento de sostenibilidad y estabilidad de todo el equipo
- El material de la estructura que deberían estar constituidos a la resistencia de corrosión, se recomienda el uso de materiales como el acero galvanizado y el aluminio; sin embargo, por costos elevados se elaboró con tubo de hierro negro con acabado en pintura anticorrosiva para evitar el deterioro.

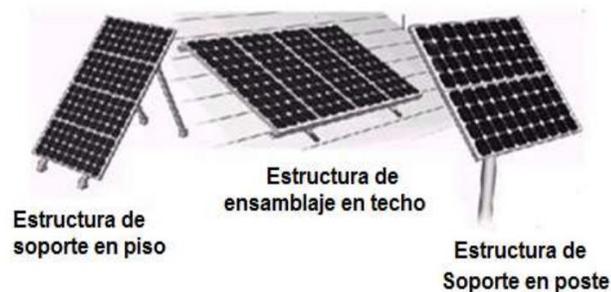


Figura 24. Estructura de soporte

Fuente: Ste-solar, estructuras paneles solares

### **3.4.2 Sistema de Batería**

Para los equipos adquiridos e instalados en la Comuna se encuentra hecho todo un solo equipo compacto. Esto mismo dice que las baterías se encuentran dentro del equipo de iluminación (Luminaria) como uno solo.

Las características principales que deben tener sea este método o el método que se encuentran en la intemperie. Así mismo, estos elementos deben estar a la vez lo más cerca posible, esto permitirán casos como caída de tensión. Se les dio a los usuarios de la Comuna Masa 2.

### **3.4.3 Montaje de paneles fotovoltaicos.**

Deben ser de materiales resistentes y principalmente inoxidable como de acero galvanizado, mismo que sirve para evitar la corrosión.

- La estructura general (POSTE), debe ser fijado al suelo con pernos y tuercas
- Los paneles son sujetados por pernos inoxidables en la estructura del poste.
- La estructura y los paneles que soportan son del mismo material se recomiendan aislarlos.

La estructura debe ser instalado estando desde la superficie del suelo mismo que se debe hacer una base de cimentación con hormigón armado como soporte del tubo y el panel solar a continuación se aprecia los diversos tipos de anclaje como soporte de las estructuras.

### **3.4.4 Ubicación de las luminarias**

Para la instalación de las luminarias fotovoltaicas, se debe escoger el lugar más propicio a su requerimiento que es iluminar la vía principal de la Comuna Masa 2, Golfo.

Recomendaciones para el lugar de instalación: El detalle más importante que se realizó fue encontrar un lugar despejado donde no existen elementos que provoquen sombra en la parte superior de las celdas solares de la luminaria, también tener presente la dirección y sentido según el ángulo de apertura de 120 °C que posee la luminaria para no tener franjas sin iluminar.

### 3.4.5 Requerimientos importantes para la adquisición del Panel Solar

Cuando queramos comprar un módulo FV, al proveedor se debe indicar la potencia que será necesaria. La potencia módulo FV se expresa en vatios pico (Wp).

La cantidad de radiación que refleja un día determinado, sobre las celdas fotovoltaicas que expresan en unidades de KWh/m2/día o horas pico de sol (HSP). Esta información se lo obtiene en el documento del “Atlas Solar” con finalidad de generación eléctrica. (CONELEC, 2008)

### 3.5. Tabla de nivel de contaminación ambiental – situación actual

Según nuestra investigación obtenido por el resultado de la ecuación en promedio de consumo de combustible en los hogares promedio es de 60 galones de gasolina al mes. Una tasa de salida de dióxido de carbono que se tiene como ejemplo del año 2016 promedio en forma nacional para la electricidad fue de 998,4 lb de CO<sub>2</sub> por megavatio-hora. (Gabriela Patricia Melo Castillo, 2018)

Tener en cuenta que las ecuaciones utilizadas no resultan de forma exacta si se utilizan números redondeados valores obtenidos son para tener idea de la emisión. Para tratar los niveles de gastos por cada vivienda la Tabla 13. Tiene un análisis de costos por la utilización y funcionamiento de los generadores domésticos.

$$\begin{aligned}
 &Gl \rightarrow Tn [CO_2] \\
 &60 \text{ Gl} \times \frac{\text{Barril}}{42 \text{ Gl}} \times \frac{419,61 \text{ Kg de } CO_2}{1 \text{ Barril}} \times \frac{Tn}{1000 \text{ Kg}} \\
 &= 0,60 \text{ Tn merica de } CO_2 \text{ al mes}
 \end{aligned}$$

Tabla 13. Gastos y costos por uso de funcionamiento de generadores domésticos  
Fuente: Los Autores

<b>GATOS Y COSTOS PARA FUNCIONAMIENTO DE GENERADORES ELECTRICOS</b>					
<b>Itms</b>	<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>
1	Combustible EcoPais	60,00	Galón	\$ 1,78	\$ 106,80
2	Lubricante para motor	1,00	Litro	\$ 6,00	\$ 6,00
3	Mantenimiento Basico	1,00	Unidad	\$ 5,00	\$ 5,00
					<b>\$ 117,80</b>

## **CAPITULO 4: PLANTEAMIENTO Y SOLUCION DE LA PROBLEMÁTICA**

---

## 4.1. Introducción

El objetivo del proyecto es la iluminación de la vía principal por medio de luminarias para alumbrado público autosustentables con SFV con el fin de generar un estado agradable para la visión en horarios nocturnos para los peatones o transeúntes de tal forma que se logre aumentar el flujo de la circulación de estos en horarios nocturnos creando condiciones confortables con visibilidad aceptable.

Antes de realizar diseño eléctrico se debe realizar inspecciones y toma de información necesaria, que permita realizar los cálculos correspondientes para el dimensionar de los equipos eléctricos que se requerirán para la instalación.

Analizaremos varios factores como son la parte social, técnica, estructural, económica y eléctrica para el diseño del sistema fotovoltaico como son:

- Información de los beneficios.
- Verificación de la iluminación requerida.
- Uniformidad de iluminación en la superficie.
- Limitaciones de deslumbramiento.
- Selección adecuada de luminaria.
- Diseño de Planos Eléctricos actuales del área de iluminación Unidad Educativa Básica – Simón Bolívar.

## 4.2. Solución de la problemática

- El plan es implementar en la Comuna luminarias que iluminen la vía el acceso.
- Desarrollo de perspectivas en el ámbito energético para implementar cualquier tipo de sistema fotovoltaico.
- Proveer de una tutoría organizada sobre los modelos de proyectos, utilización y manipulación de los equipos fotovoltaicos.
- Identificar opciones estrategias para la implementación de nuevos proyectos en materia de energía solar.

### 4.3. Aspecto financiero de un sistema fotovoltaico

Este aspecto del sistema fotovoltaico se da muestra como un manual que se plantea las características de los proyectos FV. Con los cuales pueden desarrollarse criterios para implementación de un SFV dentro del mercado eléctrico de nuestro país. La Figura 25 mostrara las opciones del análisis FODA que se utilizó en el proyecto.

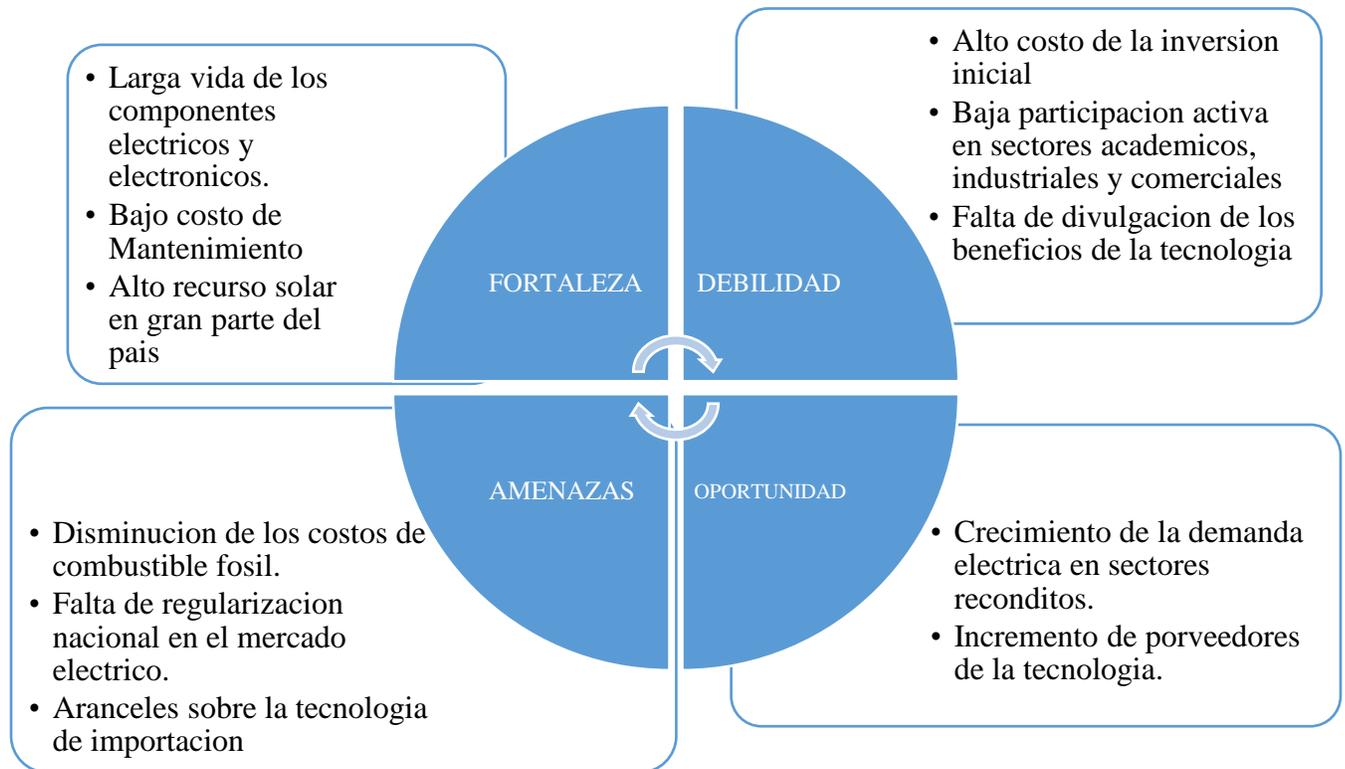


Figura 25. Análisis FODA en el sistema Fotovoltaico

Fuente: Los Autores

### 4.4. Propuesta del proyecto, Datos y Ficheros Técnicos

Según las clasificaciones de las disposiciones como muestra en la Figura 25, que existen en la distribución de iluminación más adecuado por su composición se utiliza la localización unilateral donde los postes de alumbrado serán colocados a la orilla de la carretera principal de la comuna.

#### 4.4.1 Dimensionamiento área a iluminar

Los datos que se muestran son información básica obtenido de la comuna como se muestra en la Figura 26, vista previa de la comuna masa 2 y la vía principal es donde nos enfocamos para la toma medidas como son las dimensiones de largo y ancho de la vía principal.

Largo de la Calle: 290m

Ancho de la Calle: 10m

Area: 2900m<sup>2</sup>

Ubicación Geográfica UTM: X=623979 Y= 9753799

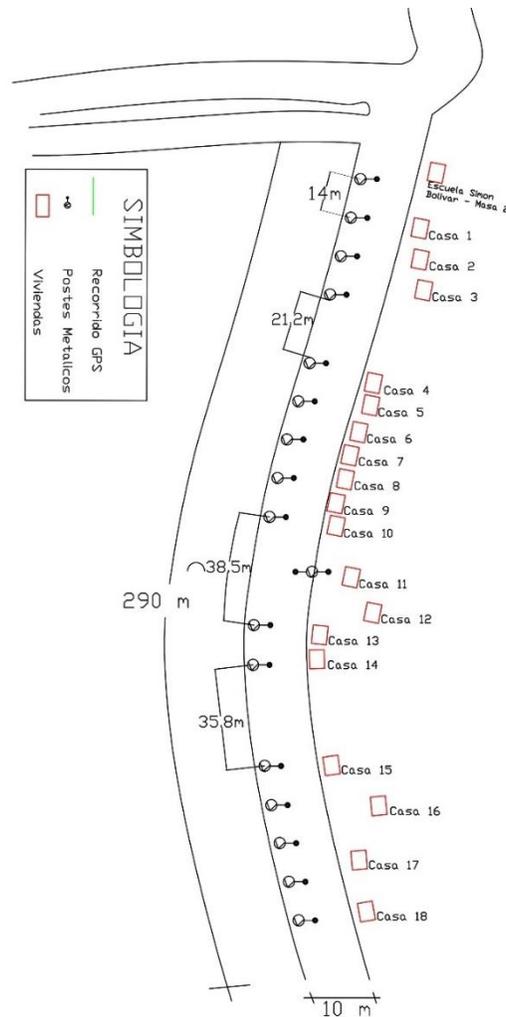


Figura 26. Dimensionamiento del Area Masa 2 – Plano Propuesto  
Fuente: Los Autores, AutoCAD

#### 4.4.2 Datos característicos de luminarias

Se eligen la altura de 8m con respecto entre el suelo y la luminaria, ya que comúnmente es la altura para iluminar la vía principal. Datos obtenidos para un óptimo calculo basados del capítulo 2; donde se utiliza valores de la Tabla 8. flujo luminoso y luminosidad. En la Figura 27 demostración del parte donde se deben tomar en consideración las medidas que se utilizaran

- |     |                                 |      |
|-----|---------------------------------|------|
| (1) | Altura del punto de Iluminación | 8 m  |
| (2) | Salida del punto de iluminación | 0 m  |
| (3) | Inclinación del brazo           | 10 ° |
| (4) | Longitud del brazo              | 1 m  |

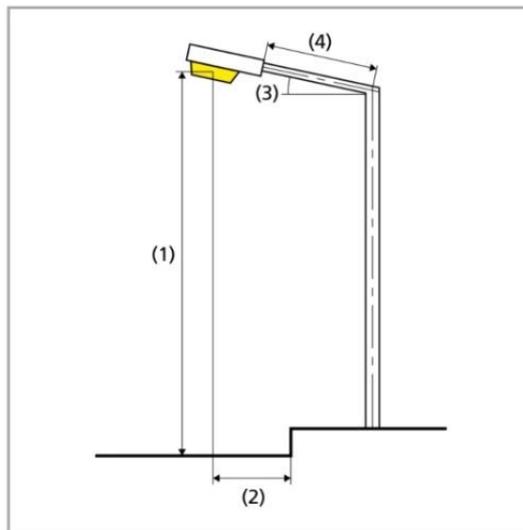
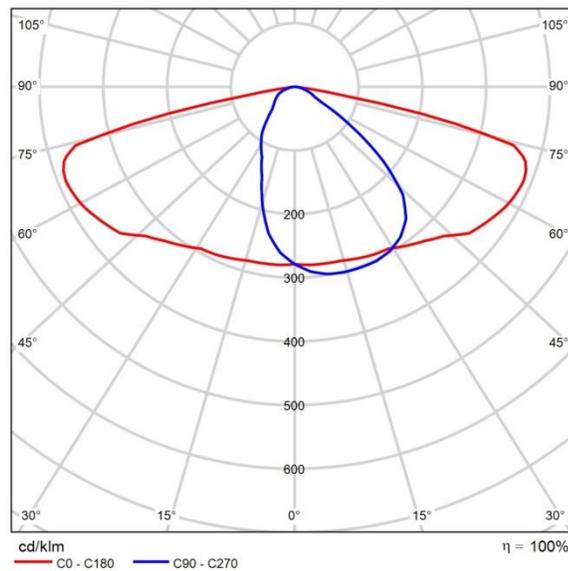


Figura 26. Dimensiones y características para iluminación  
Fuente: Los Autores, DIALux EVO

#### 4.4.3 Fichero Técnico de Luminaria

Información previa requerida para una correcta adquisición de la lámpara es la ficha técnica, información importante como área de iluminación, cantidad de flujo luminoso, altura mínima recomendada por el fabricante en la Figura 27, se muestra. A su vez también puede obtenerse a través de Software, en nuestro caso DiaLUX dará ficha técnica revisando las características de tipo de luminaria que valla a requerir.

Area de Iluminación:	260 m <sup>2</sup>
Flujo Luminoso:	10000 Lum
Iluminación Media:	25 Lux / 1,4 Cad/m <sup>2</sup>
Potencia de la Luminaria:	100 W
Tipo de Luminaria:	LED
Eficiencia (η):	99,95%



CDL polar

Figura 27. Fichero Técnico de Luminaria  
Fuente: Los Autores, DIALux EVO

#### 4.4.4 Irradiación Solar

Valor obtenido de la Tabla 10 de Radiación Solar Ecuatoriana en cantidades mensuales se realiza el cálculo promedio de todos los meses para la utilización de los cálculos requeridos

$$I_s = 4,57 \frac{kWh * dia}{m^2} \text{ mensual}$$

$$I_s = 1724 \frac{kWh * dia}{m^2} \text{ Anual}$$

#### 4.5. Dimensionamiento sistema de alumbrado publico

En esta parte de cálculos son donde serán obtenidos para la construcción de nuestro receptor de radiación solar tanto como sus dimensiones, capacidad y potencia requerida.

##### 4.5.1 Demanda Energética

El resultado final será la cantidad de energía de demanda es decir el consumo que va a presentar durante el funcionamiento de esta. Se considerará una cantidad de 1 unidad en luminaria por cada poste ya que será la iluminación de forma unilateral como se muestra en la Figura 10 la clasificación de iluminación según las carreteras

De = Demanda requerida

P<sub>t</sub> = Potencia de la luminaria

N<sub>t</sub> = Cantidad de Luminarias por poste

t = Tiempo de uso

$$De = P_t * N_t * t \quad (7)$$

$$De = 100W * 1 * 12h$$

$$De = 1200 \frac{Wh}{dia}$$

##### 4.5.2 Potencia total del arreglo de paneles

Obtención total de la capacidad que pueda generar la celda solar fotovoltaica, según la capacidad que dé como resultado esto podrán elegir cual mejor si de material policristalino o monocristalino; cada uno con distintos beneficios para la captación de energía solar de forma más favorable.

$P_{tap}$  = Potencia pico o total por luminaria

$F_{cp}$  = Factor por compensación de perdidas

$De$  = Demanda requerida

$I_s$  = Irradiación Solar

$$P_{tap} = \frac{F_{cp} * De}{I_s} \quad (8)$$

$$P_{tap} = \frac{0,9 * 1200 \frac{Wh}{dia}}{4,57 \frac{Wh * dia}{m^2}}$$

$$P_{tap} = 236,32 \text{ Wp}$$

$$P_{tap} \approx 250 \text{ Wp}$$

#### 4.5.3 Rendimiento del Sistema Fotovoltaico

0,9 → 90%; se considerará este valor como el nivel de eficiencia que se utilizara, no se requiere realizar calculo es un valor que destino que sea.

#### 4.5.4 Numero de paneles fotovoltaicas

Favorece para poder plantearnos el espacio requerido y la cantidad de celdas solares a utilizar. En este tipo de cálculo van a variar según el nivel de demanda que vaya a tener como carga conectada

$N_{pfv}$  = Numero de paneles fotovoltaico

$E$  = Energía Total

$I_s$  = irradiación solar

$P_{tap}$  = Potencia total de arreglo de los paneles

$$N_{pfv} = \frac{E}{0,9 * (P_{tap} * I_s)} \quad (9)$$

$$N_{pfv} = \frac{1200 \frac{Wh}{dia}}{0,9 * \left( 250Wp * 4,57 \frac{Wh * dia}{m^2} \right)}$$

$$N_{pfv} = 1,16$$

$$N_{pfv} \approx 1$$

#### 4.5.5 Potencia del banco de batería

Al finalizar vamos a tener un valor general que vamos a requerir en total de baterías para abastecer la carga en nivel de potencia, en nuestro caso por el proyecto debemos tener presente el tiempo de funcionamiento de forma autónoma (Aut) considerando en número de días que no valla a recibir energía de las celdas solares para cargar la batería. Adicionalmente tener la consideración la descarga máxima (Dm) en términos de porcentaje, esto hace que el nivel de energía acumulada pueda ser utilizada hasta el nivel que vienen en fabrica y pueda ser utilizado.

$P_{TBB}$  = Potencia total

Aut = Autonomía

De = Demanda Energética

Eb = Eficiencia de batería

Dm = Descarga máxima

$$P_{TBB} = \frac{Aut * De}{Eb * Dm} \quad (10)$$

$$P_{TBB} = \frac{1 * 1200 \frac{Wh}{dia}}{99\% * 60\%}$$

$$P_{TBB} = 6060,60 \frac{Wh}{dia}$$

$$P_{TBB} \approx 6000 \frac{Wh}{dia}$$

#### 4.5.6 Capacidad del banco de batería

Con el valor calculado de la potencia total del banco de batería, aquí se requiere obtener la capacidad de esta. El nivel de voltaje ( $V_s$ ) es variable según el nivel de voltaje del equipo de la carga debe ser considerablemente mayor, se recomienda colocar para cargas de 12 Voltios un voltaje de batería de 12,5 voltios hasta 12,8 voltios.

$C_{TBB}$  = Capacidad total

$P_{TBB}$  = Potencia de banco de batería

$V_s$  = Voltaje de batería 12v

(11)

$$C_{TBB} = \frac{P_{TBB}}{V_s}$$
$$C_{TBB} = \frac{2600 \frac{Wh}{dia}}{12,8V}$$
$$C_{TBB} = 500 \frac{Ah}{dia}$$

#### 4.5.7 Numero de cantidad de batería

Es importante saber la cantidad de baterías que deben ir en el sistema fotovoltaico, esto permitirá saber dónde y cómo van a ser instaladas y el tipo de conexión que iremos a requerir para abastecer la carga necesaria.

$N_b$  = Numero de batería

$C_{TBB}$  = Capacidad total de banco de batería

$C_b$  = Capacidad de las baterías 150Ah/día

$$N_b = \frac{C_{TBB}}{C_b} \quad (12)$$

$$N_b = \frac{500 \frac{Ah}{\text{día}}}{150 \frac{Ah}{\text{día}}}$$

$$N_b = 3,33$$

## 4.6. Cálculo de distribución de poste

Segunda parte de la presentación de cálculos, en este sector vamos a requerir las informaciones básicas como las dimensiones antes medidas del área a iluminar. A La vez tendremos información donde van a estar una luminaria distanciada con respecto a la siguiente luminaria.

### 4.6.1 Distribución de localización de Luminarias

En el siguiente listado tendremos una variedad de información ya obtenidas anteriormente e información nueva como son los datos característicos tomados de la ficha técnica de las luminarias.

S = Área del tramo a alumbrar (m<sup>2</sup>) → 2900m<sup>2</sup>

L = Longitud de la calle (m) → 290m

A = Ancho de la calle (m) → 10m

N<sub>lum</sub> = Número de luminarias → ¿?

E<sub>m</sub> = Iluminación media (lux) → 25Lux

LLF = Factor de utilización → 85% = 0,8

Φ = Flujo luminoso (Lum) → 10000Lum

Cu = Factor de conservación → 0,4

η = Número de luminarias → 1

$$N_{lum} = \frac{E * S}{\Phi * \eta * Cu * LLF} \quad (13)$$

$$N_{lum} = \frac{25 * 2900}{10000 * 1 * 0,4 * 0,85}$$

$$N_{lum} = 21,32$$

$$N_{lum} \approx 21$$

#### 4.6.2 Espaciamiento entre luminarias

En esta presentación estamos la ecuación es sencilla para obtener la distribución entre una y otra luminaria.

ES = Espaciamiento de luminarias

L = Longitud de la calle (m) → 290m

$N_{lum}$  = Numero de luminarias → ¿?

$$ES = \frac{L}{N_{lum} - 1} \quad (14)$$

$$ES = \frac{290m}{21 - 1}$$

$$ES = 14,5m$$

$$ES \approx 14m$$

Como se aprecia en la Figura 26 el diseño en AutoCAD y en la Figura 28, Figura 29, Figura 30 la simulación en el Software DIALux podemos tomar conclusión que hay sectores donde a pesar de que se encuentran en estación abiertos no se requieren la cantidad de luminarias que mencionan los cálculos. El criterio nos basamos por parte (Electricidad, 2010), “menciona zonas de iluminación Urbana, Urbana Marginal, Rural, Rural Marginal” para la Iluminación de vías como Alumbrado Público de la comuna Masa 2 se selecciona como Zona Rural Marginal, tienen permitido iluminar donde más presente requerimiento; en este caso, las viviendas donde más concentración existe. El fin de aplicar este método es presentar reducciones de costo muy aparte de la optimización en el diseño de distribución de luminarias en la vía principal.

Comuna Masa 2

**Plano de situación de luminarias**

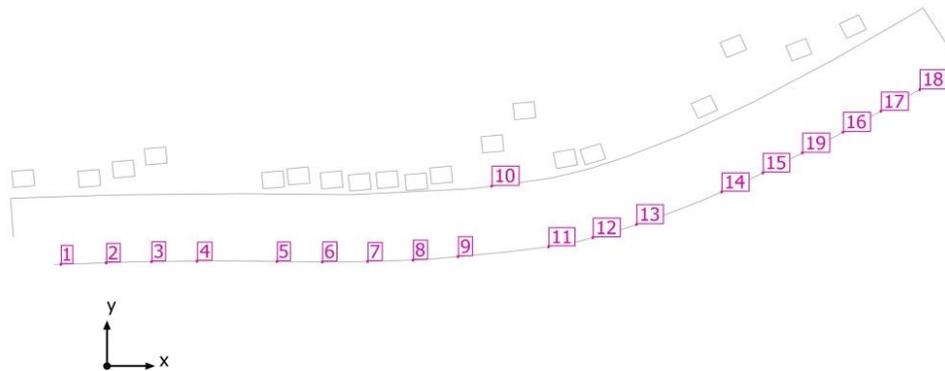


Figura 28. Distribución de Luminarias en el Territorio Masa 2  
Fuente: Los Autores, DIALux EVO

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
-14.276 m	33.233 m	9.000 m	1
-0.277 m	33.729 m	9.000 m	2
13.754 m	34.111 m	9.000 m	3
27.802 m	34.274 m	9.000 m	4
52.525 m	34.148 m	9.000 m	5
66.571 m	34.021 m	9.000 m	6
80.587 m	34.188 m	9.000 m	7
94.612 m	34.602 m	9.000 m	8
108.515 m	35.772 m	9.000 m	9
118.930 m	58.791 m	9.000 m	10
136.503 m	39.000 m	9.000 m	11
150.187 m	41.970 m	9.000 m	12
163.684 m	46.225 m	9.000 m	13

Figura 29. Detalle de distribución de luminarias - parte 1  
Fuente: Los Autores, DIALux EVO

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
190.016 m	56.890 m	9.000 m	14
202.757 m	63.114 m	9.000 m	15
227.540 m	76.400 m	9.000 m	16
239.256 m	83.251 m	9.000 m	17
251.265 m	90.289 m	9.000 m	18
214.957 m	69.581 m	9.000 m	19

Figura 30. Detalle de distribución de luminarias - parte 2  
Fuente: Los Autores, DIALux EVO

#### 4.7. Simulación luminotécnica, Proyectada

En esta presentación Figura 31. es simulación del software DiaLUX que permite mostrar una porción que iluminación con las características antes calculadas ingresadas al software para su evaluación, mostrando a la vez un correcto funcionamiento y resultado esperado según lo muestra el flujo luminoso muy uniforme.

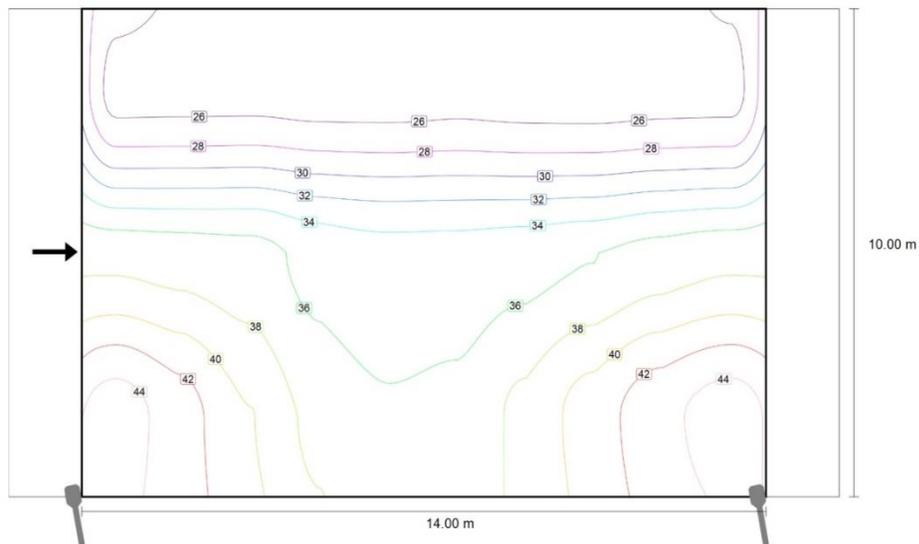


Figura 31. Diseño de Iluminación Actual, Espectro Flujo Luminoso  
Fuente: Los Autores, DIALux EVO



#### 4.8.1 Diseño del poste y estructura metálica

Por el terreno que se encuentra cercano a orillas de un fluvial de ambiente salino, se recomienda utilizar materiales inoxidables como metal galvanizado. En la Tabla 13. Requisitos Técnicos Básicos, se encuentran las normas técnicas necesarias para la construcción de una según la altura del poste a utilizarse como se ve en la Figura 33

Tabla 14. Características generales para postes metálicos  
Fuente: (CODENSA-S.A., 2017)

Altura del Poste	Longitud	D(mm)	A(mm)	B(mm)	Perno		Orificio Diámetro (mm)
					diámetro (mm)	Longitud (mm)	
6	900	350	300	350	19mm (3/4")	1200	22
8	900	400	350	400	19mm (3/4")	1200	22
9	1100	450	300	400	19mm (3/4")	1200	22
10	1100	450	300	400	19mm (3/4")	1200	22
12	1300	450	300	400	19mm (3/4")	1500	22
14	1300	550	400	500	22mm (7/8")	1500	24



Figura 33. Construcción de las bases metálicas  
Fuente: Los Autores

## **CAPITULO 5: DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

---

## 5.1. Metodología de actividades

El proyecto tuvo una duración de 14 de días laborales donde se muestran en la tabla más detallada en la Tabla 15, a continuación:

Tabla 15. Cronograma de actividades

Fuentes: Los autores

ACTIVIDADES A DESARROLLAR	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14
Levantamiento de Información del Sector														
Diseño de Plano Eléctrico														
Medición y Estudio de Radiación Solar														
Adquisición de Materiales														
Transporte de Materiales hacia la Comuna Masa 2														
Fabricación de Soporte para postes ornamentales														
Instalación del sistema fotovoltaico														

### 5.1.2 Fase de Diseño.

Aquí es donde se determinó la capacidad de la luminaria que se requirió para tener una iluminación totalmente eficiente, además de la capacidad también se tenía que saber la cantidad de estas para la Unidad Educativa Básica – MASA 2.

### 5.1.3 Fase de Sociabilización

En esta fase como se ve la Figura 34, se tiene como objetivo el éxito del proyecto y la vinculación de la comunidad informando los beneficios y las limitaciones que tendrá con la implementación del sistema de alumbrado que poseerán y proveerán de iluminación para la Escuela de la Comuna.



*Figura 34. Reunión con habitantes de la Comuna para capacitación*  
*Fuente: Los Autores*

### 5.1.4 Fase de Compras

Aquí es donde se recolecta la información de las fases anteriores en la Figura 35, donde los datos obtenidos nos permitieron hacer las adquisiciones de manera correcta de los equipos y materiales requeridos en el proyecto para la obra civil.



*Figura 35. Adquisición de Materiales*  
*Fuente: Los Autores*

### 5.1.5 Fase de Instalación

En la fase de la instalación donde se realizará la primera obra civil como se muestra en la Figura 36 y la Figura 37, requerida en el sitio una vez concluida la instalación civil que aproximadamente demora de 40 días a 60 días desde el momento que se registra la orden de compra de los elementos fotovoltaicos se instaló del sistema fotovoltaico para las viviendas.



Figura 36. Fase de Iluminación Obra Civil, SFV  
Fuente: Los Autores



Figura 37. Inicio de instalación de equipos  
Fuente: Los Autores

## 5.2. Datos Técnicos Luminaria Solar LED

Información recopilada de los datos técnicos son obtenidos del fichero técnico de la Tabla 15, de la lámpara que se adquirió a través de la Universidad Politécnica Salesiana y por parte del Docente encargado PhD. Carlos Lata, especialista en sistema fotovoltaico.

Tabla 16. Datos Técnicos

Fuente: Los Autores con ayuda del Catálogo Fabricante Ailslectric S.A.

DESCRIPCION	DETALLE
Potencia	150W
Cantidad de LED	243 piezas
Lúmenes	4000Lm
Panel Solar (POLICRISTALINO)	25W
Temperatura de color	6500K
Angulo de apertura	120°C
Vida Útil (BATERIA)	5 años
Batería	12,8V – 40000mAh
Tiempo de Carga (COMPLETA)	8 horas
Tiempo de iluminación	3 noches
Grado de Protección	IP 65
Altura	5 – 6 metros
Temperatura de Trabajo	-25°C a 65°C
Sensores	Sensor de Movimiento
Sensores	Sensor Nocturno

### 5.3. Presupuesto

La Tabla 16 muestra en términos de valores económicos en forma unitaria y total del proyecto, manos de obra y materiales de todos los elementos que van a requerir para la implementación completa.

Tabla 17. Presupuesto referencial de mano de obra

Fuente: Los Autores

Ítems	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
<b>MATERIALES</b>				
1	Luminaria LED Solar	17	\$ 180,00	\$ 3060,00
2	Poste Circular metálico de h=6m, d=4Pulg, Es=4mm	17	\$ 120,00	\$ 2040,00
3	Estructura soporte para lampara	18	\$ 32,00	\$ 576,00
4	Cemento Rocafuerte	17	\$ 6,80	\$ 115,60
5	Ripio (Arena y Piedra)	34	\$ 2,50	\$ 85,00
6	Base metálica	17	\$ 12,00	\$ 204,00
7	Juego de Pernos y Tuercas	68	\$ 3,24	\$ 220,32
8	Estructura de Base	17	\$ 22,00	\$ 374,00
9	Palillo para soldar	20	\$ 3,20	\$ 64,00
	<b>Total</b>			<b>\$ 6738,92</b>

<b>MANO DE OBRA</b>				
10	Mano de Obra		3%	\$ 202,17
11	Otros Gastos		5%	\$ 336,95
<b>TOTAL DE INVERSION</b>				<b>\$ 7278,03</b>

#### 5.4. Presentación de factibilidad y viabilidad del proyecto

En la comuna Masa 2 de una manera no muy eficiente ya que se encontraba con el suministro eléctrico que alimentaban a carga pequeñas. A continuación se muestra en la ecuación la cantidad de CO<sub>2</sub> emitirá por el funcionamiento durante un mes en la comuna, sea que lo utilice solo para consumo de los artículos internos como alumbrado de interior y cargas móviles, o solo dedicado para iluminación o simultáneamente con la iluminación hacia el exterior; los cálculos estan descritos con la obtención de quema de combustible durante un mes corrido sin considerar el tipo de carga a utilizar.

$$\begin{aligned}
 & Gl \rightarrow Tn [CO_2] \\
 & 60 \text{ Gl} \times \frac{\text{Barril}}{42 \text{ Gl}} \times \frac{419,61 \text{ Kg de } CO_2}{1 \text{ Barril}} \times \frac{Tn}{1000 \text{ Kg}} \\
 & = 0,599 \text{ Tn merica de } CO_2 \text{ al mes.}
 \end{aligned}$$

Tabla 18. Proyección de niveles de contaminación unitario y total de la Comuna Masa 2  
Fuente: Los Autores

Tiempo de Funcionamiento	1 vivienda	17 viviendas
1 mes	0,59	10,19
6 meses	3,59	61,14
12 meses	7,19	122,28

En la Tabla 13 se muestra el costo que cada vivienda tiene que realizar para proveerse del servicio eléctrico en esta Tabla 19, se muestra la diferencia de costos por funcionamiento e inversión inicial con una proyección de uso de 5 años de los dos sistemas de generación eléctrica para el uso de iluminación de la vía pública.

Tabla 19. Tabla de amortización y diferenciación de costos por sistemas de generación de energía  
Fuente: Los Autores

<i>DESCRIPCION</i>	<i>TIEMPO DE ANALISIS</i>					<i>TIPO DE GENERACION</i> ** SV - Sistema Fotovoltaico ** GL - Gasolina
	<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>	
<i>Adquisicion</i>	\$ 2.295,00	\$ -	\$ -	\$ 4.590,00	\$ -	<b>GL</b>
	\$ 7.278,03	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	<b>SV</b>
<i>Mantenimiento</i>	\$ 30,00	\$ 60,00	\$ 90,00	\$ 120,00	\$ 150,00	<b>GL</b>
	\$ 30,00	\$ 60,00	\$ 90,00	\$ 120,00	\$ 150,00	<b>SV</b>
<i>Funcionamiento</i>	\$ 24.031,20	\$ 48.062,40	\$ 72.093,60	\$ 96.124,80	\$ 120.156,00	<b>GL</b>
	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	<b>SV</b>

## CONCLUSIÓN

- Previo a la implementación se desarrolló una encuesta como se ve en los ANEXOS1 mismo que está compuesto por dos partes en las 8 primeras preguntas nos da información de la forma, estilo de vida y necesidades primarias de los comuneros información tales como la cantidad de personas, sus edades, cuantos estudian en la Unidad Educativa que se encuentra en la Comuna Masa 2, número de adultos y niños que conforman como habitantes del sitio.
- En la comuna poseen una cantidad de 17 Viviendas mismas que actualmente poseen suministro de energía eléctrica, pero a través de generadores propios que para su funcionamiento requiere la quema de combustible puede el mismo abastecerse a sus cargas básicas como focos para uso iluminación interna y cargas momentáneas para dispositivos móviles. Uno de los principales problemas que nos mencionaron era el costo de funcionamiento en la Tabla 13, está detallado en los elementos y costos que lleva a rededor de 120 \$ por mes por cada vivienda.
- En la segunda parte de la encuesta que corresponde desde la pregunta 9 hasta el final de esta; nos muestra que su necesidad de mejoramiento del suministro energético es sumamente requerida. Realizamos un análisis considerando varios aspectos como económico, social, seguridad y ambiental. Este análisis al estar lejanos a una red convencional se optó por realizar con sistema autosustentables con paneles solares así

logramos aportar en la parte ambiental, en la parte social y de seguridad el proyecto de implementación dedicado a la iluminación de la vía principal de la Comuna mostrando satisfacción de los habitantes como lo anuncio en una entrevista *“Gisella Anastasio, directora de la Escuela Simón Bolívar, comentó: "estoy agradecida con los chicos de la Universidad Politécnica Salesiana, porque es la primera vez que realizan este tipo de proyectos aquí en la comunidad, yo tengo siete años trabajando aquí y tanto para mí, como para los padres de la institución, nos sentimos felices de que estudiantes universitarios vengan a dejar una huella, esperamos continúen con más proyectos"* (Electrica, 2020), en la parte económica ya que los habitantes no poseen una iluminación externa para la vía principal consideramos que la mejora es notable pero por un previa en la Tabla 18 considerando si las personas realizaran la iluminación externa por cada vivienda estarían realizando gastos aproximados de 117,80 USD ya que el costo por sería el mismo siendo indiferente el uso, ya que la variable la cual debe estar presente es la cantidad de galones de combustible consumido por el generador. El proyecto al ser sistema solar autosustentable el costo a ellos al reducir así pudiendo realizarlos en adquisiciones más primordiales; en la Tabla 19, se muestra esa comparación de valores desde el punto de mantenimiento a la vez como la adquisición de la inversión inicial en proyección de 5 años de utilización son elevadas y sin saber los gastos que realizan por la utilización de sus generadores a combustible, más factible es la utilización del sistema solar que pese al costo alto de inversión es alto pero rentable durante el tiempo.

- Después de realizar el análisis de los cálculos y diseño del proyecto se realizó una simulación a través de un software llamado DiaLUX esto permite cambiar las condiciones de tiempo de uso sea nocturna o diurna, como también corroborar las condiciones de cálculos realizados obtenidos en todo el Capítulo 4 del libro de tesis con respecto a una situación de simulación.
- Fue apropiado ya realizar una socialización respecto al proyecto tanto como un antes haciéndole énfasis al mejoramiento que irían a tener como él durante así tendrían conocimiento del procedimiento que realizamos para las instalaciones de los equipos, a la vez tener un apropiado entrenamiento más a los dirigentes de la comuna para la enseñanza del funcionamiento de los equipos y mantenimiento de estos ya que no han utilizado hasta el presente día equipos iguales a los que se instalaron.

## RECOMENDACIONES

- Sería de suma importancia la capacitación de todos los ciudadanos en general sobre los beneficios que provee esta utilización de energía renovable, teniendo presente que cada una de ellas se debe implementar de acuerdo al estudio previo, como ejemplo los paneles solares son considerados como la mayor eficiencia energética si se realizan en la ciudad de Guayaquil o los sectores donde el sistema eléctrico convencional no llega, dado que la radiación solar que se genera en estos sectores por lo general son mayores.
- Se recomienda realizar tipos similares a este proyecto en grupos con mayor habitantes posibles o sectores donde exista poblaciones similares como este proyecto de iluminación a la Comuna Masa 2 en fin, son lugares muy remotos donde no poseen un sistema de servicio eléctrico convencional.
- Una de las recomendaciones básicas es verificar el correcto funcionamiento de los equipos e implementos, evaluando sus voltajes y corrientes sean los que el fabricante especifica en los datos técnicos.
- Tener siempre anticipadamente los estudios de radiación solar, o en el lugar donde se plantee el proyecto ir con una referencia de la radiación solar que presenta en la superficie requerida
- Darle capacitación técnica y de mantenimiento para su alargamiento de vida útil y funcionamiento eficiente de los equipos FV

## BIBLIOGRAFÍA

- A, I., & H, E. (2014). *Analisis modelado y validacion de un sistema fotovoltaico para alumbrado vial de la avenida de las Ametidas*. Cuenca: Proyecto de Tesis.
- ARCONEL. (2013). *Plan Maestro de Electrificación 2013-2022: Perspectiva y expansión del sistema eléctrico ecuatoriano vol. 3*. Quito.
- B. Feng, Z. Z. (2008). *Intelligent controller for leds lighting systems supplied by batteries*. IEEE Veh. Power Propuls. Conf. VPPC.
- Bejarano, A. (2011). *Diseño de un sistema de generación eléctrica solar para la iluminación externa del modular de la escuela de ingeniería en ecoturismo*. Riobamba, Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba: Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Bejarano, N. A. (2011). *Diseño de un Sistema de Generacion Electrica Solar para la Iluminacion Extrerna del Modular de la Escuela de Ingenieria en Ecoturismo*. Riobamba: Proyecto de Tesis.
- Castejon, A. &. (2012). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. Madrid: Editex.
- Chuquín, N. (2011). *“Diseño, construcción y pruebas de un sistema publicitario alimentado con energía solar, y controlado con un relé inteligente (ZELIO)*. Riobamba: Proyecto de Titulacion, Escuela Politecnica del Chimborazo.
- CODENSA-S.A., L. (07 de Julio de 2017). *ET204 Postes metálicos para alumbrado público*. Obtenido de ET204 Postes metálicos para alumbrado público: [https://likinormas.micodensa.com/Especificacion/postes/et204\\_postes\\_metalicos\\_alumbrado\\_publico\\_documento\\_preliminar](https://likinormas.micodensa.com/Especificacion/postes/et204_postes_metalicos_alumbrado_publico_documento_preliminar)
- CONELEC. (2008). *Atlas Solar del Ecuador con fines de generacion electrica*. Quito.
- Corporation Westinghouse Electric, 2. (2000). *Manual del alumbrado*. Madrid: Inversiones Editoriales Dossar 2000 S.L.

- Cuasapaz, M. P. (2011). *Cálculo del sistema de electrificación solar para cubrir la demanda de iluminación en un barco turístico en el Archipiélago de Galápagos*. Guayaquil: Escuela Politecnica del Litoral.
- Diewald, W. (2005). "Nuevas posibilidades de iluminación con LED". pp. 3-5.
- Domínguez, C. (2014). "Uso de los led. Honduras: Disponible en: <https://ledupnfm.wordpress.com/uso-de-los-leds-2/>.
- Electricidad, M. d. (2010). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Quito.
- Enalmex, R. e. (s.f.). <http://www.enalmex.com/docpdf/libro/ch06.pdf>.
- Energetica, C. p. (2014). *ATLAS SOLAR DEL ECUADOR*. CONELEC: <http://www.conelec.gob.ec/contenido.php?cd=1792>.
- Gonzalez, G., Zambrano, J. C., & Estrada, E. (2014). *Estudio, Diseño e Implementación de un Sistema de Energía Solar en la Comuna Puerto Roma de la Isla Mondragón del Golfo de Guayaquil, Provincia del Guayas*. Guayaquil: Proyecto de Tesis.
- Hernández, P. (2010). "Alumbrado público basado en led: estudio y aplicaciones. p. 29.
- INTELEC. (2005). *Conceptos, operación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos*. Caracas.
- Inteligente, I. (2008). *Manual de alumbrado público e iluminación exterior con led de alta intensidad*. Colombia.
- Jibaja, I. C. (2018). *Estudio de Impacto Ambiental para el Mantenimiento del canal de acceso a puestos marítimos*. Guayaquil: Informe M.I. Municipalidad de Guayaquil.
- Mac, B. (2013). *Sección Educativa: Clases de Batería*. Bogotá: <http://www.mac.com.co/?r=site/page&view=seccion-educativa-clases-baterias>.
- OSRAM. (1979). *Manual de Luminotécnica*. Madrid: EDITORIAL DOSSAT S.A.
- Peña, P. &. (Retrieved Febrero Ene, 2015). *Parametrización de los sistemas eléctricos fotovoltaicos*. Repositorio Digital UPS: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/12345678/7123>.

- SALTOS, S. (2003). *ENERGIA RENOVABLE: Conceptos y Aplicaciones*. Quito: Documento público (pdf). Fundacion Natura.
- Sambito, S. A. (2011). Informe de Auditoria Ambiental Interna, 2011. *Auditoria Ambiental Interna, 2011*.
- Vargas, C. L. (2015). *Control Inteligente de iluminacion fotovoltaica para autopista en Ecuador*.  
Ámbito.

## ENCUESTA DIRIGIDO PARA LA COMUNA GOLFO MASA 2

*Este cuestionario está dirigido para evaluar la situación actual de los habitantes de la Comuna Masa 2 Golfo – Puna; Sobre su entorno de vida, sus actividades diarias, y su sustentación del Sistema Eléctrico que poseen*

### Que tiempo lleva habitando en la Comuna Masa 2 Golfo

<u>3</u>	Menos de 5 Años
<u>14</u>	Entre 10 a 20 Años
<u>0</u>	Entre 20 a 30 Años

### Cuántas personas habitan en su vivienda

<u>4</u>	Menos de 2 Personas
<u>34</u>	Entre 3 a 4 Personas
<u>12</u>	Mas de 5 Personas

### Cuántas personas mayores de 18 años, habitan en su vivienda

<u>4</u>	1 Persona
<u>10</u>	2 Personas
<u>20</u>	3 Personas

### En los integrantes de su familia cuántas personas menores de 18 años estudian en la Escuela Simón Bolívar

<u>6</u>	1 Niño/a
----------	----------

8 2 Niños/as

2 3 Niños/as

**¿Cuál es la principal actividad comercial, con que se sustenta su familia?**

6 Comerciante

2 Mercader

5 Servicio de Transporte

4 Ninguna de las anteriores: \_\_\_\_\_

**¿Mencione la forma que usted almacena los alimentos?**

17 Recipientes

0 Refrigeradora

17 Estantes

0 Otros

**¿Mencione que forma utiliza para preparar sus alimentos?**

15 Cocinas a gas

0 Cocinas Eléctricas

2 Carbón y Leña

**¿En la Escuela Simón Bolívar Golfo – Masa 2 (PUNA), ¿qué cantidad de niños y niñas asisten a clases?**

Número de Niños: 10

Numero de Niñas: 6

**¿Usted provee de servicio eléctrico en su vivienda?**

12 Si

3 No

**¿Cómo usted tiene el servicio eléctrico en su vivienda?**

- 12        Por cuenta propia
- 3        Por compra al vecino
- 0        No posee el servicio

**¿Actualmente cómo se suministra el servicio eléctrico?**

- 12        Generadores a gasolina
- 0        Generadores Fotovoltaicos
- 0        Red Eléctrica Convencional

**¿La Escuela Simón Bolívar Golfo – ¿Masa 2 (PUNA), actualmente posee algún sistema de iluminación?**

- 0        Si
- 17        No

**¿Cuánto le cuesta el mantener el sistema eléctrico que posee actualmente al día?**

Promedio entre todos. Cada habitante gasta 120 USD

---

**¿Como se alumbr durante las horas nocturnas?**

- 16        Velas
- 0        Focos
- 1        Candiles
- 0        Mecheros

**¿Qué tan continuo y eficiente es el servicio eléctrico actual, durante el día?**

- 0        Menos de 5 Horas al día
- 17        Entre 5 a 6 Horas al día
- 0        Entre 6 a 7 Horas al día
- 0        Entre 7 a 8 Horas al día

**¿Actualmente posee un sistema de iluminación para su vivienda?**

  0          Si

 17         No

**¿En qué periodo del día usted posee el servicio eléctrico?**

  0          En las mañanas

  0          En las tardes

 17         En las noches

**¿Qué tipos de electrodomésticos posee en su hogar?**

  1          Televisión

  0          Plancha eléctrica

  0          Refrigeradora

 10         Radio

  0          Lavadora / Secadora

**¿Usted aceptaría la ayuda o asesoría por parte de entidades privadas o públicas, para el mejoramiento del uso y el mantenimiento del sistema eléctrico?**

 17         Si

  0          No

**¿Usted aceptaría asesoría por parte de los Estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil UPS? ¿Para el manejo, uso correcto de la implementación del proyecto que se hará en la Comuna Masa2?**

 17         Si

  0          No

**¿Usted cree que, con la implementación del sistema eléctrico fotovoltaico, mejoraría en que aspecto de su vida?**

 17         En los estudios para los niños

0          Nuevos Entretenimiento

  0          Mas seguridad

**¿Dentro de los integrantes de la familia, el máximo nivel académico que posee es?**

  2          Educación Básica – Incompleta

  3          Educación Básica – Completa

  8          Secundaria/Bachillerato – Incompleto

  4          Secundaria/Bachillerato – Completo

**¿Estás dispuesto a coordinar para lograr implementar el proyecto de electrificación a través de sistema fotovoltaicos?**

 17         Si

  0          No

  0          Tal vez

**¿Estará dispuesto/a para un segundo proyecto en el mejoramiento de la electrificación y para la adquisición de los recursos necesarios para cada miembro de la comuna Masa 2?**

 17         Si

  0          No

  0          Tal vez

## Anexo 2. Rendimiento sistema FV autónomo

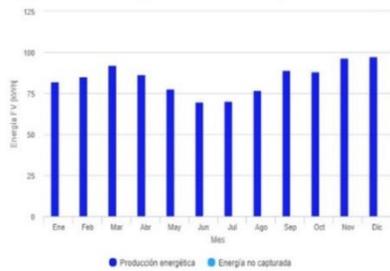


PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar

### Datos proporcionados

Latitud/Longitud:	-2.355, -79.852	Ángulo de inclinación:	10 °
Horizonte:	Ninguno	Ángulo de azimut	0 °
Base de datos:	PVGIS-NSRDB	<b>Resultados de la simulación</b>	
FV instalado:	25 Wp	Porcentaje días batería cargada:	0 %
Capacidad de la batería:	512 Wh	Porcentaje días batería descargada:	100 %
Limitador de descarga:	40 %	Energía media no capturada:	0 Wh
Consumo diario:	1200 Wh	Energía media que falta:	1115.84 Wh

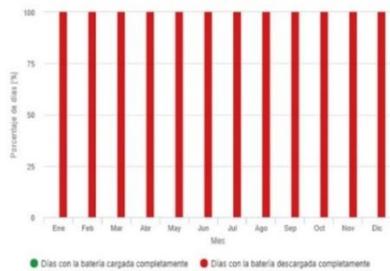
### Producción energética estimada para un sistema FV autónomo:



### Rendimiento medio mensual

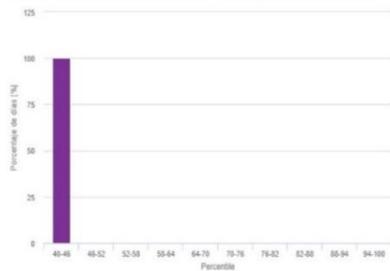
Mes	E_d	E_l	f_f	f_e
Enero	82.0	0.0	0.0	100.0
Febrero	84.9	0.0	0.0	100.0
Marzo	91.9	0.0	0.0	100.0
Abril	86.4	0.0	0.0	100.0
Mayo	77.5	0.0	0.0	100.0
Junio	69.7	0.0	0.0	100.0
Julio	70.0	0.0	0.0	100.0
Agosto	76.8	0.0	0.0	100.0
Septiembre	89.0	0.0	0.0	100.0
Octubre	88.1	0.0	0.0	100.0
Noviembre	96.3	0.0	0.0	100.0
Diciembre	97.2	0.0	0.0	100.0

### Rendimiento de la batería para un sistema FV autónomo:



E\_d: Producción energética media diaria [Wh/día].  
 E\_l: Energía media diaria no capturada [Wh/día].  
 f\_f: Porcentaje de días con la batería cargada completamente [%].  
 f\_e: Porcentaje de días en los que la batería se descarga completamente [%].

### Probabilidad del estado de carga de la batería al final del día:



Cs	Cb
40-46	100.0
46-52	0.0
52-58	0.0
58-64	0.0
64-70	0.0
70-76	0.0
76-82	0.0
82-88	0.0
88-94	0.0
94-100	0.0

Cs: Estado de carga al final de cada día [%].  
 Cb: Porcentaje de días con este estado de carga [%].

### Anexo 3. Irradiación mensual



PVGIS-5 base de datos de irradiación geoespacial

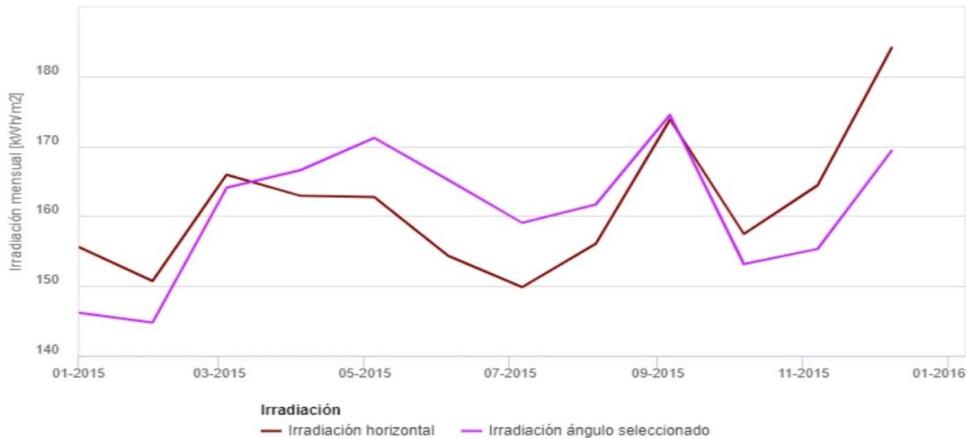
#### Datos proporcionados

Latitud/Longitud: -2.355, -79.852  
 Horizonte: Ninguno  
 Base de datos: PVGIS-NSRDB  
 Año inicial: 2015  
 Año final: 2015

#### Variables incluidas en este informe:

Irradiación global horizontal: Si  
 Irradiación directa normal: No  
 Irradiación global con el ángulo óptimo: No  
 Irradiación global con el ángulo 10°: Si  
 Ratio difusa/global: Si  
 Temperatura media: Si

#### Irradiación solar mensual



Irradiación global horizontal		Global at user angle	
Mes	2015	Mes	2015
Enero	155.59	Enero	146.2
Febrero	150.71	Febrero	144.78
Marzo	165.92	Marzo	164.06
Abril	162.92	Abril	166.58
Mayo	162.75	Mayo	171.19
Junio	154.32	Junio	165.19
Julio	149.86	Julio	159.05
Agosto	156.09	Agosto	161.69
Septiembre	173.81	Septiembre	174.48
Octubre	157.46	Octubre	153.15
Noviembre	164.42	Noviembre	155.31
Diciembre	184.09	Diciembre	169.36

### Ratio difusa a global medio mensual



Ratio difusa/global

Month	2015
Enero	0.47
Febrero	0.45
Marzo	0.43
Abril	0.44
Mayo	0.41
Junio	0.38
Julio	0.42
Agosto	0.45
Septiembre	0.41
Octubre	0.53
Noviembre	0.46
Diciembre	0.36

### Temperatura media mensual



Temperatura media mensual

Month	2015
Enero	24.9
Febrero	24.5
Marzo	24.9
Abril	25.5
Mayo	25.7
Junio	25.2
Julio	24.5
Agosto	23.3
Septiembre	23.4
Octubre	23.5
Noviembre	23.8
Diciembre	24.4

## Anexo 4. Irradiación diaria

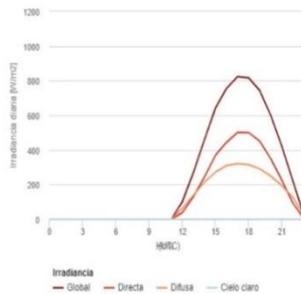
# Datos diarios de irradiancia

PVGIS-5 base de datos de irradiación geoespacial

### Datos proporcionados

Latitud/Longitud: -2.355, -79.852  
 Horizonte: Ninguno  
 Base de datos: PVGIS-NSRDB  
 Mes: Diciembre

### Irradiancia media diaria sobre plano fijo con una inclinación 10° and azimuth 0°



#### Irradiancia media diaria sobre plano fijo

Hora	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45
<b>G(i)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101	269	459	643	756	824	817	743	598	420	221
<b>Gb(i)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	130	243	370	445	502	501	451	349	225	93
<b>Gd(i)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	139	215	272	310	321	315	291	249	194	121
<b>Gcs(i)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

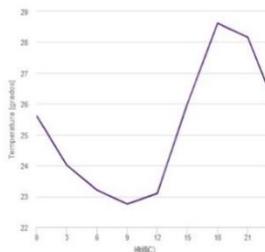
G(i): Irradiancia global sobre plano fijo [W/m²].

Gb(i): Irradiancia directa sobre plano fijo [W/m²].

Gd(i): Irradiancia difusa sobre plano fijo [W/m²].

Gcs(i): Irradiancia global cielo claro sobre plano fijo [W/m²].

### Perfil de temperatura media diaria



#### Perfil de temperatura media diaria

Hora	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	
<b>T2m</b>	25.61	25.08	24.54	24.01	23.74	23.47	23.2	23.05	22.9	22.75	22.86	22.98	23.09	24.07	25.04	26.01	26.88	27.75	28.62	28.46	28.31	28.16	27.34	26.01

T2m: Perfil de temperatura media diaria [°C].

## *Anexo 5. Ficheros Técnicos de simulación en DIALux EVO*

### Contenido

Portada .....	1
Observaciones preliminares .....	2
Contenido .....	3
Descripción .....	4
Imágenes .....	5
Lista de luminarias .....	6

### Fichas de producto

Slighting - Katrina_SL15_100W (1x Katrina_SL15_100W) .....	7
--	---

### Comuna Masa 2

Plano de situación de luminarias .....	8
Lista de luminarias .....	11

### Calle 1 · Alternativa 1

Descripción .....	12
Imágenes .....	13

Glosario .....	14
----------------	----

### Lista de luminarias

$\Phi_{total}$ 209895 lm	$P_{total}$ 2100.0 W	Rendimiento lumínico 100.0 lm/W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

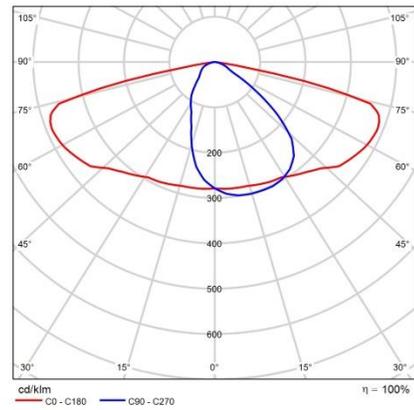
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
21	Slighting	030	Katrina_SL15_100W	100.0 W	9995 lm	100.0 lm/W

### Ficha de producto

Slighting Katrina\_SL15\_100W



N° de artículo	030
P	100.0 W
$\Phi_{Lámpara}$	10000 lm
$\Phi_{Luminaria}$	9995 lm
$\eta$	99.95 %
Rendimiento lumínico	100.0 lm/W
CCT	4000 K
CRI	84



CDL polar

Calle 1 · Alternativa 1

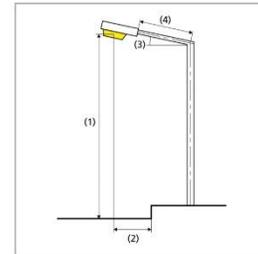
**Resumen (hacia EN 13201:2015)**



Fabricante	Slighting	P	100.0 W
Nº de artículo	030	Φ Lámpara	10000 lm
Nombre del artículo	Katrina_SL15_100W	Φ Luminaria	9995 lm
Lámpara	definido por el usuario	η	99.95 %

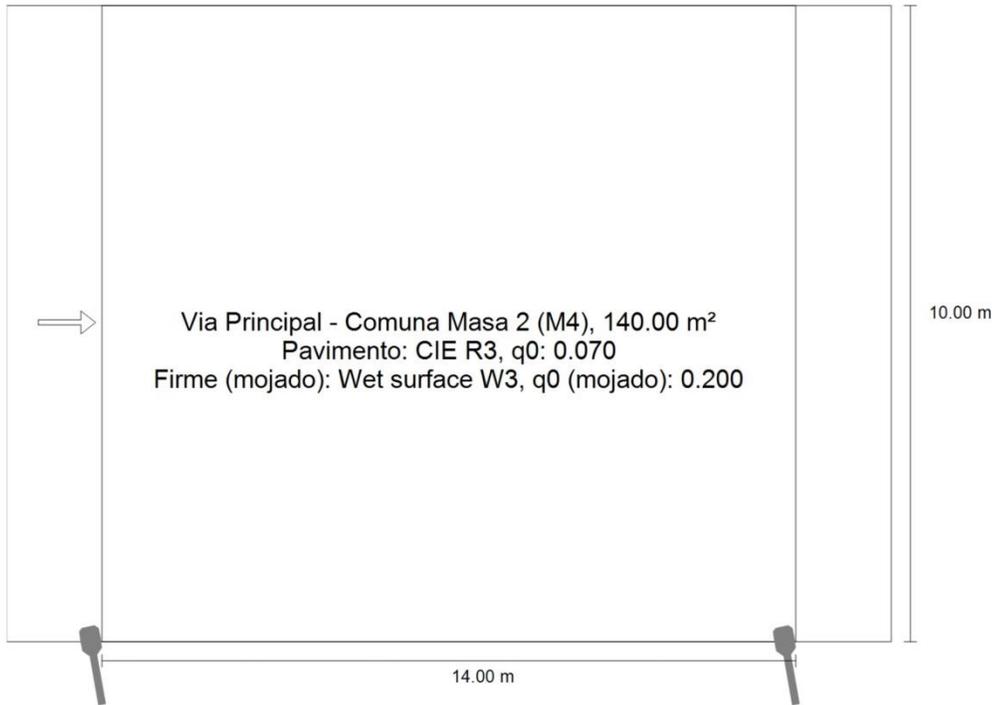
Katrina\_SL15\_100W (unilateral abajo)

Distancia entre mástiles	14.000 m
(1) Altura de punto de luz	8.000 m
(2) Saliente del punto de luz	0.000 m
(3) Inclinación del brazo	10.0°
(4) Longitud del brazo	1.000 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 100.0 W
Consumo	7100.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx	≥ 70°: 660 cd/klm
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 80°: 432 cd/klm
	≥ 90°: 9.83 cd/klm
Clase de potencia lumínica	-
Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	
Clase de índice de deslumbramiento	D.0



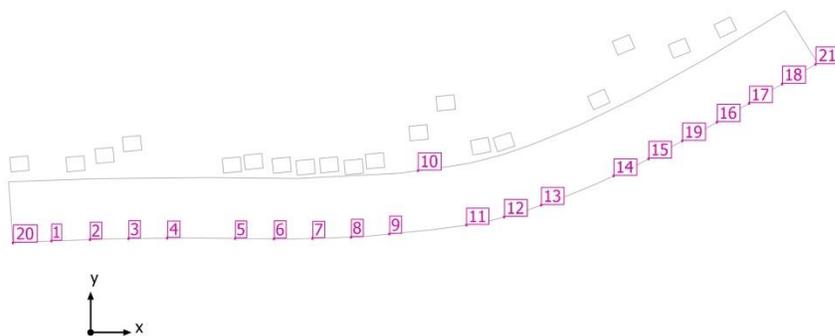
Calle 1 · Alternativa 1

**Resumen (hacia EN 13201:2015)**



Comuna Masa 2

**Plano de situación de luminarias**



Comuna Masa 2

**Plano de situación de luminarias**

Fabricante	Slighting
Nº de artículo	030
Nombre del artículo	Katrina_SL15_100W

## Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
-14.276 m	33.233 m	9.000 m	1
-0.277 m	33.729 m	9.000 m	2
13.754 m	34.111 m	9.000 m	3
27.802 m	34.274 m	9.000 m	4
52.525 m	34.148 m	9.000 m	5
66.571 m	34.021 m	9.000 m	6
80.587 m	34.188 m	9.000 m	7
94.612 m	34.602 m	9.000 m	8
108.515 m	35.772 m	9.000 m	9
118.930 m	58.791 m	9.000 m	10
136.503 m	39.000 m	9.000 m	11
150.187 m	41.970 m	9.000 m	12
163.684 m	46.225 m	9.000 m	13

Comuna Masa 2

**Plano de situación de luminarias**

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
190.016 m	56.890 m	9.000 m	14
202.757 m	63.114 m	9.000 m	15
227.540 m	76.400 m	9.000 m	16
239.256 m	83.251 m	9.000 m	17
251.265 m	90.289 m	9.000 m	18
214.957 m	69.581 m	9.000 m	19
-28.243 m	32.567 m	9.000 m	20
263.416 m	97.426 m	9.000 m	21

## Resultados para campo de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Via Principal - Comuna Masa 2 (M4)	$L_m$	2.92 cd/m <sup>2</sup>	≥ 0.75 cd/m <sup>2</sup>	✓
	$U_o$	0.44	≥ 0.40	✓
	$U_l$	0.95	≥ 0.60	✓
	TI	13 %	≤ 15 %	✓
	$R_{Ei}^{(2)}$	0.28	≥ 0.25	✓
	$U_{ow}^{(1)}$	0.07	-	-

## Resultados para observador

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Observador 1 Posición: -60.000 m, 5.000 m, 1.500 m	$L_m$	2.92 cd/m <sup>2</sup>	≥ 0.75 cd/m <sup>2</sup>	✓
	$U_o$	0.44	≥ 0.40	✓
	$U_l$	0.95	≥ 0.60	✓
	TI	13 %	≤ 15 %	✓
	$U_{ow}^{(1)}$	0.07	-	-

Calle 1 · Alternativa 1

**Resumen (hacia EN 13201:2015)**

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Via Principal - Comuna Masa 2 (M4)	$L_m$	2.92 cd/m <sup>2</sup>	≥ 0.75 cd/m <sup>2</sup>	✓
	$U_o$	0.44	≥ 0.40	✓
	$U_l$	0.95	≥ 0.60	✓
	TI	13 %	≤ 15 %	✓
	$R_{gl}^{(2)}$	0.28	≥ 0.25	✓
	$U_{ow}^{(1)}$	0.07	-	-

(1) Informativo, no es parte de la evaluación

(2) Valor nominal modificado por el proyectista, difiere de la norma

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.80.

Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo
Calle 1	$D_p$	0.021 W/lx*m <sup>2</sup>	-
Katrina_SL15_100W (unilateral abajo)	$D_e$	2.9 kWh/m <sup>2</sup> año	400.0 kWh/año

