



# ! POSGRADOS !

## Maestría en --- ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

RCP-SO-30-No.502-2019

Opción de  
titulación:

PROYECTO DE DESARROLLO

T E M A :

PROYECTO DE DESARROLLO PARA LA CREACIÓN DE UN  
SISTEMA DE ILUMINACIÓN SOLAR LED ORIENTADAS A  
PROYECTOS VIALES EN EL ECUADOR

A U T O R :

ANDRES GIOVANNI SALAZAR ORELLANA

D I R E C T O R :

NICOLAS ARMANDO SUMBA NACIPUCHA

Guayaquil - Ecuador  
2021

**AUTOR:**



**Andrés Geovanny Salazar Orellana**

Ingeniero Eléctrico especializado en Automatización Industrial

Candidato a Magíster en Administración de Empresas,

Mención en Gestión de Proyectos por la Universidad

Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil

asalazaro2@est.ups.edu.ec

**DIRIGIDO POR:**



**Nicolás Sumba Nacipucha**

Magíster en Administración de Empresas

Director de carrera de Administración de Empresas

Sede Guayaquil

nsumba@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

**DERECHOS RESERVADOS**

©2021 Universidad Politécnica Salesiana.

**GUAYAQUIL – ECUADOR – SUDAMÉRICA**

**SALAZAR ORELLANA ANDRÉS GEOVANNY**

***PROYECTO DE DESARROLLO PARA LA CREACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN SOLAR LED ORIENTADAS A PROYECTOS VIALES EN EL ECUADOR***

## **RESUMEN**

En el presente proyecto se analiza la factibilidad de crear un sistema de iluminación solar led para las vías del Ecuador reemplazando el uso de energías convencionales que hoy en día afectan gravemente al ecosistema contribuyendo al calentamiento global.

En las encuestas los resultados se consideraron favorables porque las personas aprobaron el uso de energías renovables, pero se evidencia gran incertidumbre con respecto a los precios. Aunque hay una cantidad mayor al 50% de funcionarios de empresas eléctricas que estaría dispuesto a realizar una inversión fuerte si dependiera de ellos la decisión de incorporar luminarias solares a sistema de alumbrado vial, existe un porcentaje considerable que quisiera evitar esto. Además, un 43% prefiere pagar por el producto un precio menor a \$100 y un 39% entre \$100-300, sólo el restante que es una cantidad menor aceptaría pagar más.

En las entrevistas también se evidenció gran aceptación por el cambio, pero dudas por las condiciones ambientales. Las respuestas en las diferentes regiones fueron las siguientes:

En la Región Costa las personas entrevistadas estuvieron de acuerdo con un cambio de tecnología, aunque existe preocupación en cuanto a condiciones ambientales y de mantenimiento. También, mostraron interés por el costo de las luminarias ya que ellos buscan un producto rentable a 5 años como mínimo. Por tal razón, muchas municipalidades sobre todo de cantones alrededor de Guayaquil mencionan que sólo podrían implementar este tipo de iluminación en parques ya que no se requieren muchas unidades a instalar.

En la Región Sierra se planteó como problemática la diferencia de relieve debido a que se presentarían diferentes condiciones de carga según su cercanía al sol. Las empresas eléctricas la consideraron una solución viable para comunidades lejanas con el fin de disminuir costos de instalación y tendido de cable. Además, mencionaron que el cambio debía ser progresivo debido a los costos.

En la Región Amazónica se tuvo como respuesta que la opción de incorporar un sistema de iluminación solar LED es de gran utilidad para comunidades alejadas sin que importe el costo ya que el acceso a ellas es complicado.

Del análisis económico y financiero se obtuvo que la mejor opción sería el ensamble local y la inversión se la recuperaría en 7.5 años. Como resultado de la TRC se tuvo un valor de 58,44% y en cuanto al TIR y VAN los resultados fueron positivos haciendo que la entrada del proyecto sea viable.

De las dos opciones planteadas se eligió la opción de ensamble nacional debido a que es una vía más eficiente en cuanto a aspectos técnicos y además presenta un impacto social positivo al crear fuentes de empleo nacional y no depender de proveedores extranjeros.

En el estudio de consumo eléctrico vs. costo de mantenimiento se evidenció un ahorro de \$9339,06 al dejar de usar las luminarias LED conectadas a la red eléctrica y reemplazarlas por el sistema de iluminación solar LED OFF-GRID que, aunque contemplan un mayor costo de mantenimiento sigue significando un ahorro cuando se compara el costo de energía del sistema tradicional y el costo de mantenimiento por el nuevo sistema. Además, se daría una notable reducción en la cargabilidad del sistema eléctrico que es a lo que se pretende llegar.

Como parte del plan de marketing se harán videos, presentaciones y publicidad para dar a conocer el nuevo sistema a las empresas eléctricas del Ecuador. También, se darán capacitaciones básicas, intermedias y avanzadas que incluyan certificados sobre alumbrado vial y diseños de sistema de energía renovables para carreteras. Por último, se pretenderá participar en ferias lo cual permitirá llegar a más sectores y como lanzamiento del producto se buscará realizar un evento tipo cóctel dirigido a gerentes de empresas eléctricas y alcaldes.

**Palabras claves:** LED, energía solar, paneles solares, baterías, alumbrado público, luminarias.

## **ABSTRACT**

In this project the feasibility of creating a solar led lighting system for the roads of Ecuador is analyzed, replacing the use of conventional energies that today seriously affect the ecosystem, contributing to global warming.

In the surveys, the results were considered favorable because people approved the use of renewable energy, but there is great uncertainty regarding prices. Although there is an amount greater than 50% that would be willing to make a strong investment, there is a considerable percentage that would like to avoid this. In addition, 43% prefer to pay a price less than \$ 100 for the product and 39% between \$ 100-300, only the remaining, which is a lower amount, would agree to pay more.

The interviews also showed great acceptance for the change but doubts due to the environmental conditions. The responses in the different regions were the following:

In the Coastal Region, the people interviewed agreed with a change in technology, although there is concern regarding environmental and maintenance conditions. They also showed interest in the cost of the lights since they are looking for a profitable product for at least 5 years. For this reason, many municipalities, especially in cantons around Guayaquil, mention that they could only implement this type of lighting in parks since many units are not required to install.

In the Sierra Region, the difference in relief was raised as a problem because different loading conditions would occur depending on their proximity to the sun. Electricity companies considered it a viable solution for remote communities to reduce installation and cable laying costs. In addition, they mentioned that the change should be progressive due to costs.

In the Amazon Region, the answer was that the option of incorporating a solar LED lighting system is very useful for remote communities regardless of the cost since access to them is difficult.

From the economic and financial analysis, it was obtained that the best option would be the local assembly and the investment would be recovered in 7.5 years. As a result of the TRC there was a value of 58.44% and regarding the IRR and NPV the results were positive, making the entry of the project viable.

Of the two options proposed, the national assembly option was chosen because it is a more efficient way in terms of technical aspects and has a positive social impact by creating sources of national employment and not depending on foreign suppliers.

In the study of electricity consumption vs. maintenance cost, a saving of \$ 9339.06 was evidenced by stopping using the LED luminaires connected to the electricity grid and replacing them with the OFF-GRID LED solar lighting system which, although they contemplate a higher maintenance cost, still means savings when the energy cost of the traditional system and the maintenance cost of the new system are compared. In addition, there would be a notable reduction in the chargeability of the electrical system, and this is what it is intended to achieve.

As a marketing plan, videos, presentations, and advertising will be made to publicize the new system to the electric companies of Ecuador. Also, basic, intermediate, and advanced trainings will be given that include certificates. Finally, the intention will be to participate in fairs, which will allow it to reach more sectors and as a product launch, it will seek to hold a cocktail-type event aimed at managers of electricity companies and mayors.

**Key words:** LED, solar energy, solar panels, batteries, street lighting, luminaires.

## INDICES

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
1.1	Objetivos.....	8
1.1.1	Objetivo general.....	8
1.1.2	Objetivos específicos.....	9
1.2	Principales resultados.....	9
<b>2</b>	<b>DETERMINACIÓN DE PROBLEMA.....</b>	<b>9</b>
2.1	Situación Problemática.....	9
2.2	Formulación del Problema.....	10
2.3	Justificación práctica.....	11
2.4	Justificación teórica.....	11
<b>3</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>Marco conceptual.....</b>	<b>12</b>
3.1.1	Características, beneficios y usos del LED.....	12
3.1.2	Ventajas y desventajas desde el punto de vista de eficiencia energética.....	13
3.1.3	Factores de diseño.....	14
3.1.4	Normativas para alumbrado público (ARCONEL 006/18).....	14
3.1.5	Tipos de alumbrado vial.....	17
3.1.6	Luminarias para alumbrado.....	19
3.1.7	Sistema solar fotovoltaico para alumbrado público.....	20
3.1.8	Heliofanía.....	21
<b>3.2</b>	<b>Bases teóricas.....</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>MATERIALES Y METODOLOGÍA.....</b>	<b>23</b>
4.1	Unidad de análisis.....	23
4.2	Población.....	24
4.3	Tamaño de muestra.....	24
4.4	Selección de muestra.....	24
4.5	Métodos a emplear.....	24
4.6	Identificación de las necesidades de información. Fuentes primarias o secundarias.....	25
4.7	Técnicas de recolección de datos.....	25
4.8	Herramientas utilizadas para el análisis e interpretación de la información.....	26
4.9	Procedimientos y técnicas empleadas para el desarrollo del nuevo producto.....	26
<b>5</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>28</b>
5.1	Estudio registro de patentes.....	28
5.2	Resultados de estudio de mercado.....	28
5.3	Articulación con la cartera de productos actual.....	36

5.4	Generación de ideas .....	36
5.5	Tamizado de ideas.....	37
5.5.1	Criterios empleados para la selección de ideas .....	37
5.6	Prueba de concepto del producto .....	37
5.7	Prueba de mercado .....	37
5.8	Elaboración prototipo del producto.....	38
5.9	Análisis de factibilidad (técnica, económica, financiera, ambiental y social).....	42
<b>6</b>	<b>PROPUESTA ESTRATÉGICA DE LANZAMIENTO DE NUEVO PRODUCTO .....</b>	<b>54</b>
6.1	Análisis Portter.....	54
6.2	Análisis FODA.....	55
6.3	Propuesta estratégica.....	58
6.4	Plan de Marketing del nuevo Producto .....	59
6.4.1	Objetivos.....	59
6.4.2	Estrategia del producto .....	59
6.4.3	Estrategia de plaza .....	59
6.4.4	Estrategia de precios .....	60
6.4.5	Estrategias de publicidad .....	60
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>61</b>
<b>8</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>9</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>64</b>

## TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Clases de alumbrado para diferentes tipos de vías públicas .....	14
<b>Tabla 2</b>	Luminancia de calzada para tráfico motorizado .....	15
<b>Tabla 3</b>	Valores mínimos de iluminancia promedio (lx) en vías motorizadas.....	16
<b>Tabla 4</b>	Características de la superficie.....	16
<b>Tabla 5</b>	Clases de iluminación .....	16
<b>Tabla 6</b>	Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal.....	17
<b>Tabla 7</b>	Precios de la competencia.....	33
<b>Tabla 8</b>	Luminarias para alumbrado público .....	42
<b>Tabla 9</b>	Pronóstico de ventas .....	45
<b>Tabla 10</b>	Análisis financiero año 0-5 .....	48
<b>Tabla 11</b>	Análisis financiero año 6-10 .....	49
<b>Tabla 12</b>	Flujo de Caja .....	49
<b>Tabla 13</b>	Costo de operación de un sistema Solar .....	51
<b>Tabla 14</b>	Costo de operación de Luminaria LED convencional .....	52
<b>Tabla 15</b>	Resultados comparativo de luminaria SOLAR LED VS LED CONVENCIONAL ....	52
<b>Tabla 15</b>	Cotización #2 – Opción 1 .....	68
<b>Tabla 16</b>	Cotización #1 – Opción 2 .....	69

## FIGURAS

<b>Figura 1</b> Beneficios del LED .....	13
<b>Figura 2</b> Disposición unilateral.....	17
<b>Figura 3</b> Disposición bilateral.....	18
<b>Figura 4</b> Disposición bilateral (par).....	18
<b>Figura 5</b> Disposición central o axial .....	19
<b>Figura 6</b> Modelos de luminarias para alumbrado público .....	20
<b>Figura 7</b> Componentes del sistema autónomo (OFF GRID) .....	21
<b>Figura 8</b> Resultados P1: Disminución del consumo eléctrico y P2: sustitución de energías.....	28
<b>Figura 9</b> Resultados P3: Implementación de luminarias solares en red vial y P4: introducción de energías renovables en proyectos viales .....	29
<b>Figura 10</b> Resultados P5: Beneficios de impacto económico y social de la iluminación solar y P6: inversión de gobiernos autónomos descentralizados en iluminación sostenibles .....	30
<b>Figura 11</b> P7: Inversión de dinero por soluciones lumínicas autónomas y P8: Condiciones óptimas de funcionamiento en el Ecuador .....	30
<b>Figura 12</b> Resultados P9: precio referencial de luminarias solares y P10: percepción del impacto social .....	31
<b>Figura 13</b> Paneles solares.....	38
<b>Figura 14</b> Baterías .....	39
<b>Figura 15</b> Luminarias para alumbrado público.....	40
<b>Figura 16</b> Controlador de carga .....	41
<b>Figura 17</b> Cálculo Sistema solar LED autónomo .....	41
<b>Figura 18</b> Gráfico No. Unidades vs. No. Años.....	45
<b>Figura 19</b> Cotización #1 – Opción 1 .....	67
<b>Figura 20</b> Cotización #2 – Opción 2.....	70
<b>Figura 21</b> Insolación Difusa Anual Promedio .....	71
<b>Figura 22</b> Insolación Directa Anual Promedio .....	72
<b>Figura 23</b> Insolación Global Promedio.....	73

# **1 INTRODUCCIÓN**

No depender sólo de las fuentes de hidrocarburos o de energías no renovables es lo que busca el gobierno nacional del Ecuador, que cada vez está impulsando más el uso de energías renovables como son la energía hidroeléctrica, eólica y también la energía solar. Además, cuenta con un plan para el recambio de tecnologías antiguas de iluminación como es el sodio de alta presión por tecnología LED la cual reduce el consumo de energía eléctrica y tiene un largo tiempo de vida útil manteniendo altos estándares de calidad y eficiencia. (Lluvicura, 2017)

Como parte de este proceso de recambio varias empresas distribuidoras de iluminación a nivel nacional están adaptando nuevas ofertas de productos a sus portafolios, en este caso las luminarias solares son uno de los productos que rápidamente se han incorporado al mercado ecuatoriano; sin embargo, se manifiesta un conjunto de limitaciones, tales como:

- Falta de desarrollo de luminarias solares enfocadas para uso profesional y desconocimiento de especificaciones técnicas requeridas.
- No existe el análisis del impacto que tendrán estas luminarias sobre la venta de luminarias que funcionen a energía eléctrica tradicional.
- No se tiene conocimiento pleno del impacto medio ambiental que provocaría la introducción de esta nueva tecnología ni cómo afectaría al consumo eléctrico.

Con el presente proyecto se busca desarrollar un producto de iluminación que incorpore un sistema solar para la aplicación en las vías del Ecuador viendo la factibilidad de su admisión y aceptación en las diferentes empresas eléctricas que se encuentran distribuidas a lo largo del país para así generar un cambio en el uso convencional de luminarias tradicionales para vías.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general**

Realizar un proyecto de desarrollo para la creación de luminarias solares orientadas a proyectos viales en portafolios de empresas dedicada a la comercialización y distribución masiva de productos lumínicos en el Ecuador.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Efectuar un estudio de mercado para conocer el grado de aceptación que tendrían las luminarias solares en las distintas empresas eléctricas dirigidas a proyectos viales en el Ecuador.
- Determinar la factibilidad técnica, económica, financiera, ambiental y social para establecer la viabilidad de las luminarias solares con enfoque en proyectos viales.
- Elaborar el plan de marketing del nuevo producto: sistema de iluminación solar LED orientadas a proyectos viales en el Ecuador.

## **1.2 Principales resultados**

El sistema de alumbrado exterior comúnmente utiliza lámparas incandescentes, vapor de sodio, vapor de mercurio, las cuales llegan a ser ineficientes con el pasar del tiempo debido a su bajo rendimiento lumínico y a que demandan constantemente mantenimiento en el remplazo de componentes para su correcto funcionamiento. Esto genera problemas en el ecosistema y en el ambiente nocturno en general ya que hay más riesgo de accidentes. Por otra parte, en la actualidad ha aumentado el uso de tecnología LED que nos presentan productos más eficientes debido a su bajo consumo energético y gran durabilidad, aunque aún sigue siendo del tipo de alimentación eléctrica. Por tal motivo, se requiere un cambio en lo que respecta a eficiencia energética y se busca tener aceptación por parte de las diversas empresas eléctricas dedicadas a la distribución y comercialización de luminarias en Ecuador. Mediante encuestas a ingenieros eléctricos del área de distribución y alumbrado público y entrevistas con diferentes técnicos eléctricos de las empresas eléctricas del país en las regiones Costa, Sierra y Oriente se recabaron requerimientos y necesidades del funcionamiento del este sistema eléctrico y así tener un enfoque directo en el uso de energías renovables consiguiendo que más adelante sea la fuente de energía principal en el país para que pueda ser usada en el sistema de iluminación vial del Ecuador.

## **2 DETERMINACIÓN DE PROBLEMA**

### **2.1 Situación Problemática**

En la actualidad existen muchos problemas en cuanto al aumento de la contaminación del medio ambiente provocada por el uso desmedido de combustibles fósiles que incrementan la proporción de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

Además, han surgido varios problemas en el mercado petrolero por su precio, que constantemente es fluctuante, y escasez, tomando en consideración que durante los meses de mayor crisis por la pandemia de COVID-19 su valor llegó a ser despreciable.

La energía solar fotovoltaica sería una gran alternativa confiable como fuente de suministro energético cuyo uso debería justificarse por encima de aspectos económicos ya que la contribución medio ambiente sería significativa superior. (Jacome, 2017)

Por tal razón, implementar un sistema de iluminación solar en las vías del Ecuador resultaría de gran ayuda para el planeta tierra que en estos momentos se enfrenta con el calentamiento global en crecimiento y generaría concientización en las personas para que se sumen al desafío de usar energías renovables como fuente principal. (Chuquín & Márquez, 2011)

Por último, se tiene una falta de concientización de los impactos ambientales que produce mantener sistemas de iluminación tradicionales esto debido a que no se ha generado conciencia ecológica, esto no es solo planteado desde el punto de vista de un producto enfocado a la iluminación sino en general ya que se existe un desinterés en la sociedad (Rugel, Nicolade, & Alava, 2015) , así también se tiene un poco interés de parte de la política actual sobre la inversión del estado en proyectos medio ambiental , lo cual puede mejorar si es que se destina los suficiente recursos a ello , siempre y cuando sentido de la equidad en la demanda de los recursos naturales ya que esto puede generar un desequilibrio económico a nivel nacional . (Bayola, 2012)

## **2.2 Formulación del Problema**

Para conseguir el crecimiento sostenible de las siguientes generaciones es necesario seguir trabajando en buscar la eficiencia energética y en especial cuando se tiene como asunto más complicado la adaptación de este cambio a las zonas rurales que están en vías de desarrollo ya que intervienen diversos factores socioeconómicos. Por tal razón, es indispensable moderar la demanda de energía tanto para el ámbito residencial, comercial y público.

Hoy en día el sector solar ha experimentado un gran desarrollo tecnológico ubicándose por encima de cualquier otro tipo de energía renovable o de generación eléctrica, esto es respaldado por Aliaga, Fuentes y González (2020) y por Llivicura (2017) quienes al realizar el estudio de instalación de luminarias con tecnología solar en alumbrado público demuestran que resulta rentable y amigable con el ambiente respecto a la situación actual con luminarias convencionales..

### **2.3 Justificación práctica**

La incorporación de una nueva línea de luminarias tendrá un impacto ya sea positivo por las ganancias que este nuevo producto genere al incorporarlo en un portafolio previo de luminarias tradicionalmente de funcionamiento eléctrico, o negativo debido a la disminución de ventas de luminarias viales tradicionales tales como son las lámparas LED o de sodio, que se han venido comercializando con anterioridad, obteniendo como resultado la viabilidad de proyectos solares para vías del Ecuador ya sea positiva referente a reducción de gastos de las empresas eléctricas respecto al consumo eléctrico y a la disminución de la huella ecológica producida por alumbrado vial; o negativa debido a los altos valores de inversión en esta nueva tecnología ya que demanda constante mantenimiento para un correcto funcionamiento .

Esta propuesta establecerá las bases para la toma de decisión de qué tan conveniente es la incorporación de una línea de producto que aún no presenta gran demanda en el país, observando la relación de ingresos, costos y gastos de crear una luminaria solar competitiva en el mercado ecuatoriano.

### **2.4 Justificación teórica**

El desarrollo de una nueva línea de producto de luminarias solares orientadas a proyectos viales dentro de marcas o empresas que históricamente se han focalizado en la comercialización de luminarias tradicionales a lo largo del tiempo tales como luminarias incandescentes, fluorescentes o LED para el consumo masivo, constituye un gran desafío, ya que la comercialización de luminarias LED con alimentación de energía solar conlleva un mayor esfuerzo de especificación y su rotación es considerablemente baja o en otras palabras lenta, en un mercado en donde ya existe competencia de pequeñas empresas dedicadas a desarrollar proyectos locales de iluminación publicas energizados por irradiación solar con distintas municipalidades.

Asimismo, significa todo un reto ya que tanto las empresas eléctricas o municipalidades están en la necesidad de adaptarse a la nueva visión del país en temas de depender cada vez menos de energías no renovables y más de energías sostenibles como es la energía solar.

### **3 MARCO TEÓRICO**

Esta sección cuenta con la información necesaria para conocer más sobre un sistema de iluminación solar LED. Esto en lo que se refiere a conceptos básicos, diseño de luminarias y sistema fotovoltaico, disposición y tipos de luminarias, normativas, entre otras.

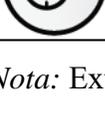
#### **3.1 Marco conceptual**

##### ***3.1.1 Características, beneficios y usos del LED***

Un LED (Light Emitting Diode – diodo emisor de luz) es un dispositivo semiconductor que emite luz con diferentes longitudes de onda cuando se polariza de forma directa, circulando así corriente eléctrica por el elemento. Dependiendo del material semiconductor empleado en la construcción del diodo el color puede variar desde el ultravioleta, pasando por el espectro de luz visible, hasta el infrarrojo (Diewald, 2006, págs. 3-5).

Toda la energía que utilizan los leds pueden convertirla en luz porque producen muy poco calor, no atraen insectos, no hay zócalos, cables o circuitos quemados, no generan carbonilla, no efectúan parpadeos, no se afectan por los ciclos de encendido y apagado, el tiempo de encendido es muy corto, el rendimiento luminoso es alto, son ecológicos con el ambiente, entre otras características (Flores G. , 2016).

**Figura 1** Beneficios del LED

 <b>EFICACIA</b> 30-75% menos potencia que otras fuentes. Más lúmenes por menos watts.	 <b>RESISTENCIA</b> Fabricado con componentes en estado sólido que son resistentes a los golpes y vibración.
 <b>AMIGABLE CON EL AMBIENTE</b> No contiene arsénico, mercurio ni gases tóxicos.	 <b>TAMAÑO</b> Por el tamaño del LED, se pueden diseñar luminarias cada vez más pequeñas.
 <b>LIBRE UV</b> Prácticamente no emite radiación UV ni infrarrojo.	 <b>VIDA ÚTIL</b> La depreciación luminosa se da en tiempos mayores que fuentes comunes. Vida útil cada vez mayor.
 <b>EFICIENCIA</b> Presenta una gran eficiencia en conjunto con lentes ópticos, difusores y materiales reflectivos.	 <b>POCO MANTENIMIENTO</b> Por su vida útil se requiere muy poco mantenimiento.
 <b>TEMPERATURA</b> Produce entre 20-50% menos calor que fuentes convencionales.	 <b>VARIEDAD DE COLORES Y CCT</b> Variedad en temperaturas de color y colores.
 <b>ATENUACIÓN</b> La atenuación del LED es más sencilla que en otras fuentes luminosas.	 <b>RESUMEN</b> Actualmente, a nivel comercial, el LED es la mejor opción a nivel de costo -eficiencia energética- y vida útil.

*Nota:* Extraído de “Guía técnica de iluminación”, por Sylvania, p. 14.

Entre los usos se pueden mencionar: iluminación en dispositivos de señalización vial, en paneles informativos, alumbrado de pantallas de cristal líquido de teléfonos móviles, calculadoras, agendas electrónicas, equipos de computadoras (teclados, impresoras, monitores, dispositivos de encendido/apagado), linternas, relojes, juguetes con destellos de luz, fuente de luz para microscopios, aparatos de medicina en todas sus especialidades; así como también en los medios de transporte terrestre, marítimo y aéreo. (Domínguez, 2014)

### ***3.1.2 Ventajas y desventajas desde el punto de vista de eficiencia energética***

#### Ventajas

- Eficiencia y ahorro energético
- Mejora de la competitividad, modernización en los sistemas de gestión
- Reducción de la emisión de gases de efecto invernadero
- Reducción de los costos ocasionados por el consumo eléctrico
- Prevención y limitación de riesgos
- Protección a personas, flora, fauna, bienes y ambiente en general

## Desventajas

El mayor inconveniente que tiene el LED sin duda es su precio, pero si evaluamos sus múltiples e inmejorables condiciones de funcionamiento y sobre todo su larga vida en comparación con los demás sistemas de iluminación, estamos en condiciones de afirmar que es la inversión más sensata, eficaz y rentable que podemos hacer como lo menciona iluminación inteligente (2008).

### **3.1.3 Factores de diseño**

Los factores fundamentales que se deben tener en cuenta para realizar un buen diseño lumínico son los siguientes:

- Iluminancias requeridas (niveles de flujo luminoso (lux) que inciden en una superficie)
- Uniformidad de la repartición de las iluminancias
- Limitación de deslumbramiento
- Limitación del contraste de luminancias
- Color de la luz y la reproducción cromática
- Selección del tipo de iluminación, de las fuentes de luz y de las luminarias.

Por lo tanto, es importante tener en cuenta la cantidad y calidad de luz necesaria, siempre en función de la dependencia que se va a iluminar y de la actividad que en ella se realizará. (ARCONEL, 2018)

### **3.1.4 Normativas para alumbrado público (ARCONEL 006/18)**

#### ***Vías para tráfico motorizado***

Las especificaciones sobre Clase de Alumbrado están clasificadas de M1 a M5 y son seleccionadas conforme a: la función de la vía pública, densidad de tráfico, complejidad del tráfico, separación del tráfico y la existencia de facilidades para el control de éste, tales como señales de tránsito. La tipificación está dada en la tabla que sigue: (ARCONEL, 2018)

**Tabla 1** Clases de alumbrado para diferentes tipos de vías públicas

<b>Descripción de la vía</b>	<b>Tipo de iluminación</b>
Vías de alta velocidad, con pistas separadas libres de intersecciones al mismo nivel y con accesos completamente controlados, autopistas, autovías. Con densidad de tráfico y complejidad de circulación:	
<b>Alta</b> (más de 1000 vehículos/hora)	<b>M1</b>
<b>Media</b> (entre 500 y 1000 vehículos/hora)	<b>M2</b>

<b>Baja</b> (entre 150 y menos de 500 vehículos/hora)	<b>M3</b>
Vías de alta velocidad, vías con doble sentido de circulación. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía:	
<b>Pobre</b>	<b>M1</b>
<b>Bueno</b>	<b>M2</b>
Vías urbanas de tráfico importante, carreteras radiales. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía:	
<b>Pobre</b>	<b>M2</b>
<b>Bueno</b>	<b>M3</b>
Vías secundarias de conexión, carreteras distribuidoras locales, vías de acceso principales residenciales, carreteras que proporcionan acceso a propiedades y conducen a conexiones de carreteras. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía:	
<b>Pobre</b>	<b>M4</b>
<b>Bueno</b>	<b>M5</b>

*Nota:* Extraído de “Resolución ARCONEL 006/18”, (2018). Pág. 11, 12.

### Parámetros fotométricos para vías con tráfico motorizado

Los parámetros fotométricos para vías con tráfico motorizado (M1 al M5), se definen en las siguientes tablas:

Conocidas las características de las vías y sus requerimientos visuales, se deberá asignar la clase de iluminación necesaria. A cada clase de iluminación se le establecen los requisitos fotométricos mínimos mantenidos a través del tiempo, los cuales se condensan en la Tabla 2 para luminancia, cuando este es el criterio aplicado. (CIE, 1995)

**Tabla 2** Luminancia de calzada para tráfico motorizado

Clase de iluminación	Campo de aplicación				
	Todas las vías		Vías sin o con pocas intersecciones		Vías con aceras no iluminadas para clases P1 a P4 (Ver Tabla 6)
	Luminancia promedio $L_{prom}$ ( $cd/m^2$ ) Mínimo mantenido	Factor de uniformidad $U_o$ Mínimo	TI% Máxima inicial	Factor de uniformidad longitudinal de luminancia $U_L$ Mínimo	Relación de entorno SR Mínima
M1	2,0	0,4	10	0,7	0,5
M2	1,5	0,4	10	0,7	0,5
M3	1,0	0,4	10	0,7	0,5
M4	0,8	0,4	10	NR	NR
M5	0,6	0,4	10	NR	NR

*Nota:* Extraído de “Resolución ARCONEL 006/18”, (2018). Pág. 13. NR = No Requerido.

**Tabla 3** Valores mínimos de iluminancia promedio (lx) en vías motorizadas

Clase de iluminación	Valor promedio (mínimo a mantener) de iluminancia según tipo de superficie de la vía (lx) (ver Tabla 4)			Uniformidad de la iluminancia
	<b>R1</b>	<b>R2 y R3</b>	<b>R4</b>	$E_{min}/E_{prom}(\%)$
M3	12	17	15	34%
M4	8	12	10	25%
M5	6	9	8	18%

*Nota:* Extraído de “Resolución ARCONEL 006/18”, (2018). Pág. 13

Se podrán hacer diseños con base en criterio de iluminancia para las vías cuyas características se encuentran en la Tabla 4 consideradas en la Tabla 3.

**Tabla 4** Características de la superficie

Clase	Características de la superficie
<b>R1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Superficies de asfalto con un mínimo del 15 % de materiales reflectivos o materiales artificiales claros o al menos un 30% de anortositas muy brillantes;</li> <li>- Superficies que contienen gravas que cubren más del 80% de la superficie de la calzada, y las gravas constan de gran cantidad de material claro, o reflectivos están compuestas al 100% de anortositas muy brillantes;</li> <li>- Superficies de calzada de hormigón de concreto.</li> </ul>
<b>R2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Superficies con textura rugosa que contienen agregados normales;</li> <li>- Superficies asfálticas (pavimentos bituminosos que contienen el 10% al 15% de abrilladores artificiales;</li> <li>- Hormigón bituminoso grueso y rugoso, rico en gravas (más del 60%) de tamaños mayores a 10 mm;</li> <li>- Asfalto mástico después de ser tratado. Se conoce también como asfalto mástico en estado nuevo.</li> </ul>
<b>R3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revestimiento en Hormigón (asfalto frío, asfalto cemento) con tamaño de grava superior a 10 mm, con textura rugosa:</li> <li>- Superficies tratadas con textura rugosa pero pulimentada.</li> </ul>
<b>R4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asfalto mástico después de varios meses de uso;</li> <li>- Superficie con textura bastante suave o pulimentada.</li> </ul>

*Nota:* Extraído de “Resolución ARCONEL 006/18”, (2018). Pág. 13,14.

### ***Vías para tráfico peatonal***

**Tabla 5** Clases de iluminación

Clase de iluminación	Descripción del uso de la calzada
<b>P1</b>	Vías de gran importancia.
<b>P2</b>	Utilización nocturna intensa por peatones y ciclistas.
<b>P3</b>	Utilización nocturna moderada por peatones y ciclistas
<b>P4</b>	Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes.
<b>P5</b>	Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. Importante mantener el lugar o el carácter arquitectónico del entorno.
<b>P6</b>	Utilización nocturna muy baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente.

*Nota:* Extraído de “Resolución ARCONEL 006/18”, (2018). Pág. 14.

## Parámetros fotométricos para tráfico peatonal

Los parámetros fotométricos para tráfico peatonal (P1 al P6), se definen en la siguiente tabla:

**Tabla 6** Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal

Clase de iluminación	Iluminación (lx)	
	Valor promedio (*)	Valor mínimo (*)
<b>P1</b>	20	7,5
<b>P2</b>	1	3,0
<b>P3</b>	7,5	1,5
<b>P4</b>	5,0	1,0
<b>P5</b>	3,0	0,6
<b>P6</b>	1,5	0,2

*Nota:* Extraído de “Resolución ARCONEL 006/18”, (2018). Pág. 15. (\*) = Medidas a nivel de suelo

### **3.1.5 Tipos de alumbrado vial**

Hay dos tipos de alumbrado vial que se detallan a continuación:

#### ***Alumbrado vial ambiental***

Los soportes son de baja altura (entre 3 a 5 m) en zonas residenciales y urbanas para iluminación en vías de velocidad limitada, vías peatonales, comerciales, parques, etc. (Sylvania, 2020)

#### ***Alumbrado vial funcional***

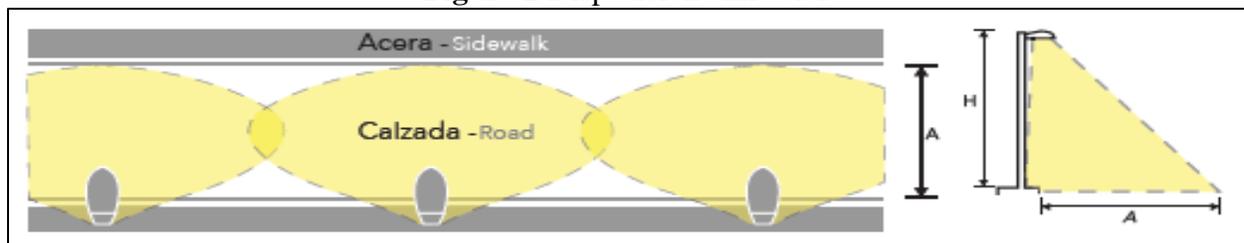
Para iluminación en autopistas, carreteras, túneles, vías urbanas, etc. (Sylvania, 2020)

En las siguientes figuras se muestran los diferentes tipos de disposición de las luminarias:

#### Disposición Unilateral

Los puntos de luz se sitúan en un mismo lado de la vía. Se utilizará generalmente cuando la anchura (A) de la calzada sea igual o inferior a la altura (H) de montaje de las luminarias. (Sylvania, 2020)

**Figura 2** Disposición unilateral

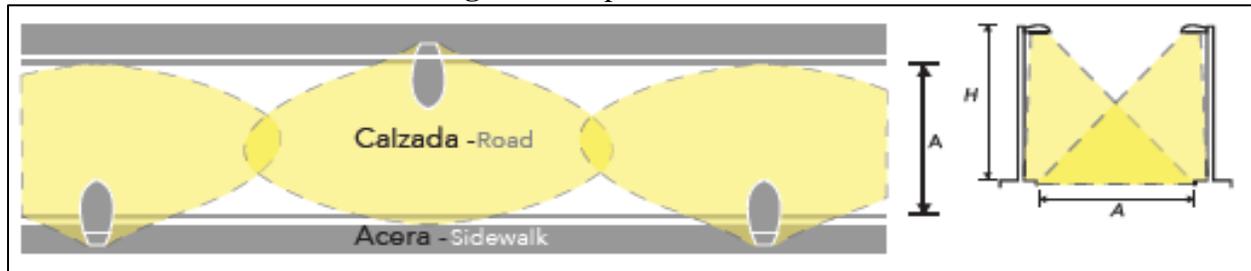


*Nota:* Extraído de “Guía técnica de iluminación”, por Sylvania, p. 36.

### Disposición Bilateral Defasada

Los puntos de luz se sitúan en ambos lados de la vía alternado o en zigzag. Se utilizará principalmente cuando la anchura de la calzada (A) sea de 1 a 1.5 veces la altura (H) de montaje de las luminarias. (Sylvania, 2020)

**Figura 3** Disposición bilateral

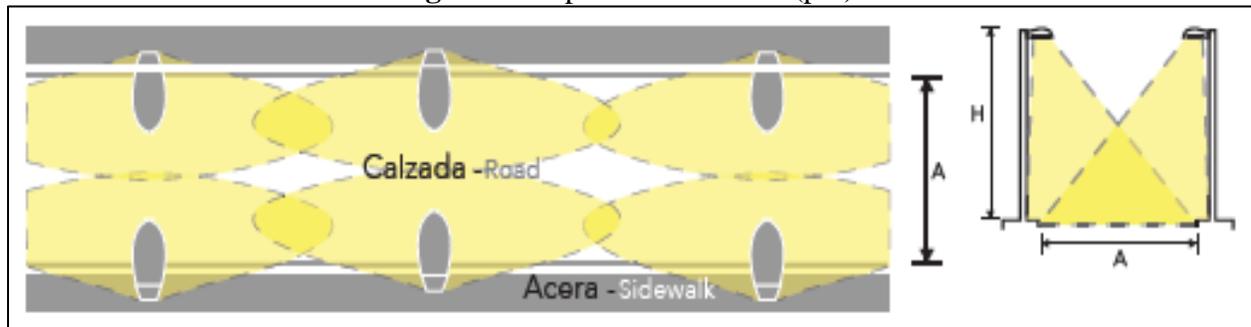


*Nota:* Extraído de “Guía técnica de iluminación”, por Sylvania, p. 36.

### Disposición Bilateral Pareada

Los puntos de luz se sitúan en ambos lados de la vía, uno enfrente al otro. Se utilizará normalmente cuando la anchura de la calzada (A) sea mayor de 1.5 veces la altura (H) de montaje de las luminarias. Es uno de los sistemas más utilizados en vías anchas. (Sylvania, 2020)

**Figura 4** Disposición bilateral (par)

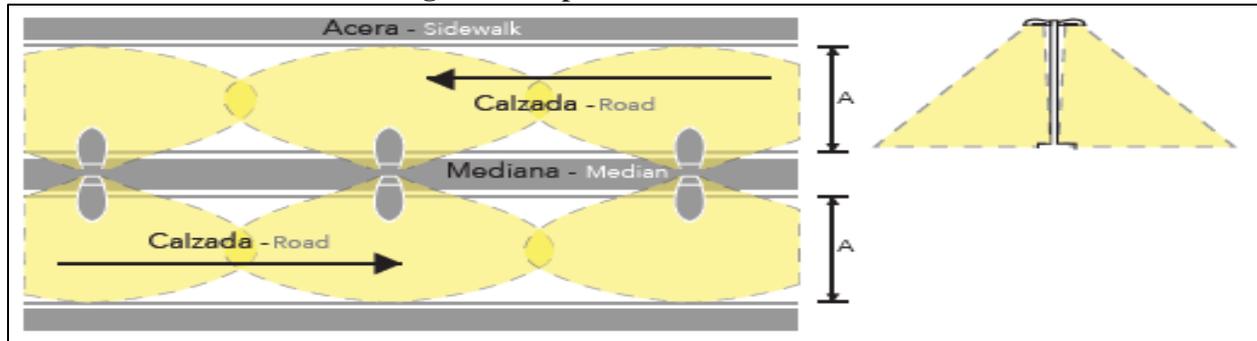


*Nota:* Extraído de “Guía técnica de iluminación”, por Sylvania, p. 36.

### Disposición Central o Axial

Se realiza cuando las vías de tráfico con mediana de separación entre los dos sentidos de circulación. Los puntos de luz se implantarán en columnas o postes de doble brazo situados en la mediana central (M), cuando la anchura de ésta esté comprendida entre 1 y 3 m. (Sylvania, 2020)

**Figura 5** Disposición central o axial



*Nota:* Extraído de “Guía técnica de iluminación”, por Sylvania, p. 36.

Si la anchura de la mediana (M) es superior a 3 m no se utilizarán báculos dobles. En este caso, la disposición se estudiará como si se tratara de dos calzadas independientes. (Sylvania, 2020)

### **3.1.6 Luminarias para alumbrado**

Comparativa de LED Luminaria AP vs. Convencional

- Fotometría: Asimétrica para AP
- Ajuste de ángulo: en el soporte
- Flujo medido: luminaria completa
- Eficacia: Desempeño de la luminaria completa: LOR 100%
- Mantenimiento del flujo luminoso a 6000 horas: Aprox. 96%
- Encendido: instantáneo
- Re-encendido: instantáneo
- Vida útil: 50000hrs L70 (Luminaria)

**Figura 6** Modelos de luminarias para alumbrado público

URBAN	ZD216V2	ZD216V2 M
		
35W–5.040lm 60W–8.400lm 90W–12.600lm 120W – 16.800lm 150W–21.000lm 200W–28.000lm	20W–2.400lm 40W–5.200lm 50W–6.500lm	66W–8.500lm 80W–10.400lm 100W – 13.000lm 120W – 15.600lm 150W – 19.500lm

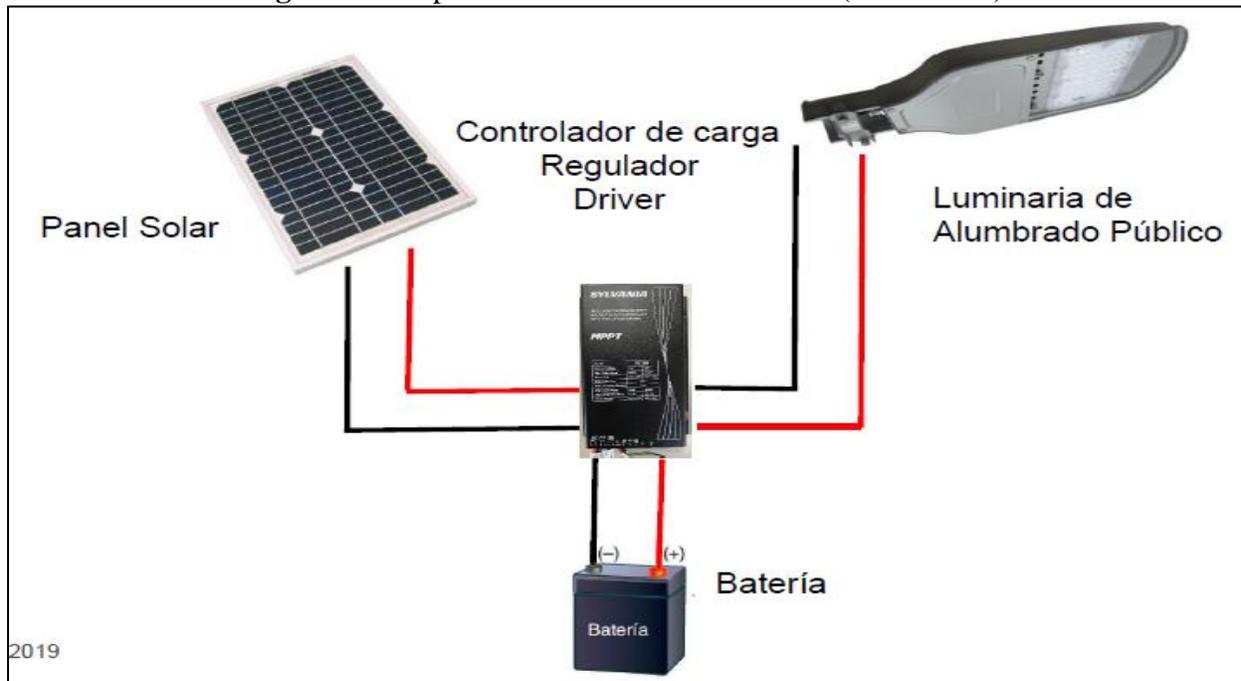
*Nota:* Extraído de “Sistemas solares para alumbrado público. Mitos y Realidades.”, por Sylvania, Pinzón Jairo, (2019), p. 44.

### **3.1.7 Sistema solar fotovoltaico para alumbrado público**

En un sistema fotovoltaico se integran varios componentes que cumplen una o más funciones con la finalidad de transformar la energía recibida por el sol en energía eléctrica mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o una deposición de metales sobre un sustrato denominada célula solar de película fina. Consta principalmente de los siguientes elementos: (Pinzón, 2019)

- Panel solar
- Controlador de carga / Regulador Driver
- Batería
- Luminaria de Alumbrado Público

**Figura 7** Componentes del sistema autónomo (OFF GRID)



*Nota:* Extraído de “Sistemas solares para alumbrado público. Mitos y Realidades.”, por Sylvania, Pinzón Jairo, (2019), p. 59.

### 3.1.8 Heliofanía

En toda la llanura litoral hasta una altura de 500 m en la ladera de la cordillera Occidental, el promedio anual de horas de brillo solar fluctúa entre las 600 y 1700 horas, siendo las más favorables de este número las zonas más secas. En la región interandina, la insolación fluctúa entre las 1200 y 2000 horas anuales con ciertas excepciones de lugares muy lluviosos. Pese a la poca información de datos existentes en la región amazónica se ha determinado que la insolación se ubica entre las 1000 y 1400 horas anuales. En el Archipiélago de Colón, el promedio anual de insolación se ubica alrededor de las 2000 horas anuales. La duración del día cambia muy poco durante el año, cada día tiene 12 horas de luz solar, con una variación de no más de 30 minutos en cualquier punto del país. En la línea ecuatorial, la cantidad total de radiación solar alcanza el máximo en los equinoccios; esto es sólo un 13% más alto que la cantidad mínima de radiación interceptada en los solsticios. Una consecuencia de esta relativa constancia anual de radiación solar es la variación estacional baja en la temperatura promedio del aire en las latitudes ecuatoriales (Farfan, 2018).

### 3.2 Bases teóricas

Se tienen datos históricos de las importaciones previas realizadas por la mediana y pequeña empresa en el Ecuador donde se detallan los procesos solicitados de importación tales como: los requisitos obligatorios, los trámites a realizar y los procedimientos necesarios para la importación sin inconvenientes, permitiendo conocer cuál es la partida arancelaria a declarar gracias a los importadores nacionales con respecto a luminarias completas o partes y piezas a utilizar en un sistema solar y los cumplimientos de especificaciones mínimas requeridos que se deben cumplir establecidas con anterioridad y bajo aspectos técnicos por el Ministerio de Industria y Productividad (Guevara, 2017) (Servicio Ecuatoriano Normalización, 2017). Esta información también nos ayuda a conocer los promedios FOB, CIF y unidades importadas (es decir, desagregando los costos y gastos de importaciones de la competencia local) que se manejan en el ámbito local como se demuestra en el trabajo de graduación “Estudio de factibilidad de la importación de paneles solares fotovoltaicos al cantón Cuenca” (Jacome, 2017) y establecer los parámetros básicos de cuáles son los productos que tienen mayor aceptación en el mercado nacional, teniendo siempre claro que este grupo de importadores se dedican a la comercialización de estos productos a nivel regional o sectorial.

Asimismo, cada una de las diferentes empresas eléctricas a lo largo del Ecuador presenta diferentes requerimientos técnicos y muchas de ellas buscan beneficios según las condiciones climáticas o sociales que se presenta en su entorno. Se puede contrastar este punto con el documento “Evaluación dinámica de control solar lumínico” que comprueba la sensibilidad al entorno climático de las diferentes arquitecturas, obteniendo resultados según la aplicación y ubicación del proyecto en donde menciona el dinamismo que juega un rol fundamental al buscar un diseño óptimo de iluminación solar. (Soto-Leiva, Roldán, & Eliash-Díaz, 2020)

En el trabajo de grado “Factibilidad del sistema de alumbrado público empleando luminarias led y alimentación solar fotovoltaica” se estudiaron las ventajas de implementar este tipo de sistemas para cumplir con lo antes citado. El estudio en cuestión consideró el sector comprendido entre el redondel del Condado y el redondel Plaza Equinoccial, ubicado en la ciudad de Quito – Ecuador. Concluyendo que las condiciones climáticas mínimas en sectores de Quito permitirían tener sistemas de cargas fotovoltaicas. (Flores G. , 2016)

En el proyecto realizado por Bejarano (2011) se hizo un estudio de la incidencia solar sobre la ciudad de Riobamba lo cual es uno de los análisis preliminares de cálculos solares, dando como deducción condiciones positiva para la implementación de energía solar en el centro del país. En este mismo orden de ideas, Chuquín y Márquez (2011) concluyen que la posición geográfica privilegiada de todo el territorio ecuatoriano facilita la planificación e instalación de sistemas fotovoltaicos ya que el sol recorre durante todo el año prácticamente perpendicular a nuestro país.

Montalvo (2016) llevó a cabo una investigación de tipo correlacional con enfoque cuantitativo, realizando un análisis de los distintos fundamentos teóricos relacionados a la iluminación solar y un diseño y selección de los elementos y dispositivos que conforman un sistema solar óptimo mediante una serie de cálculos matemáticos y simulaciones. En este sentido el estudio “Control inteligente de iluminación fotovoltaica para autopistas en Ecuador” muestra un análisis previo de los beneficios de la luz solar al momento de generar electricidad y plantear esta soluciones a nivel doméstico como son las escalinatas o zonas exteriores de hogares o a nivel agropecuario haciendo uso de lámparas led microcontroladas y mediante un sistema de control permitir su accionamiento y ahorro de energía controlando la cantidad de flujo luminoso, ambas teorías nos demuestran que se puede cumplir con ciertos parámetros técnicos para la aceptación de diseños de luminarias óptimas a nuestro ambiente. (Vargas, 2015)

#### **4 MATERIALES Y METODOLOGÍA**

Se detallan los métodos usados para verificar si la aplicación de esta nueva tecnología para las vías del Ecuador resultaría factible. Esto mediante la utilización de técnicas de recolección de datos como lo son las encuestas y entrevistas y la factibilidad en el ámbito técnico, económico, financiero, natural, legal, social y comercial.

##### **4.1 Unidad de análisis**

Según el objeto de estudio se consideró a la investigación de tipo aplicada y la investigación en el tratamiento de los datos es de tipo mixta (cualitativa y cuantitativa). El nivel por alcanzar se concibió que es del tipo investigación descriptiva. Con respecto al tipo de estudio se razonó que no es experimental porque no se realizaron intervenciones experimentales. En cuanto a su diseño es transversal porque se tomaron los datos (entregas) con 3 meses de anterioridad, es decir, en un

periodo de tiempo determinado que inicializo en el mes de diciembre del 2020 hasta febrero del 2021.

## **4.2 Población**

Debido a como está guiado el proyecto se escogió como población a ingenieros eléctricos que laboran en las distintas empresas eléctrica del país de las regiones Costa, Sierra y Oriente del Ecuador. La cantidad total de ingenieros eléctricos que laboran en este tipo de instituciones se estima en alrededor de 1200 personas (Datos obtenidos de tabla de remuneración mensual CNEL corporativo marzo 2020), es complejo difícil saber la cantidad exacta dado que muchas de estas instituciones manejan la modalidad de contratos eventuales.

## **4.3 Tamaño de muestra**

El tamaño de la muestra fue seleccionada a conveniencia, se realizaron las encuestas a 83 personas de las distintas entidades eléctricas encargadas de la distribución de energía en el país. También se entrevistaron a diferentes técnicos eléctricos de las empresas eléctricas del país en las regiones Costa, Sierra y Oriente, 2 en cada región salvo la región de Galápagos.

## **4.4 Selección de muestra**

Se seleccionó a ingenieros de las empresas eléctricas que tengan relación con alumbrado público u obras de distribución con el fin de verificar un resultado positivo o negativo del proyecto.

## **4.5 Métodos a emplear**

Para llevar a cabo el proceso investigativo se realizaron varios métodos con el fin de efectuar un proyecto de desarrollo para la creación de una nueva línea de luminarias solares dirigida al sector de proyectos viales del Ecuador. Los métodos se detallan a continuación:

- Estudio de mercado
- Factibilidad (técnica, económica, financiera, ambiental y social)
- Plan de marketing del nuevo producto

#### **4.6 Identificación de las necesidades de información. Fuentes primarias o secundarias**

Las encuestas y entrevistas se realizaron con el fin de identificar la aceptación ante el cambio del uso de energía convencional por energía solar en luminarias de alumbrado público y para saber qué requerimientos y necesidades tienen del funcionamiento de este sistema, a partir de esto y dado que no se presentan las mismas condiciones climáticas en todas las regiones del país ni la misma incidencia solar sobre las diferentes altitudes de las regiones, se buscaría llegar a un consenso que definiría cuál sería el sistema de energía solar formado por paneles solares, sistema de carga y control de batería para que funcione de forma óptima por aproximadamente 12 horas cada día a carga nominal en las distintas regiones del país.

#### **4.7 Técnicas de recolección de datos**

Como técnicas de recolección de datos se hicieron encuestas y entrevistas.

Para las encuestas se usó la escala de Likert a un grupo de personas que laboran en el sector eléctrico sobre todo al personal técnico capacitado de las empresas eléctricas del país (ingenieros eléctricos del área de distribución y alumbrado público) con el fin de conocer el grado de aceptación de la creación de un sistema de iluminación solar LED para las vías del Ecuador con preguntas de selección del 1 al 5, en donde 1 es estoy en desacuerdo y 5 estoy completamente de acuerdo.

A continuación, se especifican las preguntas que se realizaron a los encuestados:

- P1: ¿Cree usted que es importante disminuir el consumo eléctrico para las empresas eléctricas?
- P2: ¿Considera necesario realizar un cambio de la energía convencional por la energía solar?
- P3: ¿Piensa que se podría implementar iluminación solar a nivel de vías y calles dentro de una ciudad?
- P4: ¿Considera efectivo introducir energías renovables en soluciones viales?
- P5: ¿Cree que el impacto económico y ambiental beneficiaría al país?
- P6: ¿Considera que los gobiernos autónomos descentralizados estarían en la capacidad de invertir en iluminación sostenible?
- P7: ¿Estaría de acuerdo en invertir grandes sumas de dinero por una solución lumínica autónoma que solo requerirá mantenimiento preventivo?

- P8: ¿Cree usted que el Ecuador brindaría las condiciones óptimas en sus diferentes regiones para el funcionamiento de las luminarias solares?
- P9: ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este tipo de productos?
- P10: ¿Cuánto impacto social tendría las luminarias en las distintas comunidades del Ecuador?

Para las entrevistas se contactó a técnicos eléctricos de diferentes empresas eléctricas del país de las regiones Costa, Sierra y Oriente mediante llamada telefónica, con el objetivo de tener diferentes criterios acerca de las situaciones que viven actualmente con respecto a la iluminación vial.

Una vez que se recabó toda esta información se pudo ver de forma objetiva cómo la luminaria solar puede ingresar de forma óptima en el mercado ecuatoriano y con esto se formaría un plan de mercadeo el cual nos garantice una buena comercialización.

#### **4.8 Herramientas utilizadas para el análisis e interpretación de la información**

Se analizó cómo impactaría la introducción de luminarias solares en un portafolio de luminarias comúnmente alimentadas por energía eléctrica, siempre considerando que el enfoque de este producto será en proyectos viales, se ejecutó esto asumiendo un pronóstico de ventas el cual definiremos gracias el estudio de mercado realizado con anterioridad y un precio fijo de venta. Esto permitirá obtener un flujo de caja de la comercialización de las luminarias, además de calcular la tasa de rendimiento contable, payback del proyecto, el VAN y la TIR, estos parámetros y con un análisis de los mismos permitirán definir si el proyecto es óptimo y rentable para las aspiraciones de una empresa dedicada a la distribución local. Para el análisis de estos datos se usó la herramienta Microsoft Excel.

#### **4.9 Procedimientos y técnicas empleadas para el desarrollo del nuevo producto**

Se definieron los parámetros técnicos que debe cumplir el producto. En el Ecuador, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), es la entidad encargada de velar que todo producto comercializado en el sector de las energías cumpla con los estándares de calidad mínimos, para el caso de las luminarias de alumbrado público tradicionales se ha estipulado una tabla de cumplimiento de parámetros para su aceptación en las empresas eléctricas a nivel nacional, no obstante no se tiene parámetros definidos en términos de luminarias que incorporen sistemas de alimentación solares, en este caso se optará a que el producto cumpla con todos los requerimientos

mecánicos y lumínicos que solicita el ministerio en productos LED, salvo los parámetros eléctricos.

Mediante un análisis de costo se determinó cual alternativa es viablemente económica, ya que se plantearon dos soluciones posibles para la optación de este producto. Una de ellas es importar directamente desde China mediante la compra a fabricante de producto original con sus siglas en inglés OEM, para lo cual se requerirá tener claro cuáles son las características técnicas del producto y buscar que el fabricante cumpla todos los requerimientos que se le solicite, además de analizar qué *incoterm* es más apto para la operación, si una compra FOB o CIF. La otra opción que se presentó fue realizar el ensamble de las luminarias de manera local, para lo cual se tiene que importar las piezas como son los paneles solares, baterías y luminarias LED y usar mano de obra local en lo que respecta a la estructura de montaje del sistema. Una vez que se definieron todos los costos generados según estas dos opciones, se pasó a realizar una comparación y se tomó la decisión más eficiente.

Se especificó cuál sería el impacto social que presenta la introducción de una nueva solución lumínica en las diferentes comunidades del país. El concepto de ver la iluminación vial no será similar ya que se eliminaría gran parte del cableado eléctrico y ahora no se dependería de una empresa eléctrica para el suministro de energía sino de las condiciones climáticas que se presenten en cada una de las regiones del país. Así mismo, se evaluó cuál es el verdadero impacto ambiental de realizar un recambio de las luminarias eléctricas comúnmente usadas, por una solución que se cree es amigable con el ambiente y que no considera requerir un mayor mantenimiento y recambio del sistema de carga. Este objetivo se logró mediante un estudio técnico de consumo eléctrico versus costo de mantenimiento.

Se elaboró un plan marketing con la idea de posicionar nuestro producto en el mercado nacional, esto se logrará definiendo un mercado objetivo y planteando ideas según las necesidades a nivel económico y ambiental, además de desarrollar planes estratégicos para impulsar la comercialización de las luminarias solares en conjunto con las empresas eléctricas del país. También se realizará acercamiento con grupos enfocados a impulsar las energías renovables para generar una mejor aceptación a nivel social.

## **5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **5.1 Estudio registro de patentes**

La principal diferencia al incluir este sistema de iluminación solar en las vías públicas o en sectores alejados es que habrá una reducción importante en la contaminación para el ecosistema, que hoy en día está siendo un punto importante a considerar debido al aumento del calentamiento global, por el constante uso de combustibles fósiles y demás factores contaminantes. La energía solar es una solución limpia en su operación, no contiene arsénico, mercurio ni gases tóxicos y no genera residuos, es silenciosa y puede ahorrar dinero solo depende de buenas condiciones climáticas. Además, presenta una gran eficiencia energética y en la actualidad cuentan con una larga vida útil, por lo que requieren poco mantenimiento. Expuesto lo anterior de manera local e internacional no existe un registro de patentes con respecto a este tipo de tecnología o sistemas que se empleará.

En la actualidad existen varias compañías dedicadas a la fabricación de este tipo de productos a nivel mundial con la capacidad de comercializar en cualquier de nación del mundo, de igual forma constantemente los gobiernos busca aumentar el uso de energías renovables para mitigar la contaminación ambiental por ello colocar patentes a la manufactura de sistemas solares para la iluminación sería una limitante para sus intereses ambientales

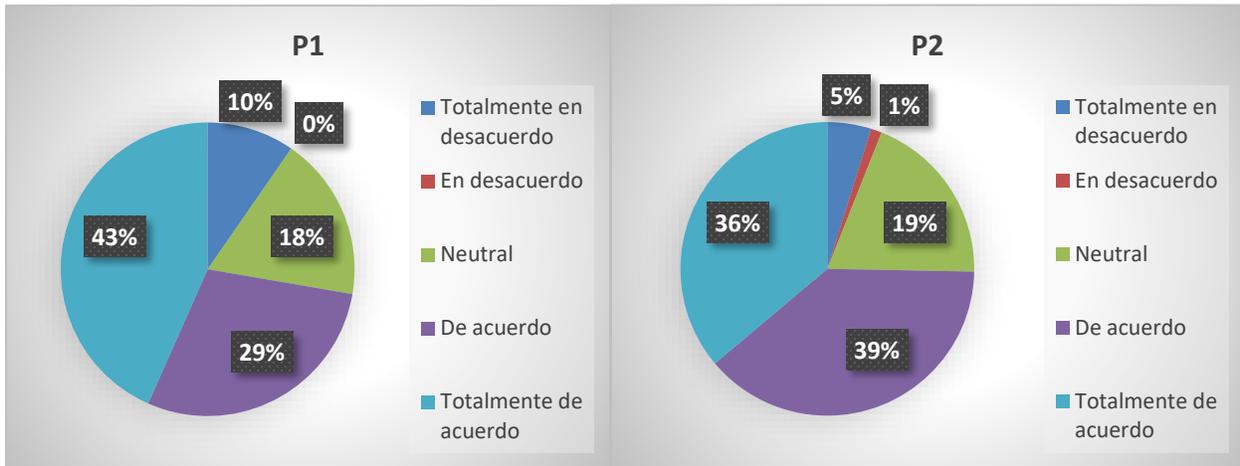
### **5.2 Resultados de estudio de mercado**

#### ***Encuestas***

En la sección 3.7 Técnico de recolección de datos se plantearon las preguntas dirigidas a los ingenieros eléctricos de las diferentes regionales con la finalidad de evaluar la viabilidad de incorporar luminarias solares a la red vial. Los resultados se muestran a continuación:

**Figura 8** Resultados P1: Disminución del consumo eléctrico y P2: sustitución de energías

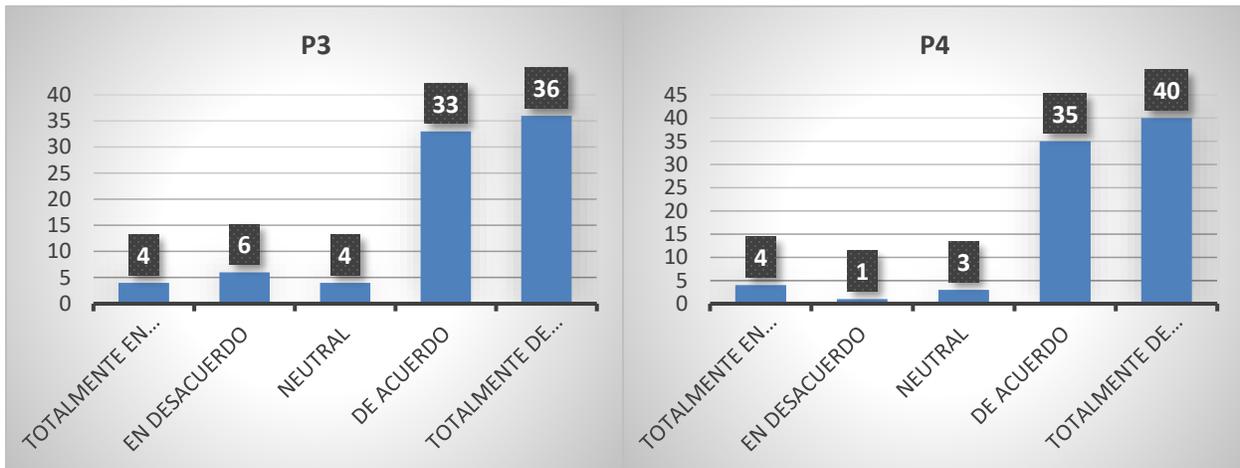
## Convencionales por renovables



Nota: Por Autor.

En referente a la reducción del consumo eléctrico 72% está totalmente de acuerdo y de la misma manera un 75% considera necesario realizar un cambio del uso de energías convencionales a energía renovables tales como energía solar eólica o hidroeléctrica. Según estos resultados podemos determinar que hay una apertura a nivel de técnicos eléctricos por cambiar el uso convencional de productos de funcionamiento eléctrico por soluciones sustentables.

**Figura 9** Resultados P3: Implementación de luminarias solares en red vial y P4: introducción de energías renovables en proyectos viales

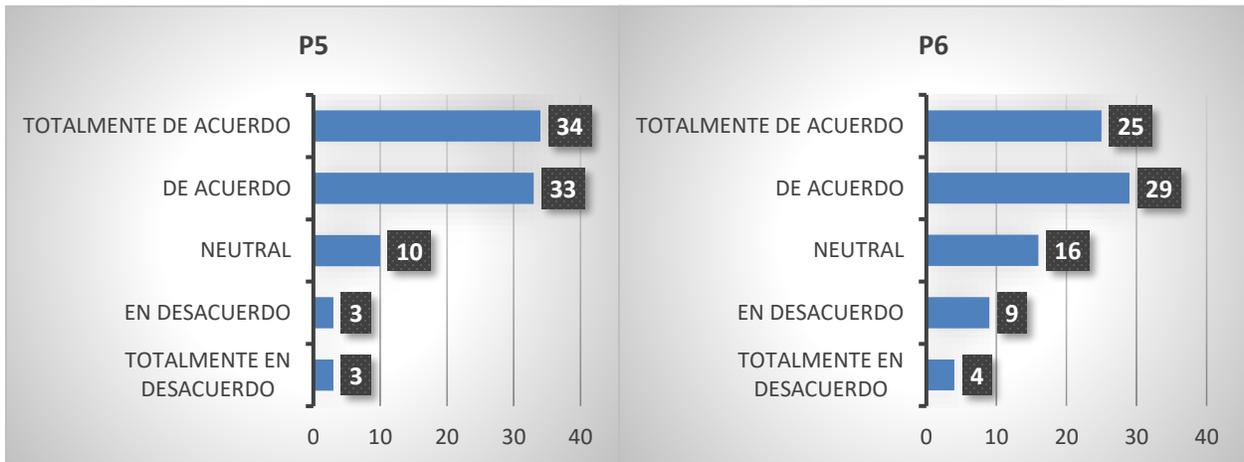


Nota: Por Autor.

Un 83% apuesta a que se puede implementar de forma efectiva un sistema de iluminación solar LED en la red vial del Ecuador y en referente a la introducción de energías renovables en proyectos

viales un 90% considera efectiva incorporación de estas tecnologías especialmente por el daño que hay actualmente al medio ambiente por contaminación.

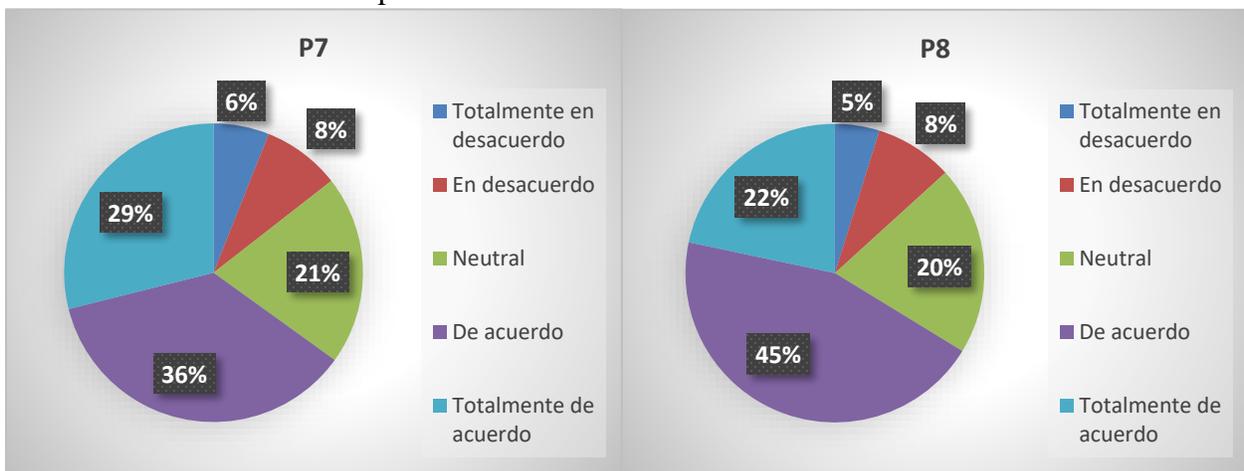
**Figura 10** Resultados P5: Beneficios de impacto económico y social de la iluminación solar y P6: inversión de gobiernos autónomos descentralizados en iluminación sostenibles



*Nota:* Por Autor.

Concerniente a los beneficios de esta tecnología #5 un 81% considera que tanto el impacto económico como ambiental sería de gran favorables para el país y relacionado a la inversión de parte de los gobiernos autónomos descentralizados un 65% establece que sí sería posible que los hagan una inversión, aunque hay un 35% que se mantiene neutral en opinar o en desacuerdo, mucho de este porcentaje se debe al desconocimiento de la capacidad de instituciones públicas sobre la implementación de este tipo de proyectos,

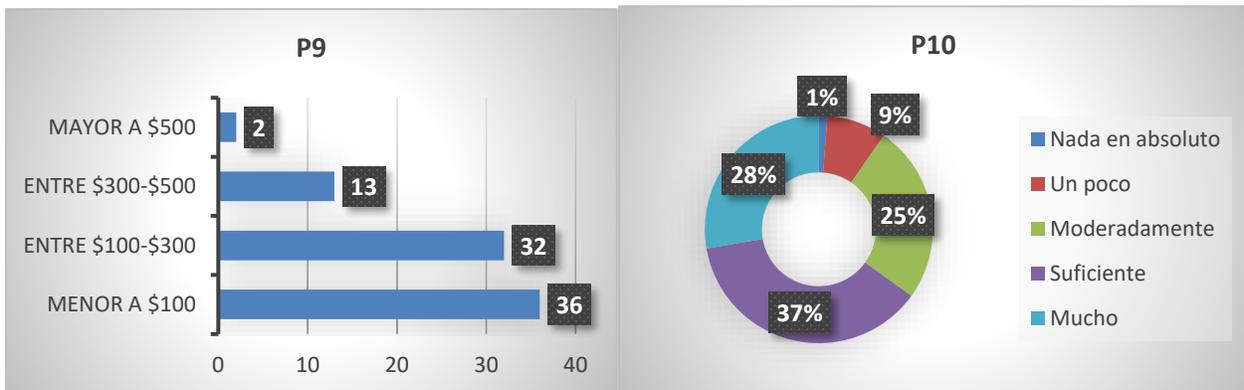
**Figura 11 P7:** Inversión de dinero por soluciones lumínicas autónomas y P8: Condiciones óptimas de funcionamiento en el Ecuador



*Nota:* Por Autor.

Pertinente a la inversión de capital en iluminación autónoma un 65% de los encuestados creen que las empresas eléctricas estarían dispuestas a invertir grandes sumas de dinero, pero hay un porcentaje considerable que no lo haría que es del 35%. Así mismo acerca de las condiciones óptimas ambientales que presenta el Ecuador para la carga de los Sistema solares un 67% establece que el Ecuador aporta con los entornos inmejorables para el uso de energía solar ya sea en la región costa, sierra o amazonia, sin embargo, 32% se mantienen dudosos.

**Figura 12** Resultados P9: precio referencial de luminarias solares y P10: percepción del impacto social



*Nota:* Por Autor.

Los resultados de los precios referenciales para este tipo de productos nos refleja que un 43% prefiere un precio menor a \$100 por el sistema lo cual no es el precio real de la implementación y se considera un punto negativo en cuanto a aceptación y respecto a aspecto social de este proyecto un 37% establece que el impacto que tendrían las luminarias en la sociedad sería considerable.

### ***Entrevistas***

Las personas entrevistadas consideran que el precio debe ser económico y aunque no apuestan mucho a las condiciones climáticas del Ecuador les parece una opción recomendable con el fin de disminuir el impacto ambiental. Además, algunos mencionaron el poco interés por parte del gobierno en reducir el consumo eléctrico. A continuación, el resumen de las entrevistas por región:

En la Región Costa la mayoría de los entrevistados estuvieron de acuerdo con un cambio de tecnología, aunque les preocupa muchos las condiciones ambientales tanto como; la salinidad, fuertes lluvias y sobre todo el alto grado de nubosidad. Por otro lado, hay técnicos que no lo

consideran rentable debido a que las luminarias según ellos requieren un alto mantenimiento y con ello deberán destinar más personal técnico para la limpieza y el cambio de los diferentes componentes cuando sea requerido por las luminarias, además del control del estado de las baterías. Otro aspecto que mencionaron y llega a interesarles es el costo de las luminarias ya que ellos buscan un producto rentable a 5 años como mínimo. Por ello, muchas municipalidades sobre todo de cantones alrededor de Guayaquil alegaron que sólo podrían implementar este tipo de iluminación en parques ya que no se requieren muchas unidades a instalar y el mantenimiento que demanda estos sitios es menor debido a las condiciones urbanas.

En la Región Sierra se plantea una gran problemática por parte de los técnicos especializados, ya que según ellos la diferencia de relieve presentaría diferentes condiciones de carga según su cercanía al sol. La Empresa Eléctrica Regional Sur mencionó que al impulsar esta solución sería utilizada en comunidades alejadas para disminuir los costos de instalación y tendido de cable, dado que para ellos demanda mucho esfuerzo y capital instalar iluminación en poblados en donde requieren menos de 50 unidades de alumbrado en sus calles principales. Al igual, empresas como Centro Sur o Empresa Eléctrica Ambato S.A. (EEASA) están interesadas en conocer los costos que representaría contar con estas soluciones, para poder realizar un correcto análisis de sus partidas arancelarias y ver la rentabilidad y cantidad que podían instalar anualmente, ya que menciona que en la actualidad los precios de la electricidad se encuentran subsidiados y a su parecer no se requiere de un cambio urgente sino progresivo hasta llegar a cantidades considerables en las diferentes regiones rurales de sus respectivas provincias.

En cuanto a la Región Amazónica, debido a que la mayoría de las empresas eléctricas que manejan la distribución y alumbrado público de la Amazonía son las mismas de la Sierra su criterio es similar ante la opción de incorporar estas luminarias. Sin embargo, CNEL Sucumbíos plantea que es de mucha utilidad para comunidades alejadas debido a que es muy difícil acceder a ciertas regiones y poblados por lo cual sería de mucha ayuda incorporar esta solución lumínica a pesar de los costos involucrados, ya que plantean que para ellos realizar generación propia en los diferentes asentamientos civiles a lo largo de la amazonia es prácticamente imposible por la baja densidad humana en estos sitios, comentan también que el tema de costo no es tanto una limitante para ellos ya que el gobierno constantemente busca llegar a las poblaciones más alejadas del Ecuador con temas como salud ,educación y así mismo energía eléctrica.

## *Análisis de oferta*

Se pretende que el sistema de iluminación solar LED se pueda implementar en las vías del Ecuador mediante dos opciones descritas en la sección 3.9 Procedimiento y técnicas para el desarrollo del nuevo producto. Importar directamente desde China por compra FOB o CIF, o realizar el ensamble de las luminarias de manera local.

### Competidores y nuevos competidores

Como competidores las grandes marcas no cuentan aún con un portafolio de luminarias solares desarrollado, se tienen empresas tales como: Ledvance, Maviju, Sylvania y Marriot (aunque esta última marca aún se encuentra en vías de desarrollo de la solución planteada). Los competidores directos en este tipo de productos son pequeños importadores que desarrollan proyectos de forma regional como son: Electroiberia, Novalight, Delta global, Quito led, Soled, Solergy Ecuador, Mivisol, Improled, Electroazuay, Almacén el foco, Technovasol, Renovaenergía o Grupo Electro Comercial Mejía, sin embargo es muy complicado determinar el tamaño del mercado y porcentaje del mismo para cada una de estas pequeñas industrias debido a que desarrollan muchos proyectos a nivel municipales e igualmente en el sector privado, además que declaran muchas veces en diferentes partidas arancelarias las partes del producto para disminuir los costes de importación. También existen empresas como Energy Control que al estar enfocado en soluciones solares del mismo modo incursiona en el alumbrado usando energía solar, pero no al nivel de vías sino más bien de parqueaderos.

**Tabla 7** Precios de la competencia

<b>Marcas en el mercado</b>	<b>potencia ofertada</b>	<b>precio unitario</b>
<b>Electroiberia</b>	60W	\$ 600.00
<b>Novalighting</b>	90W	\$ 750.00
<b>Delta global</b>	150W	\$ 500.00
<b>QUITOLED</b>	70W	\$ 700.00
<b>SOLED</b>	60-90W	\$ 745.00
<b>Solergy</b>	50W	\$ 250.00
<b>Mivisol</b>	100W	\$ 915.00

<b>Improled</b>	90W	\$ 845.00
<b>Electro Azuay</b>	80W	\$ 815.00
<b>Tecnovasol</b>	90W	\$ 790.00
<b>Renovaenergia</b>	80W	\$ 785.00

*Nota:* Por Autor.

### Productos complementarios y sustitutos

Como productos complementarios se tienen especialmente la venta de baterías y paneles solares. Aunque se planea vender la solución con cada uno de sus componentes para su funcionamiento, muchas marcas grandes de otros sectores diferentes a la iluminación se dedicaron a la distribución de estos productos complementarios y priorizando la venta de estos repuestos. Dado aquello, a nivel local se deberá contar con venta tanto de paneles solares como baterías. Si bien es cierto este producto llega a ser una línea de negocios nueva en nuestro mercado se tiene como productos sustitutos a luminarias que funcionan con alimentación eléctrica producida por energías no renovables tales como luminarias de alumbrado público de sodio de alta presión y LED.

### Comportamiento del mercado

El mercado se comporta de acuerdo con los requerimientos de las empresas eléctricas y municipalidades. En las encuestas gran parte los ingenieros eléctricos de las diferentes regionales a nivel nacional mostraron un alto nivel de aceptación y les pareció una opción interesante, pero al ver el tema de costos valorizaron un precio económico. El desafío está en presentar proyectos a largo plazo mostrando el retorno de inversión y los beneficios ambientales que presenta esta solución lumínica.

### Análisis de demanda

La demanda va a ir definida según el producto sea introducido en las necesidades de las diferentes empresas eléctricas, esto debido a que el enfoque de este desarrollo de producto es el alumbrado vial y en la actualidad no existe una ley para impulsar el uso de energía renovable en iluminación. Inicialmente se pueden realizar planes para impulsar la necesidad de este producto por entidades municipales y prefecturas ya que ellos desarrollan varios proyectos en comunidades alejadas y así

lograr un crecimiento progresivo de las unidades demandadas, creando a largo plazo una necesidad de las diferentes instituciones públicas que busquen un opción más sustentable y eficiente al momento de pensar en la iluminación vial.

### Clientes potenciales

Los clientes objetivos son las diferentes empresas eléctricas del país encargadas de la iluminación de las diferentes vías calles y carreteras del país, así como gobiernos autónomos descentralizados tales como prefecturas y municipalidades que constantemente desarrollan proyectos de alumbrado de comunidades alejadas o de difícil acceso. También, al ser un producto que sólo depende de energía solar no se descarta su venta en el canal de distribución para comercializarlo con camaroneras, haciendas o empresas del sector agropecuario.

### Segmentos, plazas y población objetivo

El segmento de mercado son empresas eléctricas y municipalidades del Ecuador, las plazas que se busca cubrir es el alumbrado público vial tales como carreteras o calles, aunque no se aleja el uso del producto en parques o zonas de recreación y la población objetivo es toda comunidad o persona que se encuentre en zonas donde no hay infraestructura eléctrica, aunque ellos serían los beneficiarios directos, el desarrollo de este tipo de proyectos depende de la inversión de instituciones públicas.

### Unidades de producción y comercialización (proyección)

Para una proyección de ventas se puede usar la técnica de recolección de datos. Según pronósticos de empresas relacionadas a este mercado como es Sylvania Colombia, y considerando la población del vecino país estiman vender 700 unidades el primer año, luego ir incrementando gradualmente hasta las 5000 unidades a los 5 años. Las unidades de producción en Ecuador siguiendo el ejemplo de Colombia serían de al menos 300 unidades al año hasta llegar gradualmente a las 1000 unidades a los 6 años. Con respecto a la comercialización cabe recalcar que va a ser directamente a cada proyecto de desarrollo, es decir, al no haber aún un marco regulatorio para la comercialización de este producto a nivel estatal, lo ideal es desarrollar con las distintas entidades la especificación del producto para su posterior venta por proyecto.

### **5.3 Articulación con la cartera de productos actual**

Los productos actuales que se utilizan para iluminación de vías son las luminarias led y luminarias de sodio, no obstante, se debe considerar que el gobierno busca impulsar mediante la resolución RT-INEN069 el uso mayoritario de solo tecnología LED aun no aprobada debido a las condiciones que vive el país actualmente por la pandemia del covid-19. Aunque las luminarias solares no van a remplazar tan rápido a este tipo de producto debido a su precio económico (una luminaria led alimentada por energía convencional ronda entre los \$300-400 según su potencia que va desde los 90W a 220W), éste no sería un producto sustituto sino más bien una opción complementaria a los portafolios actuales que manejan las marcas enfocadas a la venta de productos lumínicos.

### **5.4 Generación de ideas**

Para generar ideas es necesario establecer relaciones y entender las necesidades de los clientes, que son las empresas distribuidoras dedicadas a la venta de luminarias en el Ecuador. Mediante prefieren productos más económicos mucho más a lo económico.

En la actualidad se cuentan con luminarias led alimentadas con energía convencional muy eficientes, sin embargo, la idea es crear una necesidad de luminarias solares en el mercado evidenciando que con la implementación de esta tecnología habrá una reducción en el consumo eléctrico nacional, lo cual conllevará a mejorar la huella ecológica en el país mediante la incorporación de una solución sustentable.

Debido a que es la misma luminaria led, pero adaptada a un sistema de carga y alimentación solar los clientes principales son las distintas empresas eléctricas, quienes dejaran de invertir en sistemas eléctricos para la energización del alumbrado sino más bien priorizar un correcto mantenimiento del producto desarrollado

Existen dos ideas principales planteadas para el impulso de este proyecto, la primera es ensamblar el producto de manera local, la cual sería la idea más atractiva ya que en lo que respecta al impacto social se consigue dinamizar el comercio y la mano de obra local, o importar directamente desde China, la cual sería una opción más económica, pero hay que recalcar que el control de calidad es limitado y el mantenimiento de éste es más complejo y costoso dado a que las luminarias

importadas son totalmente selladas y se desconoce cuáles son las especificaciones de los componentes internos que la conforman.

## **5.5 Tamizado de ideas**

Con el fin de descartar las alternativas que pondrían en peligro la entrada de la nueva tecnología se evaluaron y analizaron las ideas que se generaron anteriormente para así llegar a un consenso de cuáles serían las apropiadas para llegar al público objetivo.

### **5.5.1 Criterios empleados para la selección de ideas**

De la idea de importar el producto completamente ensamblado se investigó cual sería la opción más adecuada para la compra a proveedores chinos, ya sea entrega en fábrica o puesto el producto en el puerto (incoterms). Si se realiza una compra de producto con precio FOB el costo de la luminaria puesta en el Puerto Ningbo-Zhoushan de China se obtiene precios económicos, pero a la hora de realizar mantenimientos éstos pueden ser más complicados y costosos. Por otra parte, la compra CIF el precio es el puesto a la llegada del puerto ecuatoriano con costos de transporte marítimo incluido y este incoterm no resulta conveniente para los proveedores ni es habitual su uso por parte de las empresas ecuatorianas.

Sobre el ensamble local se tienen que tomar en consideración precios de mano de obra, costos de inversión de todos los componentes necesarios, costos por operación y mantenimiento, entre otros. Aunque puede ser más costoso cabe recalcar que se podría tener un mejor control de calidad.

## **5.6 Prueba de concepto del producto**

Mediante las entrevistas y encuestas a distintos especialistas eléctricos se pudieron conocer las ideas y una visión más detallada de lo que piensan sobre contar con un sistema de iluminación solar LED para las vías del Ecuador. En estas se verificó que existe un contraste entre lo interesante que les parece el ingreso de esta nueva tecnología y la poca confianza para la inversión pública que existe para impulsar proyectos sostenibles a largo plazo.

## **5.7 Prueba de mercado**

La prueba de mercado permitió constatar que las personas estarían dispuestas a pagar por el nuevo producto y con estos resultados proceder a realizar un pronóstico de ventas. Sin embargo, habiendo

una notable aceptación, la mayoría de los encuestados y entrevistados no estarían dispuestos a comprar las luminarias por un costo elevado.

## 5.8 Elaboración prototipo del producto

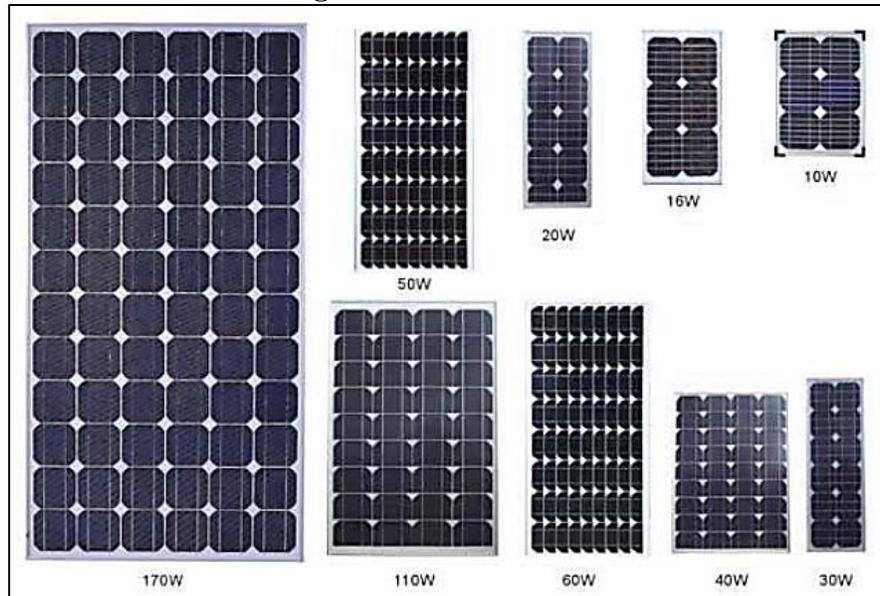
Se tuvo dos opciones que en la sección 3.9 Procedimientos y técnicas empleadas para el desarrollo del nuevo producto se detallan. Mediante un análisis económico y financiero que se especifica más adelante se pretende llegar a la opción adecuada.

El sistema de iluminación solar LED se compondrá de un panel solar, batería, luminaria LED para alumbrado público y un controlador de carga.

### Panel solar

- Potencias de 50 a 350W
- Tensión 17-60 VDC
- Tipos: Monocristalinos, Policristalinos, Amorfos (Pinzón, 2019)

**Figura 13** Paneles solares

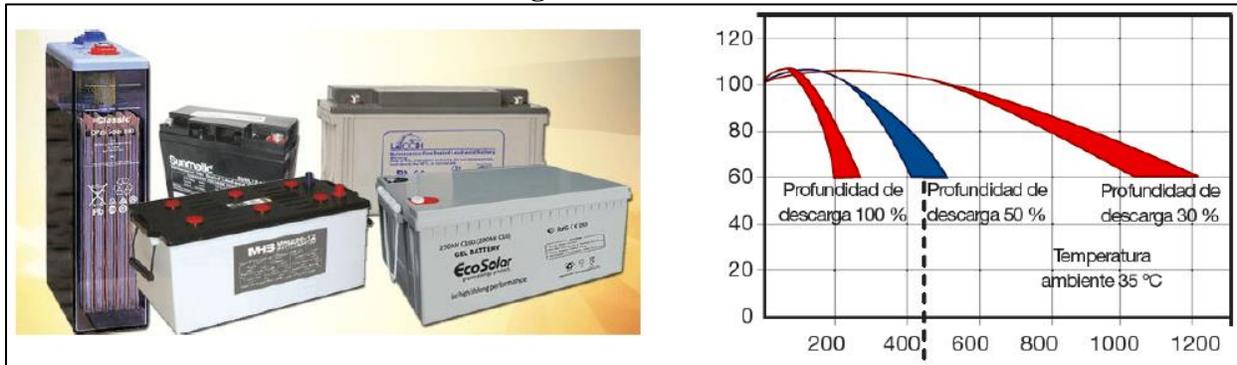


*Nota:* Extraído de “Sistemas solares para alumbrado público. Mitos y Realidades.”, por Sylvania, Pinzón Jairo, (2019), p. 66.

### Batería

En las instalaciones de energía solar fotovoltaica se pueden utilizar 4 tipos de baterías solares: solar monoblock, AGM, Gel y las baterías estacionarias. Su calidad también está en este orden, siendo las baterías solar monoblock las más económicas y simples, luego las AGM, en un nivel superior se encuentran las baterías de Gel, mientras que las estacionarias OPZS son las más caras, pero a su vez las más duraderas y de mayor calidad. (Pinzón, 2019)

**Figura 14** Baterías



*Nota:* Extraído de “Sistemas solares para alumbrado público. Mitos y Realidades.”, por Sylvania, Pinzón Jairo, (2019), p. 75.

### Luminarias de alumbrado público fotovoltaicas

- Cuentan con certificación RETILAP
- Driver AC/DC corriente constante
- Eficacia 100-150lm/W
- Fotometrías de P tipo I, II, III, IV
- Alta especificación: vidrio, driver dimerizable y programables, espacio para telegestión, separados óptica y electrónica, ángulo ajustable, L70 100.000h. (Pinzón, 2019)

**Figura 15** Luminarias para alumbrado público



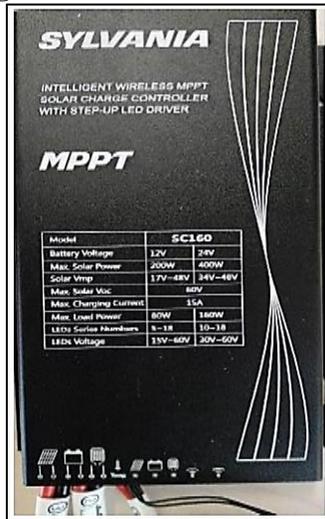
*Nota:* Extraído de “Sistemas solares para alumbrado público. Mitos y Realidades.”, por Sylvania, Pinzón Jairo, (2019), p. 64.

#### Controlador de carga

Aplicable a paneles solares de silicio monocristalino, policristalino y amorfo conectados en serie, mejorando significativamente el índice de utilización de energía de los paneles solares. (Pinzón, 2019)

- Controla el voltaje, corriente y potencia del panel solar
- Controla la carga y descarga de la batería y tensión
- Controla el estado de funcionamiento de la carga, estado operativo del controlador y otros daos
- Activa automáticamente las alarmas cuando se detectan fallas

**Figura 16** Controlador de carga



*Nota:* Extraído de “Sistemas solares para alumbrado público. Mitos y Realidades.”, por Sylvania, Pinzón Jairo, (2019), p. 81-85.

A continuación, se muestra el cálculo del dimensionamiento de panel solar y batería para una luminaria con capacidad de 90W se escogió esta potencia por ser la más comercial y viable debido a que desarrollar producto de mayor potencia demandaría paneles solares más grandes y baterías de mayor tamaño lo cual técnicamente no es viable. Para este dimensionamiento se usó un formato en Excel proporcionado por Sylvania.

**Figura 17** Cálculo Sistema solar LED autónomo

HOJA DE CALCULO SISTEMA SOLAR LED AUTONOMO ver 1.7 jun 2019					Datos a ingresar		RESULTADOS			
<b>Potencia Total a instalar</b>										
P (W)	horas diarias	%	Total Wh	• Cálculo de la energía total requerida diariamente.	energía total teorica requerida en un periodo de 24 horas.	ET	716 Wh	<b>251 Ah</b>		
90	4	100%	360 Wh	<b>Paso 2</b> • Cálculo de la capacidad del acumulador <b>(Batería)</b>	numero de días de autonomía del acumulador. Entre 2 y 10	N	2,0		C capacidad nominal necesaria en el acumulador (en Ah C100 y corregida por temperatura)	
90	4	66%	238 Wh		Tensión nominal de trabajo del acumulador propuesto o elegido.	VNA	12 V			
90	4	33%	119 Wh		profundidad maxima de <b>descarga</b> del acumulador. Entre 0,1 y 0,8	PDE	60%			
90	0	100%	Wh		capacidad nominal (en Ah C100 20°C) del acumulador o elemento acumulador elegido	CNA	100 Ah			3,0
	12	66%	716 Wh							
Energía total Año kWh				261 kWh						
<b>SYLVANIA</b> Ing Jairo H Pinzón C <a href="mailto:jairo.Pinzon@Sylvania-Lighting.com">jairo.Pinzon@Sylvania-Lighting.com</a> Whatsapp 300 615 2999 cel 318 335 5283				<b>Paso 3</b> • Cálculo de Paneles Solares a instalar	irradiación diaria en kWh/m2. (consultar NASA o mapas de radiación solar)		4,5	197 W	PN potencia nominal (en Wp) que se debe instalar en el generador fotovoltaico.	
				potencia nominal (en Wp) del modulo fotovoltaico elegido o propuesto.	PNM	100 W	2,0	MT	numero total de modulos que se utilizaran para configurar el generador solar	
				tension nominal de trabajo de la instalacion.	VNS	12 V	200 W	PNI	potencia nominal (en Wp) que realmente se instalara en el generador fotovoltaico	

*Nota:* Extraído de “Cálculo solar.”, por Sylvania.

## 5.9 Análisis de factibilidad (técnica, económica, financiera, ambiental y social)

### *Factibilidad técnica*

Actualmente se buscan otras alternativas que brinden eficiencia energética y sean ambientalmente limpias porque se prevé que el consumo de energía eléctrica aumente con el pasar de los años, por ello el uso de energía solar en luminarias LED sería una alternativa confiable por su eficiencia energética elevada, gran resistencia y por ser significativamente amigable con el medio ambiente.

Al tener un buen dimensionamiento de los componentes de un sistema de iluminación solar LED se garantiza una operación confiable y exitosa sin tener que temer por la falta de generación de electricidad en días nublados porque cuentan con almacenamiento de energía. Además, antes de realizar las instalaciones se verifica la radiación solar del sitio y el promedio de días nublados del año (en la sección 1.2.8 se detallaron las horas promedio en que se tiene presencia del sol en cada una de las regiones del Ecuador), interferencia de edificios o árboles, el adecuado mantenimiento, los fondos para reposición de batería y su disposición final. (Pinzón, 2019)

En cuanto a las luminarias, se muestra una tabla comparativa de los tres tipos de luminarias para alumbrado público en la que se puede observar la ventaja de las luminarias LED en el aspecto técnico con respecto a las tradicionales:

**Tabla 8** Luminarias para alumbrado público

<b>Características</b>	<b>Vapor de mercurio</b>	<b>Vapor de sodio alta presión</b>	<b>LED de alta potencia</b>
<b>Vida útil (horas)</b>	25000	12000	>50000
<b>Eficacia (l/W)</b>	60	100	110
<b>Mantenimiento de lúmenes</b>	Malo	Bueno	Bueno
<b>Índice de rendimiento de color</b>	46%	22%	70 - 90%
<b>Temperatura de color (K)</b>	4100	1900 - 2200	2700 – 5700
<b>Calor a disipar</b>	46%	37%	75% - 85%
<b>Encendido (min)</b>			Instantáneo
<b>Rendimiento (min)</b>	3	1	Instantáneo

*Nota:* Extraído de “Factibilidad del sistema de alumbrado público empleando luminarias led y alimentación solar fotovoltaica”, por Flores (2016), p. 14.

Se cuenta con un controlador de carga con protección de fallas como: sobrecalentamiento, protección de conexión inversa de batería, cortocircuito de LED y protección de circuito abierto, entre otras. Es decir, el sistema se mantiene bajo vigilancia constante y su función de comunicación inalámbrica por internet es capaz de realizar monitoreo remoto y administración en tiempo real en las luces de las calles a través del Sistema de gestión de alumbrado público de energía solar. (Pinzón, 2019)

También, el grado IP de protección (grados de protección ante partículas de polvo y agua) de las luminarias y controladores de carga permite que funcionen en condiciones climáticas complicadas y esta es una de las características que se toman en consideración a la hora de elegir el producto.

### ***Factibilidad económica y financiera***

Asegurar la viabilidad financiera de un proyecto descentralizado de energía renovable y aún la fijación de tarifas dentro de la capacidad de pago de los usuarios en zonas remotas con bajos ingresos es un gran desafío. Muchos de los proyectos de electrificación rural descentralizada sufren de insolvencia financiera durante el funcionamiento y en parte es debido a la falta de ingresos arancelarios (Kandpa & Kobayakawa, 2014). Además, con la finalidad de que entidades financieras aprueben créditos se deben realizar estudios económicos que determinen si es conveniente la inversión en determinado proyecto.

Se definieron dos opciones para determinar la viabilidad económica y financiera del proyecto:

- Opción 1: Importación desde China

En esta iniciativa se obtuvieron cotizaciones previa para la importación de luminarias solares led desde China y se eligió como incoterm más apto una compra FOB en que el precio dado es el puesto en el Puerto Ningbo-Zhoushan de China y no CIF debido a que los proveedores de China no ven esto como conveniente y es un incoterm poco común ya que el proveedor deberá entregar el producto a bordo del buque del puerto de embarque destinado, es decir, hay más costos que debe cubrir haciendo que la compra tenga un precio más elevado y existan más riesgos de daño del producto al no saber las condiciones de envío y trato del material.

De las dos cotizaciones, la cotización #1 presentó un precio de \$416,67 por el sistema de iluminación solar LED y la cotización #2 un precio de \$344,00 con el incoterm FOB.

– Opción 2: Importación de piezas y ensamble local

Se tiene una cotización por parte de Sylania con un costo de \$612,96 subcontratando mano de obra para el ensamble de la luminaria y elaborando con empresas locales la herrajería necesaria para el montaje de todo el sistema de iluminación incluye la batería y el panel, también por parte se analizó la subcontratación de todo el servicio tanto ensamble como la fabricación de la herrajería por ello se cotizo a Energy Control en la que no incluye el costo de la luminaria y controlador solar por un valor de \$1162,42, al incluir la luminaria y el controlador solar el valor total sería de \$1322,92.

En el Anexo I se adjuntan las cuatro cotizaciones.

De las dos opciones previamente presentadas se eligió la opción 2 de ensamble de manera local con un costo menor que el de Energy Control porque, aunque resulta ser más costoso que la primera opción se dinamiza el mercado y se tiene un mejor control de calidad y de respuesta ante problemas de garantía, además, no hay una gran diferencia en cuanto a los precios de la opción 1 en la que se depende de proveedores extranjeros.

### Pronóstico de ventas

Un pronóstico de ventas permite estimar las ventas futuras en un periodo de tiempo, aunque no serán exactas (pueden ser mayores o menores) éstas ayudan a conocer los posibles errores futuros ante la entrada de un nuevo producto al mercado y brindan fundamento para el control de costos y planeación de presupuestos.

En el presente estudio, se utilizaron como métodos: las tendencias del mercado, las pruebas de mercado y las ventas de la competencia, además se considera la experiencia de empresas similares en el país vecino Colombia en donde plantean un crecimiento anual de las unidades a vender.

Durante el primer año se estiman ventas de 300 unidades según la demanda insatisfecha existente con un crecimiento sostenido del 25% en unidades vendidas con respecto al año anterior hasta el quinto año, desde el año 6 al año 10 se estima un número de ventas igual a 1000 unidades como unidades objetivo debido a que el enfoque de los productos es el canal de proyectos no de consumo masivo o tradicional donde las ventas son progresivas y es por eso que se depende de la capacidad de acercamiento que se tenga con la empresa eléctrica para el desarrollo de planes locales.

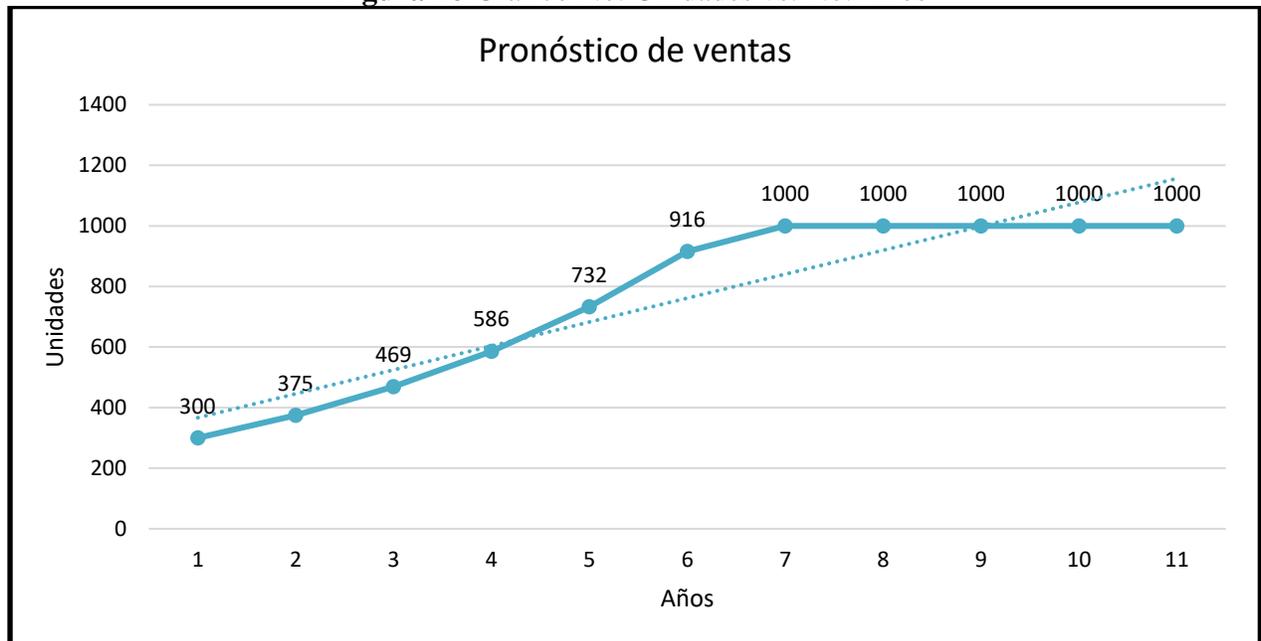
**Tabla 9** Pronóstico de ventas

<b>Año</b>	<b>Unidades</b>
<b>1</b>	300
<b>2</b>	375
<b>3</b>	469
<b>4</b>	586
<b>5</b>	732
<b>6</b>	916
<b>7</b>	1000
<b>8</b>	1000
<b>9</b>	1000
<b>10</b>	1000
<b>11</b>	1000

*Nota:* Por Autor.

En la siguiente gráfica se observa el comportamiento del número de ventas durante 10 años.

**Figura 18** Gráfico No. Unidades vs. No. Años



*Nota:* Por Autor

### Tasa de Rendimiento Contable (TRC)

Consiste en comparar el beneficio contable con el valor de la inversión en donde el porcentaje calculado representa la ganancia que se espera obtener por la inversión a los 10 años. Ver valores en la Tabla 12.

$$Tasa\ de\ Rendimiento\ Contable = \frac{Utilidad\ promedio}{Inversión} * 100\%$$

$$Tasa\ de\ Rendimiento\ Contable = \frac{\$107.468,35}{\$183.888,89} * 100\% = 58,44\%$$

La ganancia sería del 58,44%.

### Payback del proyecto (PBA)

Se define como el número de años necesarios para que la suma de los ahorros sea igual a la inversión. Para su cálculo se deben añadir los flujos de efectivo esperados de cada año hasta recuperar el monto inicialmente invertido. (Orellana & Sarango, 2015)

En la Tabla 12, en la columna de “saldo acumulado” se observa que a los **7 años y medio** aproximadamente se recuperaría la inversión de \$183.888,89.

### Valor Actual Neto (VAN)

Calcula el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros causados por una inversión para así determinar su rentabilidad. Se define como la suma de todos los flujos netos de caja actualizados al momento inicial a una tasa de actualización o de descuento r (se consideró un riesgo bajo del 3%, un riesgo medio de 7% y un riesgo alto del 15%), siendo n cada uno de los años que componen la inversión. (Ríos, 2013) (Altuve, 2004)

Para que el proyecto sea viable el VAN debe ser mayor a 0.

$$VAN = -I + \sum_{j=1}^n \frac{FC_n}{(1+r)^n}$$

Donde:

I = Costo total de la inversión del proyecto

r = Tasa de descuento

FC = Flujos de caja en los respectivos periodos

n = Número de años para la recuperación de la inversión

Al realizar el cálculo en Excel el valor del VAN con una tasa de descuento del 3% es de \$297.832,48. El valor del VAN con una tasa de descuento del 7% es de \$173.801,44. El valor del VAN con una tasa de descuento del 15% es de \$22.128,31. En los tres casos (incluso el más crítico) el valor del VAN es mayor a 0 con índices de rentabilidad de 2.62, 1.95 y 1.12, respectivamente.

### Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es aquel valor relativo que iguala el valor actual de la corriente de ingresos con el valor actual de la corriente de egresos estimados y representa la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero. La TIR se define como la tasa que iguala a cero el VAN del proyecto, es decir, el TIR pasaría a ser la tasa de descuento y el flujo de caja debe ser igual a la inversión. (Flores A. , 2013)

$$0 = -I + \sum_{j=1}^n \frac{FC_n}{(1 + TIR)^n}$$

Al realizar el cálculo del TIR en Excel el porcentaje de rentabilidad representa al 17%.

A continuación, se explican los valores detallados en las Tabla 10,11 y 12-:

El mercado chino pronostica un decrecimiento del 10% del costo de luminarias led, (Trive in Adverdity, 2020). Por tal motivo, en la columna de “costos de la unidad” se estima sólo una depreciación del 3% anual del producto ya que el costo de la luminaria LED representaría alrededor del 25% del costo total del producto solar desarrollado.

En cuanto a las ventas se marginará un rendimiento del 35% del costo de la mercadería vendida (CMV), este porcentaje se estima por conocimientos previos en proyectos lumínicos en donde se usan luminarias led conectadas a sistemas convencionales de energización eléctrica en donde el precio final de negocio se estima en base a la capacidad de adquisición de las instituciones eléctricas, además debemos considerar que seríamos pioneros en este mercado ya que en la actualidad las empresas existente dedicada a la comercialización de este producto desarrollan proyectos de carácter local y de forma esporádica; y a diferencias de las luminarias LED convencionales que ya es muy competitiva su comercialización.

La Utilidad Bruta será la diferencia entre el valor de las ventas estimadas y el CMV obteniendo como resultado en el año 0 la inversión inicial con recurso propio ya que el proyecto está desarrollado en base a compañías que previamente han comercializado lámparas y es por eso que cuentan con músculo financiero en donde se busca incorporar este tipo de luminarias a su portafolio y cuentan ya un desarrollo completo de luminarias LED energizadas por energía eléctrica, empresas tales como: Sylvania, Marriot , Ledvance, Maviju etc.

También se estima un 4% en gastos administrativos ya que el proyecto se apalanca en infraestructura administrativa previamente existente en empresas que venden iluminación led con anterioridad y es en este porcentaje es en donde se considera comisiones al equipo de venta, así mismo un 5% en gastos comerciales en donde se incluye viáticos de los vendedores y gastos del plan de marketing posteriormente detallado. Estos porcentajes son una estimación en base a las ventas promedios a realizar anualmente y a los costos administrativos y comerciales que implicaría vender cada una de estas luminarias en proyectos.

Para el flujo de caja no existe una depreciación considerable de equipos ya que se subcontratará la mano de obra y de ellos depende contar con los equipos necesario para el ensamble de las luminarias y en el caso de la fabricación de la herrajería se terciarizaria el trabajo, a su vez no se contará con un inventario considerable y se trabajará bajo la modalidad sobre pedido, por ende, no involucra un costo de inventario.

**Tabla 10** Análisis financiero año 0-5

<b>Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Costo de la unidad</b>	\$612,96	\$594,57	\$576,74	\$559,43	\$542,65	\$526,37
<b>No. unidades</b>	300	375	469	586	732	916
<b>Costo de mercadería vendida (CMV)</b>	\$183.888	\$222.965,27	\$270.345,39	\$327.793,79	\$397.449,97	\$481.908,09
<b>Ventas</b>		\$248.250,00	\$301.003,12	\$364.966,28	\$442.521,62	\$536.557,46
<b>Utilidad Bruta</b>	-\$183.888	\$25.284,72	\$30.657,73	\$37.172,49	\$45.071,65	\$54.649,37
<b>Gastos administrativos</b>		\$9.930,00	\$12.040,12	\$14.598,65	\$17.700,86	\$21.462,30
<b>Gastos comerciales</b>		\$12.412,50	\$15.050,16	\$18.248,31	\$22.126,08	\$26.827,87

<b>Flujo de caja</b>	-\$183.888	\$2.942,22	\$3.567,44	\$4.325,53	\$5.244,70	\$6.359,20
<b>Saldo acumulado</b>		-	-	-	-	-
		\$180.946,66	\$174.437,00	\$166.544,03	\$156.973,80	\$145.369,90

Nota: Por Autor.

**Tabla 11** Análisis financiero año 6-10

<b>Año</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Costo de la unidad</b>	<b>\$510,58</b>	<b>\$495,26</b>	<b>\$480,41</b>	<b>\$465,99</b>	<b>\$452,01</b>
<b>No. unidades</b>	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Costo de mercadería vendida (CMV)</b>	\$510.580,98	\$495.263,55	\$480.405,64	\$465.993,47	\$452.013,67
<b>Ventas</b>	\$650.575,92	\$689.284,32	\$668.605,79	\$648.547,62	\$629.091,19
<b>Utilidad Bruta</b>	\$139.994,94	\$194.020,77	\$188.200,15	\$182.554,14	\$177.077,52
<b>Gastos administrativos</b>	\$26.023,04	\$27.571,37	\$26.744,23	\$25.941,90	\$25.163,65
<b>Gastos comerciales</b>	\$32.528,80	\$34.464,22	\$33.430,29	\$32.427,38	\$31.454,56
<b>Flujo de caja</b>	\$81.443,11	\$131.985,18	\$128.025,63	\$124.184,86	\$120.459,31
<b>Saldo acumulado</b>	-\$57.567,59	\$155.860,70	\$415.871,51	\$668.082,00	\$912.726,17

Nota: Por Autor.

**Tabla 12** Flujo de Caja

<b>Año</b>	<b>Monto</b>
<b>0</b>	-\$183.888,89
<b>1</b>	\$2.942,22
<b>2</b>	\$3.567,44
<b>3</b>	\$4.325,53
<b>4</b>	\$5.244,70
<b>5</b>	\$6.359,20
<b>6</b>	\$81.443,11
<b>7</b>	\$131.985,18
<b>8</b>	\$128.025,63
<b>9</b>	\$124.184,86
<b>10</b>	\$120.459,31

Nota: Por Autor.

### ***Factibilidad ambiental***

El problema ambiental con el que acarrea hoy en día el planeta tierra ha hecho que cada vez se fomente más el uso de energías renovables y que muchas personas tomen conciencia de que se necesita un cambio urgente para de cierta manera parar un poco el daño que se le hace al ecosistema en el que vivimos y el que dejamos a nuestras futuras generaciones.

Según estudios presentados por la NASA, los cambios que se dieron en el ambiente fueron positivos durante la temporada de confinamiento debido a la pandemia provocada por COVID-19, puesto que, durante esos meses se evidenció una significativa reducción de las emisiones de dióxido de carbono y todo gracias a que las personas dejaron de usar sus vehículos de combustión y varias industrias tuvieron que parar su producción, es decir, sí se puede hacer mucho por el ecosistema al reducir el uso de energías convencionales, sin embargo realizan un llamado claro a la humanidad ya que indican que luego de la pandemia los índices de contaminación pueden ser similares o superiores debido a que no se ha realizado una concientización de los efectos del cambio climático, sino más bien es una consecuencia de la situación actual que vive el mundo.

La energía solar es una energía limpia y su aprovechamiento lo tenemos gracias al sol. Ecuador cuenta con características topográficas variadas además de sus diversos climas, lo que ayuda a que tenga un fuerte potencial para el uso de energías renovables.

La energía solar que se recibe en la superficie de la tierra se ha calculado equivalente a 178 000 TW-año. Las estimaciones del potencial de las energías renovables (biomasa primaria, energía solar, energía hidráulica, energía eólica y energía geotérmica) muestran que su contribución se multiplicará por diez, pudiendo llegar hasta 10 o 15 TW-año. Este crecimiento de las energías renovables dependerá sobre todo de sus costos, de los impuestos a las energías no renovables y de las políticas energéticas. (CONELEC, 2008)

Con esta información y con la descrita en la sección 2.1.8 se puede verificar que el clima del Ecuador es apto para el uso de energía solar. Además, esta energía es mucho más amigable con el medio ambiente que es lo que actualmente se está buscando.

En el Anexo II se adjunta el atlas solar del Ecuador para Insolación difusa anual promedio, Insolación directa anual promedio e Insolación Global promedio.

A continuación, se presenta el estudio técnico de consumo eléctrico vs. costo de mantenimiento que se detalló en la sección 3.9.

El ahorro a los 10 años que se consigue en cuanto al costo de energía al dejar de usar luminarias LED alimentadas por una red eléctrica es de \$17.853,06. En lo que respecta a los costos de mantenimiento, para el sistema de iluminación solar LED se requiere invertir de \$12.264,00 a las 20.000h, mientras que la opción usada actualmente necesita mantenimiento a las 100.000h y con un menor costo, es decir, al usar energía solar se invertirían \$8.514,00 más, pero si se hace una comparación durante ese tiempo entre lo que se ahorra en costos de energía y lo que se necesita adicional para mantener la LED solar, el dinero ahorrado sería de \$9339,06 y resultaría beneficioso.

<b>Tabla 13 Costo de operación de un sistema Solar</b>	
<b>SISTEMA DE ILUMINACIÓN SOLAR LED</b>	
<b>Producto</b>	
<b>Potencia (W)</b>	90
<b>Cantidad</b>	50
<b>Vida útil (Hrs)</b>	20000
<b>Costo Repuesto</b>	\$205,00
<b>Consumo anual de energía (KWh)</b>	0,000
<b>Costo energía anual</b>	\$0,00
<b>Costo de mantenimiento a 10 años e instalación</b>	\$12.264,00
<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>	
<b>Tarifa KWh:</b>	-
<b>Horas diarias:</b>	12
<b>Días Mes:</b>	30
<b>Instalación</b>	\$75,00
<b>Factor de Potencia</b>	0,98
<b>P. consumida (W) *</b>	91,8
<b>Costo Consumo mensual aprox.</b>	\$0,00
<b>Costo unitario</b>	\$768,75
<b>Inversión</b>	\$38.437,50

*Nota:* Por Autor.

**Tabla 14** Costo de operación de Luminaria LED convencional

<b>L E D</b>	
<b>Producto</b>	
<b>Potencia (W)</b>	90
<b>Cantidad</b>	50
<b>Vida útil (Hrs)</b>	100000
<b>Costo Repuesto</b>	\$0,00
<b>Consumo anual de energía (KWh)</b>	1,653,061
<b>Costo energía anual</b>	\$1.785,31
<b>Costo de mantenimiento a 10 años e instalación</b>	\$3.750,00
<b>DATOS DE OPERACIÓN</b>	
<b>Tarifa KWh:</b>	0.09
<b>Horas diarias:</b>	12
<b>Días Mes:</b>	30
<b>Instalación</b>	\$75,00
<b>Factor de Potencia</b>	0,98
<b>P. consumida (W) *</b>	91,84
<b>Costo Consumo mensual aprox.</b>	\$148,78
<b>Costo unitario</b>	\$162,50
<b>Inversión</b>	\$8.125,00

Nota: Por Autor.

**Tabla 15** Resultados comparativo de luminaria SOLAR LED VS LED CONVENCIONAL

AHORRO TOTAL DEL COSTO DE ENERGÍA A LOS 10 AÑOS AL DEJAR DE USAR LUMINARIAS LED	<b>\$17.853,06</b>
<hr/>	
DIFERENCIA ENTRE COSTOS DE MANTENIMIENTO A 10 AÑOS E INSTALACIÓN	<b>\$8.514,00</b>

Nota: Por Autor

### ***Factibilidad social***

El grado de aceptación que se obtuvo fue favorable ya que la llegada a comunidades y localidades alejadas sería más accesible y es algo que las empresas eléctricas ven beneficioso debido a los gastos que implica conectarse a la red eléctrica en esas zonas empleando el sistema de alumbrado convencional.

Además, están conscientes de que se requiere un cambio en cuanto al tipo de energía utilizada y esto se evidenció en los resultados de las encuestas porque el daño al ecosistema es muy notorio debido al aumento de los gases de efecto invernadero y muchos están interesados de alguna manera en frenar estos impactos sobre todo el gobierno nacional.

También, al incluir este sistema de iluminación en el Ecuador se generarían más fuentes de empleo y de conocimiento e incluso se reducirían los riesgos de accidentes provocados por poca iluminación y habría un aumento en cuanto a la fluidez de la circulación ya que los sistemas actuales cuentan con poca eficiencia energética lo cual es indispensable en zonas rurales que buscan un crecimiento, porque lo que se requiere siempre con un alumbrado público es que el ambiente visual nocturno sea agradable y genere seguridad para quien transite por las vías. Por otra parte se debe considerar que no existe un marco de especificaciones para el control de calidad de este tipo de producto a diferencia de las luminarias LED convencionales las cuales se rigen al marco regulatorio para su importación RTE INEN 069 R1 (Servicio Ecuatoriano Normalización, 2017) y para sus instalación un pliego emitido por el Ministerio de energía renovables y no renovables (MERNM), por esto se debería trabajar en conjunto con las empresas eléctricas para que a mediano plazo haya que establecer un marco regulatorio de estos productos para que los viene ofertados sean de muy buena calidad y esto se vea reflejado en la aceptación y buen funcionamiento de este producto en regiones rurales.

## **6 PROPUESTA ESTRATÉGICA DE LANZAMIENTO DE NUEVO PRODUCTO**

### **6.1 Análisis Portter**

#### Poder de negociación de los clientes

Para el análisis de se tomará en consideración las diferentes empresas eléctricas y municipalidades que se encuentran a lo largo del país, considerando que serán esas organizaciones las que se encontrarán en capacidad de adquirir este producto.

Desde este punto de vistas el poder de negociación de los clientes es alto dado que el personal de estas instituciones es gente capacitada en la mayoría de los casos ingenieros eléctricos y quienes velaran por la calidad de los productos.

#### Poder de negociación de los proveedores

Los proveedores de las piezas requerida para el ensamble de las luminarias solares deben ser empresas que tenga la capacidad de brindar un servicio de calidad, se debe contar con este tipo de aliados, En consecuencia el poder de negociación de los proveedores de servicio será alto, una la negociación de materiales según sean los requerimiento ya que se trabajara bajo la modalidad de preventa, de esta manera poder contar con precios asequibles para minimizar el poder de negociación de los proveedores.

#### Amenazas de nuevos competidores

Para el ingreso de nuevas empresas que comercialicen luminarias solares no existen restricciones en el mercado nacional, además en la actualidad ya existen diferentes organizaciones dedicada a la comercialización de estos productos a nivel regionales quienes trabajan directamente con gobernaciones o municipalidades.

#### Amenaza de productos o servicios sustitutos

En el mercado nacional de iluminación se está dando un fuerte repunte en la comercialización de luminarias LED convencionales es decir su funcionamiento es mediante energía eléctrica generada por fuentes no renovables como son los derivados del petróleo, además existen empresas que se encuentran capacitadas para adaptar estas luminarias convencionales a sistema de carga

solar centralizado es decir que mediante un conjunto de paneles solares, baterías y un controlador logran alimentar varias luminarias a la vez.

En este sentido la amenaza de los productos sustitutos es alta. Por lo cual este estudio busca trabajar directamente con las diferentes instituciones encargadas del alumbrado público para generar proyectos de desarrollo focalizados.

### Rivalidades entre competidores

Debido a que no existe un productor de luminarias solares a nivel nacional, las competencias son de carácter regional o sectorial haciendo que la competencia sea media pero presentando un alto grado de dificultad en términos de especificación de productos al no existir una normativa que regule las características técnicas del producto a ser instalado.

### Conclusiones de las 5 fuerzas de Porter

Después del análisis desarrollado se propondrán las siguientes estrategias:

Con el objetivo de disminuir el poder de negociación de los clientes (empresas eléctricas y municipios) y minimizar la amenaza de los productos sustitutos el proyecto debe enfocarse en sus actividades de fomentar la especificación de las luminarias en las entidades que se encuentren en la capacidad de comprar este tipo de soluciones lumínicas.

Con el fin de evitar que los proveedores ejerzan un alto poder de negociación se propone realizar compras previas a las órdenes de compra de los clientes esto para contar con un inventario de partes y piezas del producto final y dar una respuesta rápida a nuestros clientes, así también evitamos aumentar la rivalidad de los competidores gracias a una rápida respuesta a la demanda del mercado.

## **6.2 Análisis FODA**

### Fortalezas

1. Red de técnicos profesionales capacitados para realizar visita y especificación del producto a nivel nacional.
2. Ensamble del producto a nivel local permitiendo una rápida respuesta a la demanda de los clientes.

### Oportunidades

1. Las diferentes empresas eléctricas buscan constantemente la incorporación de energías renovables a los servicios que brindan gracias al gran apoyo e impulso que existe de partes del Ministerio de energías renovables y no Renovables.
2. EL estado cuenta con un presupuesto para la inversión en energías amigables con el ambiente estipulado en el plan maestro de electrificación 2013-2022 emitido por el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC).
3. Las personas comunidades remotas tendrían un acceso a un sistema de iluminación dado que en la actualidad es más costoso llegar con energía eléctrica mediante cableado.

### Debilidades

1. Elevado costo del producto final en comparación con productos sustitos alimentados con energía convencional.
2. Poca capacidad de respuesta de distribución frente a los sitios en donde se requiere la instalación de las luminarias debido a su lejanía o difícil acceso
3. Falta de conocimiento técnico y capacidad de venta del personal debido al desconocimiento y aplicación del nuevo producto.

### Amenazas

1. Existencia de ofertas de productos similares en diferentes regiones o sectores del país que trabajan de manera directa con los gobiernos autónomos.
2. Falta de un pliego de requerimientos técnicos mínimos a cumplir de parte del MERNR para la adquisición de este producto en las distintas empresas eléctricas del país.
3. Resistencia a la compra de este tipo de producto debido a su costo elevado y mantenimiento constante que demanda para su correcto funcionamiento.

### Conclusiones del análisis FODA

Estrategias DA (Mini-Mini):

Este proyecto debe brindar una constante capacitación tanto a su personal de ventas para que realiza una correcta comercialización de producto, así como también se busca llegar los diferentes

profesionales de las empresas eléctricas para que conozcan los beneficios que brinda incorporar luminarias solares LED a su sistema de alumbrado público.

De la misma manera se debe trabajar con cada una de las instituciones para desarrollar la especificación de producto y esta opción sea incluida en los presupuestos de los venideros años creando una necesidad en el mercado mejorando a su vez el alcance que tiene la empresa para llegar a su cliente final ya que serán comunidades o sectores alejados a las distintas ciudades del país.

Para el éxito de este proyecto se debe de convencer a los diferentes gerentes de las empresas eléctricas que este producto presenta grandes beneficios a largo plazo más allá que inicialmente representa una fuerte inversión por su alto costo en comparación con luminarias alimentadas por energías de generación convencional.

Estrategia DO (Mini-maxi):

El estado ecuatoriano cuenta con un plan de inversión en energías amigables con el ambiente y se establece un presupuesto de inversión a nivel nacional permitiendo a las empresas eléctricas establecer en sus partidas presupuestarias un cierto porcentaje para incorporar a su necesidades sistemas de energía solar , para esto se debe trabajar de la mano con los ingenieros eléctricos de las instituciones para impulsar la instalación de este tipo de tecnologías en comunidades remotas en donde sería más fuerte la inversión en generación y cableado eléctrico que la inversión de un sistema de funcionamiento autónomo .

Estrategia FA (Maxi-Mini)

Se debe desarrollar estrategias de comunicación entre los técnicos que realizaran la comercialización del producto con el personal calificado de las empresas eléctricas para difundir los beneficios que se obtendrá este productos, además de sembrar la idea que al ser un proyecto que busca comercializar este producto a nivel nacional se cuenta con mano de obra calificada para el ensamble y una rápida respuesta a la demanda del producto según lo requieran las diferentes instituciones.

En vista que existe un programa de impulso del gobierno nacional del Ecuador para aumentar el uso de soluciones sustentable y además las empresas eléctricas deben acogerse a las regulaciones

emitidas por el estado se debe buscar un rápido impulso de este tipo de tecnologías a nivel nacional generando la demanda de los mismo mediante la especificación del producto y contar con una rápida respuesta a nivel local de un inventarios de piezas para el ensamble, así mismo llegar a las distintas comunidades que se encuentran remotas para que demande la utilización de este tipo de tecnología en su alumbrado público .

### **6.3 Propuesta estratégica**

#### Estrategia del nombre

Se debe establecer un nombre comercial de la marca el cual comunique de la existencia de un producto que es rentable y amigable con el medio ambiente, además que indique que este producto cumple con su función principal que es proporcionar un correcto alumbrado público:

#### **URBANA SOLAR LED**

#### Propuesta de misión

Ofrecer a las distintas empresas eléctricas nacionales una solución lumínica eficiente y confiable que además es amigable con el medio ambiente con el objetivo de desarrollar proyectos viales para comunidades remotas y de difícil acceso a lo largo del territorio nacional.

#### Propuesta de visión

Ser reconocidos por las empresas eléctricas y municipalidades a nivel nacional como una solución efectiva al momento de promover el uso de energías renovables al iluminar las diferentes carreteras, vías y calles en el Ecuador

#### Propuestas de valores institucionales

- El proyecto se caracteriza por brindar soluciones amigables con el medio ambiente aprovechando siempre la energía solar.
- La capacitación sobre el producto siempre debe ir dirigidas a mostrar los beneficios e impulsar el uso de estas tecnologías a nivel regional.
- Las prácticas de venta del producto se desarrollan priorizando las prioridades que brinda el producto y como este es sustentable a largo plazo

- Compromiso del proyecto es siempre velar por los intereses medio ambientales del país impulsando la disminución de la huella ecológica.

## **6.4 Plan de Marketing del nuevo Producto**

### **6.4.1 Objetivos**

- Sugerir estrategias para dar a conocer calidad y beneficios del producto a las distintas empresas eléctricas del país.
- Formular ideas para el posicionamiento del producto de acuerdo a la misión propuesta para el proyecto.
- Generar un mensaje de conciencia ecológica que impulse la aceptación de este producto de por parte de los ciudadanos.

### **6.4.2 Estrategia del producto**

Como se ha descrito previamente el producto a ofrecer en el mercado Nacional es: una luminaria acoplada a un sistema de carga solar que funcione de forma autónoma sin depender de energía eléctrica convencional generada por derivados del petróleo.

El producto es auto sustentable ya que es de alta durabilidad con un funcionamiento estimado de hasta 10 años siempre que el mantenimiento que se le brinde sea el adecuado, también de que ofrecerá seguridad nocturna al cumplir con los estándares óptimos de iluminación pública.

Además, este producto no requiere ser alimentado por electricidad, sino que es autosustentable mediante sistema de carga de energía solar haciendo que sea amigable con el ambiente.

### **6.4.3 Estrategia de plaza**

La estrategia de plaza vista desde el marketing busca generar ideas que permitan que el producto se encuentre a la disposición de cliente cuando lo requiere, considerando lo antes expuesto es deber del proyecto realizar las estrategias que se detallan a continuación:

Se harán presentaciones en conjunto para poder exponer en las diferentes empresas eléctricas del país. Estas charlas sobre el nuevo producto se las dictará habiendo pactado una fecha de reunión con los encargados.

Se realizarán programas de capacitaciones cortos de dos días (2h cada día) sobre el uso importante de estas luminarias y sobre el mantenimiento de las luminarias especialmente a comunidades o localidades alejadas. Para estos programas se tomará en consideración los viáticos y movilidad del capacitador (quien será un empleado de la misma marca) calculando entre 100 a 150 dólares en gastos dependiendo la lejanía del lugar. Con esto se estima la realización de capacitaciones a 10 empresas eléctricas por año llegando al 50% de los clientes potenciales. En estas capacitaciones se incluirán certificados para los empleados eléctricos.

Se harán talleres de soluciones solares de 20 horas con certificadores internacionales, teniendo como enfoque a las empresas eléctricas, estos serían cursos más avanzados con la contratación de un capacitador extranjero. Se contará con un presupuesto aproximado de 5000 dólares incluido viáticos más alquiler de salón de eventos 45000 dólares. Se plantea también la entrega de certificaciones acreditadas con costos de entre 100 a 300 dólares según el nivel del expositor. No se espera tener un gran alcance del mercado objetivo, pero sí crear una necesidad y plantar una idea en funcionarios de instituciones públicas.

#### ***6.4.4 Estrategia de precios***

El precio se estimará según la demanda del mercado y además se establecerán valores según sea la cantidad de unidades requeridas impulsando que las empresas eléctricas inviertas en mayor cantidad de luminarias para así ofrecer un descuento adicional.

Se busca trabajar proyectos de desarrollo local con cada una de las constituciones por ello se diferencia los precios según sea su capacidad adquisitiva ya que existen empresas eléctricas completamente públicas y otras semiprivadas.

#### ***6.4.5 Estrategias de publicidad***

Las estrategias de publicidad pretenden comunicar al mercado el motivo por el cual se desarrolla el proyecto y cuál es el objetivo de impulsar la comercialización de este producto, por ello se establecen las siguientes estrategias:

Se usará la plataforma Powtoon o Renderforest para generar videos demostrativos de la calidad del sistema de iluminación solar LED y videos de ayuda social y ambiental que impulsarían la marca.

Además de las presentaciones se hará publicidad en la red social de trabajo LinkedIn y con mayor cantidad de publicaciones compartidas se podrá llegar a más candidatos en este caso gerentes de empresas eléctricas y técnicos de la misma que opten por elegir la nueva tecnología ya que a ellos lo evalúan por nuevas soluciones y proyectos de desarrollo.

Otra propuesta será la participación continua de ferias como Aquaexpo, Expoenergía, Ecuenergética, Ferrocapacitaciones, Expoecuador. Los costos por los stands varían entre 3000 a 5000 dólares según la magnitud del evento. Se pretendería participar en cuatro ferias anuales para llegar al sector constructor se estima alcanzar a un total de 15% de contratistas del país.

También, se realizará un evento tipo cóctel para el lanzamiento en el que se invertirán alrededor de 8000 a 12000 dólares y estará dirigido a gerentes de empresas eléctricas y alcaldes. El alcance que se busca en estas entidades es del 40% de su población, aunque debido a la difícil logística es suficiente y aceptable un 30% dado que al evento a realizar se deben considerar las distancias que debe recorrer los invitados ya sea el evento realizado en la ciudad de Guayaquil o Quito. Se pretende no sólo crear la necesidad del producto sino también crear una fidelidad a la marca y que siempre reconozcan ésta al pensar en iluminación solar.

Se ofrecerá constantemente contenido educativo mediante redes sociales de los beneficios ecológicos que presenta este producto, sobre todo que no requiere el uso de energía provenientes de elementos contaminantes como pueden ser el petróleo, gas y carbón o energías con un impacto mediano como son las hidroeléctricas, esto se logrará mediante la inclusión de pequeñas capsulas informativas de 1 min que se subirán a nuestras redes sociales cada mes , a la par de la creación de un slogan cual será nuestro pilar fundamental de apertura ante las nuevas generaciones tales como la Y y Z para que conozcan que nosotros como marca cuidamos y protegemos el medio ambiente.

***“Se parte del cambio, energía solar una solución eficiente y amigable con el ambiente.”***

## **7 CONCLUSIONES**

1. Se efectuó un estudio de mercado en donde se puede determinar que existe una gran aceptación de parte de los ingenieros de las distintas empresas eléctricas del Ecuador referente a la incorporación de luminarias de alumbrado público con alimentación de energía solar ya que según plantean ellos los beneficios medio ambientales superarían a los económicos , sin embargo existe un gran desconocimiento referente a los costos reales de la implementación

de este tipo de solución y que estiman valores inferiores a los \$200, además se pudo identificar los actuales competidores que se encuentran comercializando este tipo de producto, llegando a la conclusión que la mayoría de ellos trabajan de manera sectorial o local, es decir desarrollan proyectos directos con las distintas gobernaciones o municipalidades de su sector, no tienen un enfoque nacional debido a que no existe de parte del MERNM un pliego que respalde a las empresas eléctricas del país en la adquisición de este tipo de productos.

2. Todo proyecto debe tener un estudio de factibilidad debido a que los análisis previos permiten monitorear cómo se alcanzarían a los objetivos deseados. Para la entrada del nuevo sistema de iluminación solar LED al mercado se escogió la opción de ensamble local con un valor por luminaria de \$612,96 porque así se generaría fuentes de empleo de manera local y en cuanto a calidad permite monitorear el uso correcto de las luminarias y tener un mejor control de cobertura de garantías. Se proyecta comenzar con 300 unidades para lo cual se requerirá de una inversión inicial de \$183.888,89, recuperando este valor monetario en un periodo de 7.5 años.

Al tener como resultado una TIR y un VAN positivos, se puede concluir que el proyecto es factible, es decir, la TIR afirma que habrá un porcentaje de retorno de capital para el presente proyecto, por otro lado los valores obtenidos del VAN indican que el capital inicial con el que cuenta el proyecto, proyectado a 10 años tendrá un valor monetario positivo, cuyo monto en la actualidad representa un valor de \$183.888,89. El valor de la TRC fue de 58,44%, el VAN con riesgo bajo de 3% tuvo un valor de \$297.832,48, con riesgo alto de 7% tuvo un valor de \$173.801,44 y con riesgo algo de 15% el valor fue de \$22.128,31 y la TIR igual al 17%

Comparando el costo de energía que se tiene actualmente por el uso de luminarias conectadas a la red con los costos de mantenimiento al usar el sistema de iluminación solar se consigue un ahorro de \$9339,06 por 50 unidades de luminarias convencionales LED instalada. Es decir, aunque en 10 años los costos de mantenimiento del nuevo sistema resultan ser mayores que el sistema usado actualmente, el ahorro sigue siendo significativo al dejar de usar las energías convencionales y esto debido al costo de energía eléctrica que se paga actualmente.

Aunque se tuvieron muchas dudas por las condiciones climáticas del Ecuador, realizando las debidas investigaciones se tiene que el recurso hídrico presente en la actualidad puede verse afectado debido a los cambios que provoca el calentamiento global en las precipitaciones y como opción más eficaz sería el uso del sol como fuente de energía limpia. Además, los componentes del sistema de iluminación solar LED cuentan con especificaciones técnicas que se adaptan a las diversas condiciones climáticas y tienen una alta eficiencia energética, también cuentan con baterías que permiten el almacenamiento de energía para que así en días que no haya sol pueda seguir funcionando estimando su funcionamiento autónomo hasta de 3 días. Esto hace que el uso de energía solar además de resultar viable técnicamente contribuya con una notable reducción de las emisiones de dióxido de carbono que hoy en día afectan gravemente el ecosistema provocando degradaciones geológicas y ecológicas. En el aspecto ambiental el uso de esta nueva tecnología generaría grandes cambios debido a que el medio ambiente ya se encuentra afectado y se busca frenar el daño provocado.

En cuanto a lo social varias de las comunidades que se encuentran alejadas serán beneficiadas por el nuevo sistema de iluminación solar disminuyendo incluso el riesgo de accidentes en vías mejorando la seguridad ciudadana y aumentando la fluidez de circulación porque una zona vial iluminada correctamente es sinónimo de confianza y seguridad.

3. Como plan de marketing se decidió realizar videos y presentaciones en los que se dará a conocer el nuevo sistema de iluminación solar a las diferentes empresas eléctricas. También, serán necesarias las capacitaciones en cuanto al uso y mantenimiento del producto las cuales serán certificadas. De igual manera la participación en ferias contempla poder llegar a más sectores y los eventos tipo cóctel serán parte del lanzamiento con el que finalmente se conseguirá un mayor reconocimiento por parte de autoridades de gobiernos regionales y municipales, así como de gerentes de las empresas energéticas del país.

4.

## **8 RECOMENDACIONES**

1. Abarcar a más personas en las encuestas y entrevistas para tener un acercamiento más concreto en cuanto a la aceptación y posible implementación del nuevo producto. Como se trata de la entrada de un nuevo producto no se tienen los datos históricos para realizar un pronóstico cuantitativo de ventas con valores más cercanos a lo real. Por ello, se

recomienda realizar pruebas de mercado, encuestas, entre otras, que ayuden a obtener un pronóstico de ventas cualitativo para así saber lo que sucederá ante la entrada del nuevo sistema.

2. Las especificaciones técnicas, así como también las características eléctricas y mecánicas de cada uno de los componentes que conforman el sistema de iluminación solar LED deben cumplir con los estándares establecidos en la sección 4.8 Elaboración de prototipo del producto y se debe verificar su correcto funcionamiento antes de la instalación. Se recomienda también un equipamiento de sistemas de seguridad para evitar que se pierdan los equipos por actos vandálicos e incluso por seguridad de los transeúntes.
3. Se deberá generar una mayor concientización en la población en cuanto al daño que se le hace al planeta por contaminación, especialmente generado por las industrias. Éstas están provocando contaminación por químicos arrojados al mar y están destruyendo el hábitat de muchas especies con la tala de árboles. Por tal razón, lo que se busca con este proyecto es contribuir en la minimización de contaminantes que siguen afectando el ecosistema.

## 9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliaga, C., Fuentes, I., & González, J. (Diciembre de 2020). Estudio de factibilidad económica de la instalación de luminarias solares para la ciudad de Tocopilla. Universidad de Chile. Obtenido de Estudio de factibilidad económica de la instalación de luminarias solares para la ciudad de Tocopilla:  
<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112450/Tesis%20Tocopilla%20Aliaga-Fuentes-Gonz%C3%A1lez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Altuve, J. (2004). El uso del valor actual neto y la tasa interna de retorno para la valoración de las decisiones de inversión. En *Actualidad contable FACES* (págs. Vol 7, No. 9, p. 15).
- ARCONEL. (2018). REGULACIÓN Nro. ARCONEL 006/18. En *El Directorio de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad* (págs. 1-25). Quito.
- Bayola, A. (2012). El dilema entre expansión económica y sostenibilidad ambiental. Estudio del caso ecuatoriano. *Retos*.
- Bejarano, N. (Diciembre de 2011). Diseño de un sistema de generación eléctrica solar para la iluminación externa del modular de la escuela de Ingeniería en Ecoturismo. SPOCH. Obtenido de Diseño de un sistema de generación eléctrica solar para la iluminación externa del modular de la escuela de Ingeniería en Ecoturismo:  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1884/1/15T00496.pdf>
- Chuquín, N., & Márquez, F. (2011). Diseño, construcción y pruebas de un sistema publicitario alimentado con energía solar y controlado con un relé inteligente (ZELIO). Riobamba, Ecuador: ESPOCH. Obtenido de Diseño, construcción y pruebas de un sistema publicitario alimentado con energía solar y controlado con un relé inteligente (ZELIO):  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/888/1/15T00466.pdf>

- CIE. (1995). Recomendaciones para el Alumbrado de carreteras con tráfico motorizado y peatonal. En Comisión Internacional de la Iluminación.
- CONELEC. (Marzo de 2008). Atlas solar del Ecuador. Ecuador.
- Diewald, W. (2006). Nuevas posibilidades de iluminación con LED.
- Domínguez, C. (2014). Uso de los LED. Honduras. Obtenido de Uso de los LED: <https://ledupnfm.wordpress.com/uso-de-los-leds-2/>
- Farfan, F. (2018). Agroclimatología del Ecuador. Quito.
- Finanzas Corporativas. (s.f.). Presupuesto de Capital.
- Flores, A. (2013). Estudio de factibilidad para la aplicación de energía renovable fotovoltaica en el sistema de iluminación general del capo REPSOL-NPF. Quito.
- Flores, G. (Abril de 2016). Factibilidad del sistema de alumbrado público empleando luminarias led y alimentación solar fotovoltaica. Quito: UPS. Obtenido de Factibilidad del sistema de alumbrado público empleando luminarias led y alimentación solar fotovoltaica.
- Guevara, C. (2017). Importación de paneles solares desde España. UDLA. Obtenido de UDLA: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7576/1/UDLA-EC-TTEI-2017-09.pdf>
- Iluminación Inteligente. (2008). Manual de alumbrado público e iluminación exterior con led de alta intensidad. Colombia.
- Jacome, R. (2017). Estudio de factibilidad de la importación de paneles solares fotovoltaicos al cantón Cuenca. Universidad de Azuay. Obtenido de Universidad de Azuay: [http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6764/1/12760\\_esp.pdf](http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6764/1/12760_esp.pdf)
- Kandpa, T., & Kobayakawa, T. (2014). A techno-economic optimization of decentralized renewable energy systems: Trade-off between financial viability and affordability- A case study of rural India.
- Lluvicura, P. (Octubre de 2017). Estudio de factibilidad de alumbrado público con energía fotovoltaica para sistemas aislados CONEL uso de tecnologías led. UPS. Obtenido de Estudio de factibilidad de alumbrado público con energía fotovoltaica para sistemas aislados CONEL uso de tecnologías led: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14822/4/UPS-CT007277.pdf>
- Luminotecnia. (s.f.). *Cálculo según el método de los lúmenes*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/art%C3%ADculo%20docente%20%C3%A1lculo%20m%C3%A9todo%20de%20los%20l%C3%BAmenes.pdf>
- Montalvo, D. (16 de Septiembre de 2016). Análisis y diseño del alumbrado en espacios exteriores utilizando lámparas LED microcontroladas, alimentadas por un sistema de energía solar fotovoltaico. UCSG. Obtenido de Análisis y diseño del alumbrado en espacios exteriores utilizando lámparas LED microcontroladas, alimentadas por un sistema de energía solar fotovoltaico: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6641/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-87.pdf>
- Orellana, A., & Sarango, J. (2015). Estudio de factibilidad para el uso de energía solar y eólica en sistemas de alumbrado público para la ía de integración barrial, sector El Plateado servido por Empresa Eléctrica Regional Sur. 1-192. Cuenca.
- Pinzón, J. (12 de Julio de 2019). Sistemas solares para alumbrado público. Mitos y Realidades. *Sylvania*. Colombia.
- Ríos, D. L. (2013). Análisis técnico-económico para la generación de energía solar fotovoltaica en el Ecuador y su conexión a la red pública, basada en el artículo 63 de la Regulación No. CONELEC 004/11. Cuenca.

Rugel, D., Nicolade, M., & Alava, C. (2015). Plan de Marketing Ecológico para mitigar los impactos ambientales en la Universidad Politécnica Salesiana. *Retos*.

Servicio Ecuatoriano Normalización. (Abril de 2017). RTE INEN 069 "Alumbrado Público". *INEN reglamentación*. Ecuador. Obtenido de RTE INEN 069 "Alumbrado Público": <http://inenreglamentacion.blogspot.com/2017/04/rte-inen-069-alumbrado-publico.html>

Soto-Leiva, P., Roldán, J., & Eliash-Diaz, H. (Junio de 2020). Evaluación dinámica de control solar lumínico. Propuestas en una biblioteca de arquitectura moderna de Santiago. Obtenido de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/estoa/article/view/2880/2389>

Sylvania. (2020). Guía técnica de iluminación. 1-36. Costa Rica.

Trive in Advertdity. (2020). Annual Report of China Lighting Industry Export. 1-18. China.

Vargas, C. (Octubre de 2015). *Control inteligente de iluminación fotovoltaica para autopistas en Ecuador*.

# ANEXOS

## Anexo I

Figura 19 Cotización #1 – Opción 1

R SERIES SOLAR STREET LIGHT FIXTURE

**Great Features:**

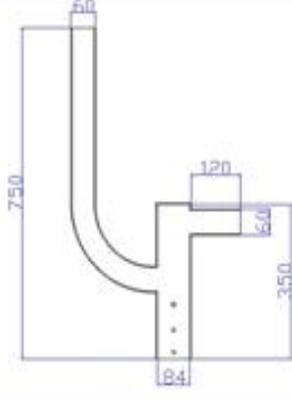
- 1) Off Grid System
- 2) Dual Axis Rotation on Solar Panel
- 3) Occupancy with Bi-Level Dimming, PIR Sensor  
Base on stronger sunshine 7 hours full charge, can work 3 days, 8 hours per day with sensor.  
(with detection 100% brightness, no more detection 20% brightness)
- 4) Working Temperature: -25℃ to 40℃
- 5) LiFePO4, MPPT System
- 6) 5 years warranty



r Series Solar Street Light — MPPT System

Item No	LED Lamp Power (W)	Efficacy (lm/W)	Lumens (lm)	Solar Panel Power	Battery	Beam Angle	IP Rating	Warranty	EXW Huizhou (USD)	FOB SHENZHEN (USD)	No Lamp Head Price
									<1,000pcs	MOQ200pcs	
J168-04-55-G-90-ST	90W	140	12,600	120W	LiFePO4 12.8V 36Ah	150° X 110°	IP65	5 years	\$412.00	\$416.67	US\$305

Housing Look Options:

Solar LED Street Light \*Finish products may look slide difference.

**Note: The solar lights have to be charge the battery per 3 month.**

Nota: Extraído de “Cotización R Series Solar Street Ligth Fixture”

**Tabla 16** Cotización #2 – Opción 1

**90W Solar Street Light**

Great Features:

- 1) Off Grid System**
- 2) Occupancy with Bi-Level Dimming**
- 3) Working Temperature: -25°C to 40°C**
- 4) MPPT Smart Control with LiFePO4 Battery**
- 5) 5 Years Warranty**

Model	Efficacy (lm/W)	Watt ( W )	Lumens ( lm )	LiFePO4 Battery	Beam Angle	Solar Panel Power	IP Rating	FOB SHENZHEN (USD) MOQ 200pcs	Picture
<b>J168-04— SS-G-90</b>	140	90	12.600	12.8V 36AH	150°*110°	120W (1230 x 670 x 30mm)	IP65	US\$344,00	
<b>J168-04- SS-G-90- SI</b>	140	90	12.600	12.8V 36AH	150°*110°	120W (1230 x 670 x 30mm)	IP65	US\$269,00	

**Note: All the solar lights have to be charge the battery per 3 month.**

**Function:**

1. 5 years warranty. CE certificate approved.
2. 7 Hours to fully charge normally. (According to the local wheather)
3. At raining day (in fully charge, it can work 3 days, 8 hours per day)  
90W can 4~5 Hours at 100% brightness, around 30 hours on energy saving mode in 20% brightness.
4. Solar Street Light comes with an inbuilt PIR Sensor to detect movement.  
When there is no detection. The solar lamp will be running energy saving mode, which is 20% of capacity, and when there the Sensor detects movement, it will be turning to 100%(90W), until no more detection for 10~20 seconds, when it will turn back to energy saving mode 20% brightness.
5. Solar Street Light:  
On the 90W, we are using 120W (Poly) Solar Panel, with >17% Solar Conversion Efficiency, and 12.8V 36Ah LiFePO4 Battery (1500cycles)
6. Solar Street Light's main body is Aluminum, and the bracket is Iron.
7. It can install in anywhere between 3 and 8 meters high. But install below 7 meters high will be better.
8. Solar Street Light's Power Supply is a DC-DC, the system is running on DC12V, it's safety electrical.
9. The main lamp Output voltage is 42V for 90W solar lamp. And solar panel output voltage is DC18V.
10. The lux below Solar panel standard voltage 5V, then the lamp will turn on.

*Nota:* Extraído de “Cotización JLS (Huizhou) CO., LTD”

**Tabla 17** Cotización #1 – Opción 2

Componente	Descripción	Unidad	Qty	Supplier	TDC unit.	TDC subtotal
<b>KIT SOLAR STR. 90W</b>						<b>\$ 612,96</b>
M0034050	SOPORTES PANEL 2-100W/H	unidad	1,00	local	\$ 43,57	\$ 43,57
M2110105	SERVICIO CONTRATADO	unidad	1,00	local	\$ 10,08	\$ 10,08
M7302257	PASADOR ANTIROBO	unidad	1,00	local	\$ 0,59	\$ 0,59
M7302268	HUACAL 1.04X1.38X0.55	unidad	1,00	local	\$ 30,80	\$ 30,80
P27486-36	LED STREET 90W NW	unidad	1,00	importación	\$ 129,00	\$ 129,00
P28307-36	PANEL SOLAR 100W	unidad	2,00	importación	\$ 40,51	\$ 81,01
P37399-36	GABINETE SOLAR 2X150AH	unidad	1,00	ensamble	\$ 132,77	\$ 132,77
P37577-36	BATERIA 100AH 12VDC	unidad	2,00	importación	\$ 92,57	\$ 185,14
GABINETE SOLAR 2X150AH						\$ 140,16
M0036390	COFRE M CI 2X150AH 70X60X30	unidad	1,00	local	\$ 70,00	\$ 70,00
M2110105	SERVICIO CONTRATADO	unidad	1,00	local	\$ 10,00	\$ 10,00
M2120105	CINTA POLIPROPILE- TRANSPARENTE	metro	1,00	local	\$ 0,50	\$ 0,50
M7302221	TORNILLO LAMINA 6 X1/2 ESTRELL	unidad	6,00	local	\$ 0,01	\$ 0,06
M7302223	AMARRE PLÁSTICO DE 10 CM	unidad	4,00	local	\$ 0,03	\$ 0,12
M7302230	CABLE SOLAR 12AWG NEGRO	unidad	7,00	local	\$ 0,70	\$ 4,90
M7302231	CABLE SOLAR 12AWG NEGRO/ROJO	unidad	7,00	local	\$ 0,70	\$ 4,90
M7302235	PRENSA ESTOPA DEX 16MM 5/8"	unidad	2,00	local	\$ 0,62	\$ 1,24
M7302239	CABLE ENCAUCHETADO 2X16	unidad	0,70	local	\$ 0,49	\$ 0,34
M7302240	REGLETA PLASTICA 30A 12PUNTOS	unidad	0,20	local	\$ 0,82	\$ 0,16
M7302241	RIEL OMEGA 1M	unidad	0,20	local	\$ 4,18	\$ 0,84
M7302242	JUEGO CONECTOR PANEL SOLAR	unidad	1,00	local	\$ 1,54	\$ 1,54
M7302243	BORNERA RIEL OMEGA	unidad	4,00	local	\$ 0,70	\$ 2,80
M7302244	FIN CARRERA RIEL OMEGA	unidad	2,00	local	\$ 0,27	\$ 0,54
M7302247	BORNA DE OJO PARA CABLE	unidad	4,00	local	\$ 0,08	\$ 0,32
M7302259	TERMINAL TIPO PIN 12 AWG	unidad	8,00	local	\$ 0,01	\$ 0,08
M7302260	CONECTOR TIPO RESORTE	unidad	2,00	local	\$ 0,04	\$ 0,08
M7302261	TERMINAL TIPO PIN 14 AWG	unidad	4,00	local	\$ 0,05	\$ 0,20
M7303817	CINTA STRECH 45CM*450MTRS	metro	12,00	local	\$ 0,12	\$ 1,44
M7303821	BREAKER RIEL 20A	unidad	5,00	local	\$ 1,72	\$ 8,60
P28041-36	LED SOLAR CONTROLLER SC160	unidad	1,00	importación	\$ 31,50	\$ 31,50

*Nota:* Extraído de “Ensamble luminaria solar”, por Sylvania.

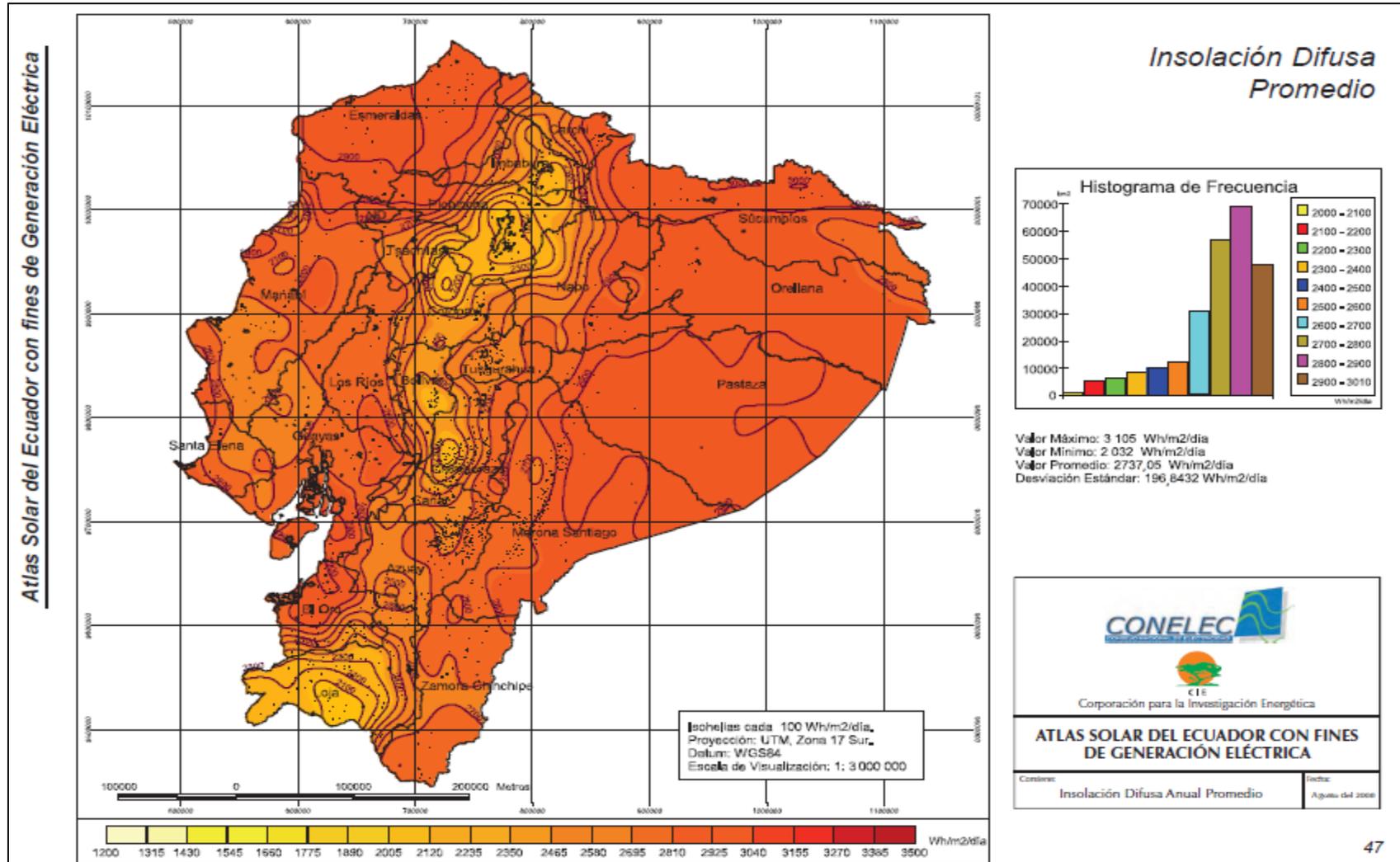
**Figura 20 Cotización #2 – Opción 2**

		<b>ENERGYCONTROL S.A.</b> Oficinas: Cda. Urdesa Central – Bálsamos Sur 118 entre Todos los Santos, Edificio Semgroup, Planta Baja Código Postal: 090507 Guayaquil, Ecuador Telefax: (593-4) 372-6779 Celular: 0994104356 E-mail: info@energycontrolsa.com Web: www.energycontrolsa.com R.u.c. No. 0992284714001			
		<b>CLIENTE:</b> SYLVANIA <b>ATTE:</b> ANDRES SALAZAR <b>PROYECTO:</b> SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LUMINARIA 90W <b>CIUDAD:</b>		<b>FECHA:</b> 25/02/2021 <b>REF:</b> <b>OFERTA :</b> 4921-21 C	
ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO U.	PRECIO T.
1	1	UNIDAD	Panel 385 Wp	\$ 172,48	\$ 172,48
2	2	UNIDAD	bateria 100 Ah	\$ 308,95	\$ 617,90
3	1	UNIDAD	TABLERO METALICO 70X60X30	\$ 154,00	\$ 154,00
4	1	UNIDAD	Material fungible (Conductores, terminales)	\$ 35,00	\$ 35,00
5	1	UNIDAD	Intalacion de tablero con batería y controlador	\$ 58,50	\$ 58,50
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
<b>VALIDEZ DE LA OFERTA:</b> 30 DIAS				<b>SUBTOTAL</b>	<b>US \$ 1.037,88</b>
<b>FORMA DE PAGO:</b> 70% ANTICIPO - 30% CONTRA ENTREGA				<b>I.V.A. 12%</b>	<b>US \$ 124,55</b>
<b>PLAZO DE ENTREGA:</b> 3 A 5 DIAS				<b>TOTAL</b>	<b>US \$ 1.162,42</b>

Nota: Extraído de “Cotización Energy Control S.A”.

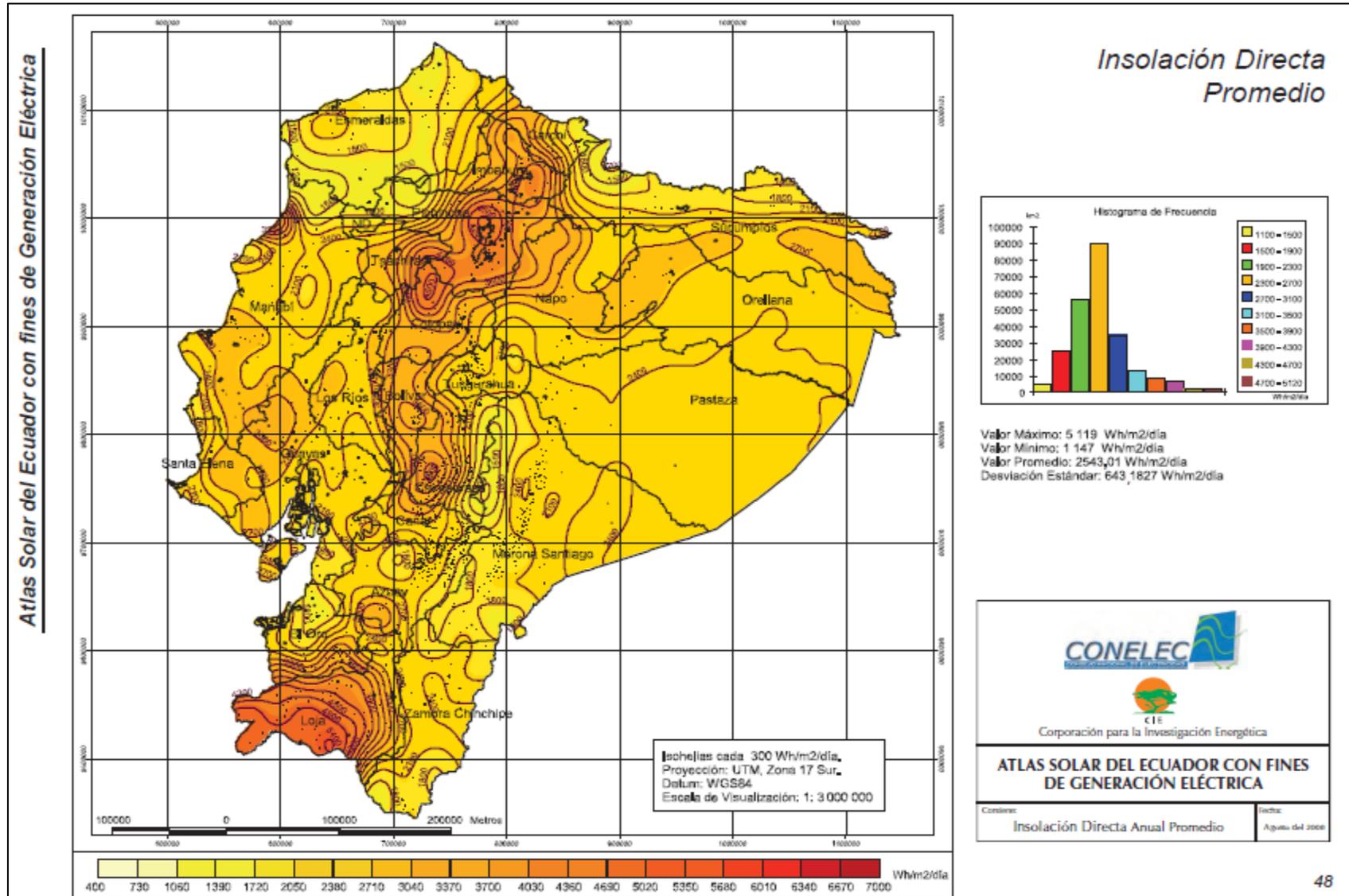
Anexo II

Figura 21 Insolación Difusa Anual Promedio



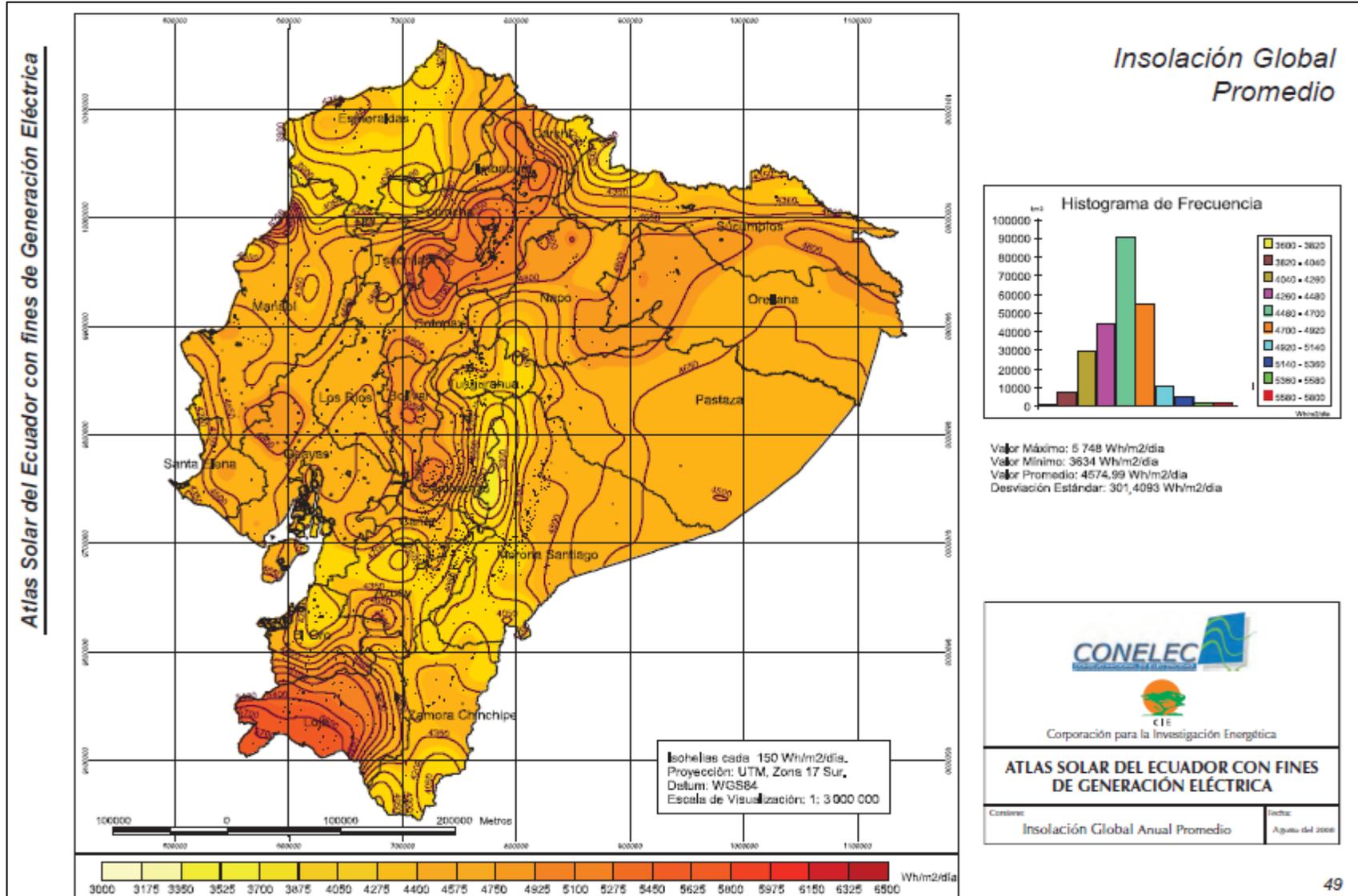
Nota: Extraído de “Atlas Solar del Ecuador”, por CONELEC, p. 47.

Figura 22 Insolación Directa Anual Promedio



Nota: Extraído de “Atlas Solar del Ecuador”, por CONELEC, p. 48.

Figura 23 Insolación Global Promedio



Nota: Extraído de “Atlas Solar del Ecuador”, por CONELEC, p. 49.