

Estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de alumbrado público empleando luminarias tipo LED mediante el uso de tecnología fotovoltaica en el municipio de Corozal-Sucre

Elaboro.

Yilber Antonio Castillo Espinosa

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

CCAV-Corozal

2019

Estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de alumbrado público empleando luminarias tipo LED mediante el uso de tecnología fotovoltaica en el municipio de Corozal-Sucre

Elaboro.

Yilber Antonio Castillo Espinosa

Proyecto aplicado para optar al título de Ingeniero Industrial.

Asesor. (a)

Ana Milena Castro Vergara

Ingeniera Industrial

Docente\_ UNAD CCAV Corozal

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

CCAV-Corozal

2019

## **Dedicatoria**

El presente proyecto lo dedico a Dios y cada uno de mis familiares, los cuales me dieron esa voz de aliento en los momentos más difíciles, en los cuales casi desfallecí (Mi señora Madre Marleny Espinosa, y Padre Antonio Castillo, quienes siempre creyeron en mí y en mis capacidades.

Mi Esposa Martha Villamil, quien estuvo conmigo en esos momentos difíciles y me dio esa voz de aliento para que siguiera adelante en busca de este título, a Mis Hijos Samuel Castillo Villamil y Ana Castillo Villamil. Quienes son mi inspiración para seguir adelante y junto a este logro demostrarles que todo sacrificio que se realice en busca de la auto superación es una bendición y más cuando se logra el objetivo.

Gracias Familia.

**Yilber Antonio Castillo Espinosa**

## **Agradecimientos**

Ya en esta etapa final quiero agradecer a todo el personal de la Universidad que de una u otra manera estuvieron prestos a brindarme toda la asesoría y apoyo que necesite en cada una de las facetas de mi carrera.

Gracias.

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Sincelejo, 11 de diciembre de 2019

## Abreviaturas

Término	Abreviatura
Amperio	A
Amperio Hora	Ah
Corriente Alterna	ac
Corriente Continua	dc
Beneficio	B
Watt Hora día	Whd
Watt	W
Voltio	V
Potencia	P
Potencia del Panel	P.p
Potencia total máxima	P .máx.
Potencia del Inversor	P Inv.
Potencia Inversor Escogido	P Inv-escogido
Profundidad de Descarga de la Batería	P d.
Kilovatio Hora	Wwh
Rendimiento del Panel Solar	N p
Índice de Precio al Consumidor	Ipc
Necesidad del Usuario	N u.
Intensidad de Corto Circuito	ISC
Perdida de Energía por Auto descarga diaria en el Banco de batería	K.Ea
Perdida de Energía por el Rendimiento de la Batería	K.Eb

Perdida de energía por falla en las luminarias LED	K El
Coeficiente de pérdidas totales	Kt
Intensidad Máxima	I máx.
Intensidad luz	Luxes
Necesidad del Usuario	Nu
Horas Pico	Hp
Horas Pico de Sol	HPS
Gases de Efecto Invernadero	GEI
Beneficio Neto Anual	BNA
Costo	C
Beneficio neto a 25 años	BN25
Rendimiento del panel solar	rp
Costo Anual de Inversión	CAI

*Tabla 1: Abreviaturas*

## Glosario

**Amperio.** Es la unidad de medida de la corriente eléctrica. Amperio. (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Amperio>

**Amperio Hora.** Es la cantidad de corriente eléctrica que requiere un sistema en una hora. Es la unidad de medida de la corriente eléctrica. Amperio. Hora. (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Amperio-hora>

**Corriente Alterna.** Corriente eléctrica variable en la que las cargas eléctricas cambian el sentido del movimiento de manera periódica. Corriente Alterna (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Corriente\\_alterna](https://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_alterna)

**Corriente Continua.** Corriente de intensidad constante en la que el movimiento de las cargas siempre es en el mismo sentido. Corriente continua (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Corriente\\_continua](https://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_continua)

**Beneficio.** Cantidad de dinero que se gana, especialmente con una inversión. Beneficio (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Beneficio>

**Watt.** Unidad de potencia del Sistema Internacional, de símbolo  $W$ , que equivale a la potencia capaz de conseguir una producción de energía igual a 1 julio por segundo. Watt (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Watt>

**Voltio.** El voltio se define como la diferencia de potencial a lo largo de un conductor cuando una corriente de un amperio consume un vatio o potencia. Voltio (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Voltio>

**Potencia.** La potencia eléctrica es la proporción por unidad de tiempo, o ritmo, con la cual la energía eléctrica es transferida por un circuito eléctrico. Potencia (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Potencia>

**Profundidad de descarga.** Es un método alternativo para indicar el estado de carga de una batería. Profundidad de descarga (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Profundidad\\_de\\_descarga](https://es.wikipedia.org/wiki/Profundidad_de_descarga)

**Rendimiento.** Proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue lo que conocemos como el beneficio o el provecho. Rendimiento (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Rendimiento>

**Intensidad.** Cantidad de electricidad que pasa por un conductor en una unidad de tiempo. Intensidad (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Intensidad>

**Luxes.** Es la unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para el nivel de iluminación. Es la sensación de luminosidad. Luxes (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de <https://es.wikipedia.org/w/index.php?search=luxes&title=Especial%3ABuscar&go=Ir&ns0=1&ns100=1&ns104=1>

**Gases de Efecto Invernadero.** Son el vapor de agua (H<sub>2</sub>O), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el metano (CH<sub>4</sub>) y el ozono (O<sub>3</sub>) Gases de efecto Invernadero. Gases de Efecto Invernadero (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Gas\\_de\\_efecto\\_invernadero](https://es.wikipedia.org/wiki/Gas_de_efecto_invernadero)

**Costo.** Cantidad de dinero que cuesta una cosa. Costo (s.f.) en Wikipedia recuperado el 27 de agosto 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Coste>

**Beneficios.** El beneficio económico se refiere o indica una ganancia económica que se obtiene de una actividad o inversión. Beneficios (s.f.) en Wikipedia recuperado el 27 de agosto 2019 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Beneficio\\_econ%C3%B3mico](https://es.wikipedia.org/wiki/Beneficio_econ%C3%B3mico)

## Resumen

A nivel mundial se viene desestimulando el uso continuado de los combustibles derivados del petróleo y de energía eléctrica en general y se está incrementando la utilización de las energías renovables. Uno de estos usos, se han planteado en los alumbrados públicos de las ciudades y municipios en general.

Particularmente en el municipio de Corozaal se ha detectado un problema de deficiencia del alumbrado público que ha ocasionado el aumento de la percepción de la inseguridad, accidentes y restricción de la movilidad nocturna.

Con base en lo anterior, se plantea si es posible independizar el servicio de alumbrado público de las redes de energía que alimentan a la ciudad, de tal manera que ante cortes o suspensión de energía se mantenga alumbrada la ciudad de Corozaal. Para ello, se requiere estimar la radiación solar o velocidad del tiempo en la ciudad de Corozaal, diseñar la mejor alternativa y las ventajas financieras y económicas frente al sistema actual.

El proyecto de investigación se justifica en la disminución del impacto ambiental y en una alternativa de inversión del municipio y busca diseñar un sistema de energía eléctrica renovable e independiente para la iluminación externa de la ciudad de Corozaal, Sucre

Es así como la presente investigación busca plasmar las diferentes alternativas para sistemas de alumbrado público: sistemas de energías convencionales y sistemas de energía limpia o Fotovoltaicas, los cuales han permitido satisfacer los distintos requerimientos y necesidades del hombre con respecto al fluido eléctrico. Es de esta forma que encontramos que el ser humano,

décadas atrás, está innovando estos sistemas con tecnologías que aprovechan la radiación solar y la convierten en energía eléctrica 100% ecológica.

Las tecnologías que utilizan la radiación solar como fuente de energía disminuyen considerablemente las emisiones de CO<sub>2</sub> en el ambiente, ocasionando menor efecto invernadero o calentamiento global. Todo lo contrario, al impacto que genera la producción de energía convencional por ejemplo las Hidroeléctricas o Termoeléctricas que requieren de grandes cantidades de agua en el proceso de generar energía eléctrica, y la implementación de energía fósil que contamina en mayor cantidad por los gases tóxicos que se suelta al medio ambiente en su proceso de generación.

La finalidad que tiene este proyecto es brindar a la población del casco Urbano de Corozal Sucre un sistema de Alumbrado público constante y sin interrupciones en todo el municipio, propiciando así un grado de satisfacción en el servicio por la calidad, la economía y de Seguridad. Con la utilización de tecnologías limpias en las diferentes áreas como soporte eléctrico en industrias, hogares, y alumbrado público.

Para conseguir el objetivo mencionado anteriormente, se realizó un estudio a la población corozalera basada en una serie de preguntas tipo encuesta, enfocados en el grado de satisfacción que tiene la población por el servicio de alumbrado público en su municipio. Encontrando inconformismo por el mal servicio de la empresa Electricaribe el cual es costoso y presenta muchas interrupciones en el suministro (apagones).

Se tomó como punto de partida esta problemática y se analizaron dos propuestas como solución. Tal es el caso de la **Energía Eólica**, la cual es amigable con el medio ambiente y requiere de un suministro de aire constante para mover las aspas del generador y un

mantenimiento periódico para su correcto funcionamiento. Alternativa que no funcionaría ya que el municipio no cuenta con vientos constantes y los mantenimientos continuos generarían mayor gasto y por consiguiente encarecerían el servicio.

Como referencia y soporte técnico la Empresa TECNOVIDA C&V S.A.S cuya actividad económica y experiencia son la implementación de sistemas de generación de energías limpias como lo son los sistemas fotovoltaicos. Nos orientara en el proceso técnico de investigación.

**Palabras claves:** Energía, solar, voltaje, vatios, luminarias, rendimiento, consumo, viabilidad, ambiente.

### **Abstract**

The present investigation seeks to capture the different alternatives for public lighting systems: conventional energy systems and clean or photovoltaic energy systems, which have allowed to satisfy the different requirements and needs of man with respect to the electric fluid. It is in this way that we find that the human being, decades ago, is innovating these systems with technologies that take advantage of solar radiation and convert it into 100% ecological electric energy.

Technologies that use solar radiation as a source of energy significantly reduce CO<sub>2</sub> emissions in the environment, causing less greenhouse effect or global warming. On the contrary, to the impact generated by the production of conventional energy, for example, hydroelectric or thermoelectric plants that require large amounts of water in the process of generating electrical

energy, and the implementation of fossil energy that pollutes in greater quantity by toxic gases that It is released to the environment in its generation process.

The purpose of this project is to provide the population of the urban area of Corozal Sucre with a constant and uninterrupted public lighting system throughout the municipality, thus providing a degree of satisfaction in the service for quality, economy and security. With the use of clean technologies in different areas such as electrical support in industries, homes, and street lighting.

To achieve the objective mentioned above, a study was carried out on the Corozalera population based on a series of survey questions, focused on the degree of satisfaction that the population has for the public lighting service in their municipality. Finding dissatisfaction with the poor service of the Electricaribe company which is expensive and has many interruptions in the supply (blackouts).

This problem was taken as a starting point and two proposals were analyzed as a solution. Such is the case of Wind Energy, which is friendly to the environment and requires a constant supply of air to move the blades of the generator and periodic maintenance for proper operation. Alternative that would not work since the municipality does not have constant winds and the continuous maintenance would generate greater expense and therefore would make the service more expensive.

**Keywords:** Energy, solar, voltage, watts, luminaires, performance, consumption, viability, environment.

## Índice General

Resumen .....	11
1. Introducción .....	18
2. Justificación .....	20
2.1 Descripción del problema.....	24
3. Objetivos .....	27
3.1 Objetivo general .....	27
3.2 Objetivos específicos.....	27
5. Marco conceptual y teórico.....	28
5.1 Marco conceptual estudio de factibilidad.....	37
5.2 Marco Normativo .....	46
6. Aspectos metodológicos .....	48
6.1 Tipo de investigación .....	48
6.2 Instrumento de recolección de datos (La Encuesta).....	48
6.3 Población y Muestra.....	50
6.4 Fases de la investigación.....	50
7. Resultados de la Encuesta.....	53
7.1 Análisis y tratamiento de datos .....	68
8. Alternativa propuesta .....	72
8.1. Características técnicas de las luminarias .....	73
8.2. Proceso de instalación de las luminarias en los postes de iluminación pública convencionales .....	75
8.3. Sostenibilidad y vida útil de la obra .....	76
8.4. Mantenimiento de las Luminarias .....	78
9. Análisis de costos.....	79
10. Beneficios del sistema de alumbrado público con luminarias led y tecnología fotovoltaica 84	
11. Presupuestos del proyecto .....	86
12. Conclusiones .....	88
13. Recomendaciones.....	89
14. Referencias bibliográficas .....	90

## Índice de tablas

Tabla 1: Abreviaturas .....	7
Tabla 2: Potencial de energía solar por regiones en Colombia. ....	22
Tabla 3: Costos del sistema convencional por estrato y sector comercial. ....	41
Tabla 4: Resultado de la encuesta. Autoría propia. ....	69
Tabla 5. Costos Iluminarias.....	79
Tabla 6. Accesorios para instalación.....	80
Tabla 7. Vida útil componentes.....	81
Tabla 8.Costo por mantenimiento .....	82
Tabla 9. Mantenimiento Preventivo .....	82
Tabla 10.Mantenimiento Correctivo .....	83
Tabla 11. Valores del proyecto .....	87

## Índice de figuras

Ilustración 1: Mapa de Radiación Solar. ....	19
Ilustración 2: Comparativo Calidad del Servicio de energía en la Costa Caribe. ....	20
Ilustración 3: Estudio porcentual consumo por año y valor en pesos. ....	23
Ilustración 4: Lluvia de ideas. ....	23
Ilustración 5: Árbol problema. ....	25
Ilustración 6: Efectos generados por el problema. ....	26
Ilustración 7: Mapa de Radiación Solar. ....	30
Ilustración 8: Mapa Político de Corozal. ....	32
Ilustración 9: Hidroeléctrica. ....	38
Ilustración 10: Energía Fotovoltaica. ....	39
Ilustración 11: Alumbrado público fotovoltaico. ....	42
Ilustración 12: Luminaria solar LED. ....	43
Ilustración 13: Resultado pregunta 1. ....	54
Ilustración 14: Resultados Pregunta 2. ....	55
Ilustración 15: Resultado Pregunta 3. ....	56
Ilustración 16: Resultado Pregunta 4. ....	56
Ilustración 17: Resultado Pregunta 1. ....	57
Ilustración 18: Resultado Pregunta 2. ....	58
Ilustración 19: Resultado Pregunta 3. ....	59
Ilustración 20: Resultado Pregunta 4. ....	60
Ilustración 21: Resultado Pregunta 1. ....	61
Ilustración 22: Resultado Pregunta 2. ....	62
Ilustración 23: Resultado Pregunta 3. ....	63
Ilustración 24: Resultado Pregunta 4. ....	64
Ilustración 25: Resultado Pregunta 1. ....	65
Ilustración 26: Resultado Pregunta 2. ....	66
Ilustración 27: Resultado Pregunta 3. ....	67
Ilustración 28: Resultado Pregunta 4. ....	68
Ilustración 29: Resultado general encuesta. ....	70
Ilustración 30: Luminaria solar 1. ....	73
Ilustración 31: Luminaria solar 2. ....	74
Ilustración 32: Componentes Luminaria solar. ....	74
Ilustración 33: Desmontaje de lámpara. ....	75
Ilustración 34: Montaje de lámpara. ....	76
Ilustración 35: Luminaria solar 3. ....	77
Ilustración 36: Luminaria LED. ....	77
Ilustración 37: Batería. ....	78
Ilustración 38: Lámpara solar. ....	79

## 1. Introducción

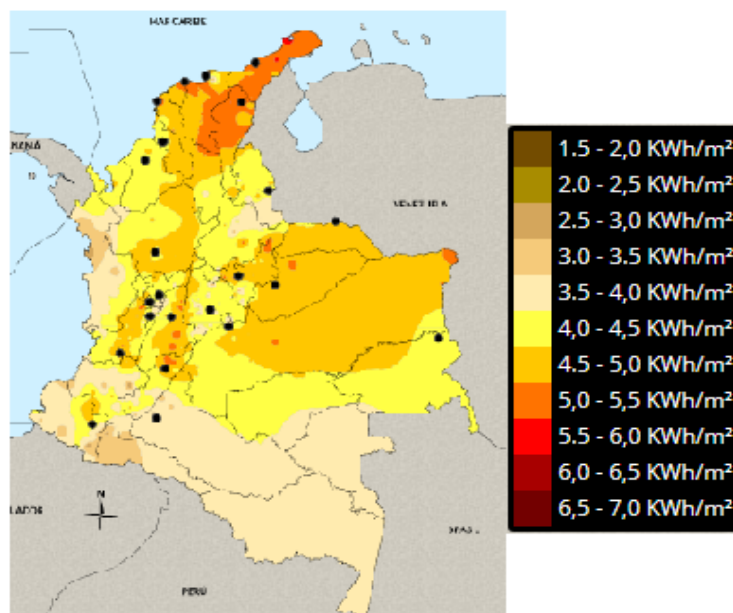
Este Proyecto tiene como finalidad mejorar la calidad de vida de la población del casco urbano del municipio de Corozal Sucre, mediante la implementación de un sistema de Iluminación Pública tipo LED y tecnología fotovoltaica, con almacenamiento de energía en batería con autonomía de 12 horas sin radiación solar (Noche). Mejorando la calidad de vida de la población en cuanto a seguridad, Economía y calidad del servicio. Así como el aporte que realiza al medio ambiente. Debido a que son energías 100% Limpias.

Uno de los métodos para la generación de electricidad empleando como materia prima es la energía Solar, Son los ya conocidos Módulos Fotovoltaicos para iluminación desconectadas 100% de la red convencional, los cuales en los últimos años la producción de estos módulos solares se ha incrementado considerablemente y por consiguiente el precio de estos ha disminuido gradualmente, lo que ha facilitado el poder implementar dichas tecnologías en las diferentes áreas tal es el caso del alumbrado Público.

De acuerdo con las diferentes fuentes de investigación para este proyecto fue el IDEAM (Instituto de Hidrología, Metrología y Estudios Ambientales) que permite entrar a analizar las diferentes regiones y la influencia de la radiación solar en cada una de ellas medidas en (KWh/m<sup>2</sup>) las cuales entrega un valor excepcional en cantidad de radiación y calidad ya que tampoco sirve que la radiación sea exagerada lo que afectaría considerablemente la calidad y rendimiento de las Celdas Fotovoltaicas. Dentro de los factores internos que afectan el panel solar, (técnicas de fabricación, aumento de la temperatura del panel, efectos de reflexión y suciedad y el ángulo de inclinación), el que más afecta en términos de eficiencia y durabilidad es

el aumento de temperatura en panel, ocasiona una saturación de corriente impidiendo una óptima salida potencia y generando daños en la célula. Implementar algunas técnicas para regular la temperatura de los paneles cuando está en funcionamiento, se presentan como una alternativa confiable para aumentar la eficiencia de los paneles fotovoltaicos como lo demuestran las investigaciones de Shahrestan, Zhu y Lucas. Los efectos del nivel de radiación, la temperatura del ambiente (variaciones climáticas), inclinación de panel y sombreados son factores externos que afectan el buen funcionamiento de panel solar. La variación de la radiación es efecto más notorio para reducir la producción de energía de un panel. Esto se debe que al variar la intensidad de radiación el panel también va a variar su punto máximo de potencia, así el panel no va a entregar su máxima potencia y presentara una baja eficiencia

Gracias a nuestra posición Geográfica contamos con un promedio Diario cercano a los 4,5 Kwh/m<sup>2</sup> (IDEAM – UPME, 2002).

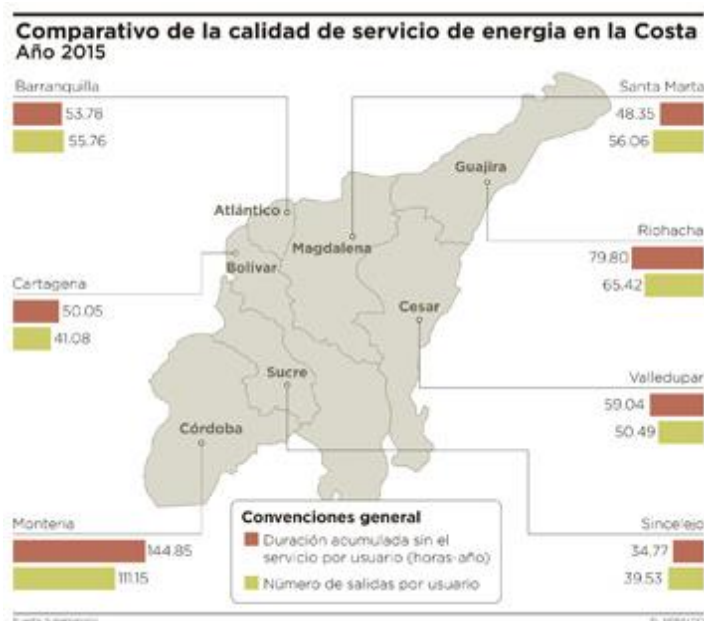


*Ilustración 1:* Mapa de Radiación Solar.

Fuente: Estudio radiación solar (s.f.). Recuperado el 20 de agosto de 2019 atlas idean.  
<http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>

## 2. Justificación

La costa caribe es la región de País que presenta más deficiencias en el servicio de energía eléctrica que, según la Superintendencia de Servicios Públicos, cada usuario de Electricaribe sufre durante el año un promedio de 110 interrupciones del servicio de energía, con una duración acumulada de 144 horas. Además, el informe evidencia que en el ranking nacional de los 10 departamentos con mayor discontinuidad del servicio de energía hay 6 de los 7 que atiende Electricaribe: son ellos –además de Córdoba– Sucre, La Guajira, Cesar, Magdalena y Bolívar.



*Ilustración 2: Comparativo Calidad del Servicio de energía en la Costa Caribe.*

Fuente: El Heraldo. (2016). El mapa del deficiente servicio de energía en la Costa. Recuperado de <https://www.elheraldo.co/local/el-mapa-del-deficiente-servicio-de-energia-en-la-costa-248430>

Por su parte en el departamento de Sucre, las protestas por el mal servicio y las continuas interrupciones son recurrentes en casi todos los municipios que muchas veces pasan a acciones de hecho, en donde la comunidad arremete contra las instalaciones y edificios públicos, incluyendo

alcaldías y la misma sede de las oficinas de Electricaribe como es el caso de los municipios de Santiago de Tolú, Sampués, San Onofre, San marcos Corozal y Sincelejo.

Particularmente, el municipio de Corozal cuenta con un servicio de alumbrado público prestado por la empresa de Electricaribe la cual, según los diferentes estudios, encuestas y la Opinión de la comunidad y como se refleja en el estudio realizado por El Heraldillo, que dice, En Sucre se registraron 14.259 peticiones, quejas y reclamos, entre octubre y noviembre del año pasado, el 55% de las quejas que se presentaron corresponde a Sincelejo. En este departamento las poblaciones que presentaron las mayores interrupciones en número de horas y frecuencia fueron Tolú, Coveñas, Palmitos, Toluviejo, Macaján la igual que el norte que abarca áreas urbanas y rurales de los municipios: El Cariño, Berrugas, el Higueron, Las Vueltas, Rincón, San Onofre, Pajonal, Libertad, Cerro dos Casas, Sabana Mucacal, Labarce y San Antonio. Las inversiones en el mejoramiento están concentradas en el centro del departamento.

El servicio es precario y costoso. Estas deficiencias se evidencian en la baja potencia que hace que, en las horas de más uso, algunos electrodomésticos dejen de funcionar, y sectores del municipio queden a oscuras. Propiciando sectores inseguros para la comunidad aprovechados por personas inescrupulosas para cometer delitos o fechorías.

Paralelo a lo anterior, la región caribe cuenta con disponibilidad de la radiación solar como fuente renovable de energía con un promedio de 1.825 Kwh/m<sup>2</sup>/año y en la Región Montes de maría y arias vecinas cuenta con un rango de 4,5 a 5 Kwh/m<sup>2</sup>.

Situación que puede y debe ser aprovechada para la generación de energía eléctrica sobre todo en zonas Urbanas y rurales y de difícil acceso. Las anteriores condiciones hacen que la zona

sea propicia para el aprovechamiento de la energía solar por sistemas fotovoltaicos, principalmente para la iluminación, comunicaciones, bombeos de agua, entre otras.

Con base en lo anterior, y en el conocimiento, experiencia y oferta de equipos que aprovechan la energía solar, nos permitimos realizar una investigación de calidad y precio de los diferentes componentes Fotovoltaicos que distribuye la empresa Tecnovida C&V S.A.S, con los cuales realizaremos este proyecto de Factibilidad.

Información con la cual relocalizaremos este proyecto y tendremos información requerida de primera mano, con la cual podremos entender y realizar una mejor visualización de lo propuesto.

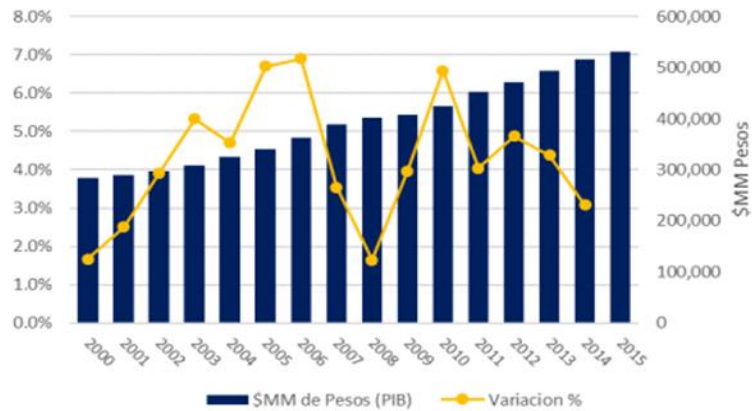
**Tabla de Potencial de Energía Solar por Regiones en Colombia**

<b>REGION</b>	<b>KWh/m2/año</b>
Guajira	2.190
Costa Atlántica	1.825
Andina	1.643
Orinoquia	1.643
Amazonia	1.551
Costa Pacífica	1.278

*Tabla 2: Potencial de energía solar por regiones en Colombia.*

Fuente: Información del IDEAM. Recuperado el 12 septiembre de 2019 de [http://www.ideam.gov.co/documents/24277/72007220/PDF\\_ATLAS/83b33ddd-09ef-4fa6-9419-cdf8b26db260](http://www.ideam.gov.co/documents/24277/72007220/PDF_ATLAS/83b33ddd-09ef-4fa6-9419-cdf8b26db260)

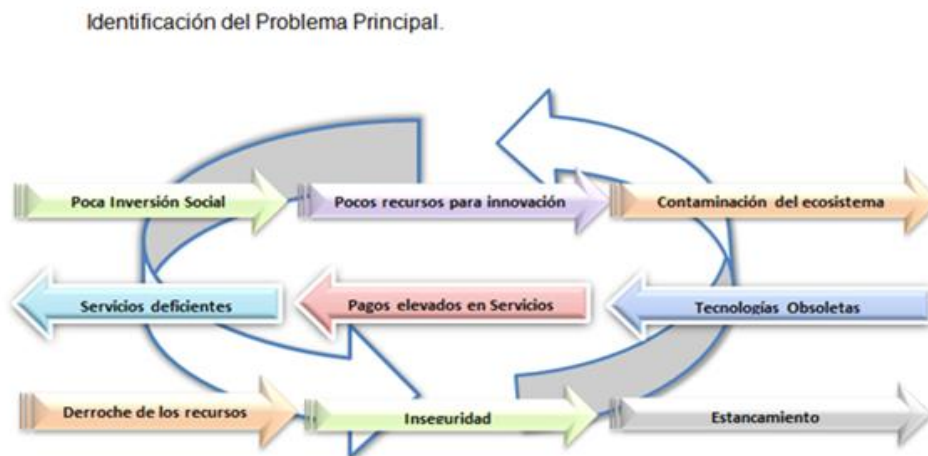
Realizando una investigación más exhaustiva de los Organismos de supervisión de la inversión de energía y minería, en las diferentes áreas de consumo energético, Colombia tiene los valores más altos en el pago de energía eléctrica por Vatios con US\$15,16 centavos por KWh estudio realizado en el año 2015.



*Ilustración 3:* Estudio porcentual consumo por año y valor en pesos.

Fuente: Estudio porcentual consumo por año y valor en pesos. IDEAM 2015. Recuperado 17 octubre de 2019. <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual>

### Lluvia de ideas del problema



*Ilustración 4:* Lluvia de ideas.

Fuente: Castillo, Y.A. (2018)

## **2.1 Descripción del problema**

En el municipio de Corozal se ha detectado un problema que se presenta en su jurisdicción por la deficiencia del alumbrado público que ha ocasionado el aumento de la percepción de la inseguridad, accidentes, lo anterior, debido al continuo deterioro en la infraestructura especialmente en las luminarias que requieren de una pronta intervención para permitir la movilidad nocturna de los habitantes bajo condiciones óptimas de seguridad y que así mismo se genere un entorno más armonioso y agradable en la cabecera municipal.

A pesar de que, las administraciones municipales han realizado inversiones en el mejoramiento de alumbrado público en la cabecera, el servicio es deficiente en un 40% según lo manifestado por el Dr. Andrés Vivero alcalde del municipio (2016-2019), por razones de interacciones y suspensiones del servicio de energía que hacen que las luminarias sufran deterioro y tengan que ser cambiadas continuamente lo cual hace al municipio un pueblo oscuro y propenso a la inseguridad nocturna.

Sumado a esto el mal servicio y las continuas interrupciones hacen que la población este vulnerable a hechos delictivos en sectores poco iluminados como los parques, que deberían ser utilizados para el esparcimiento el deporte la recreación de niños y adultos del común. Actualmente, son el lugar ideal para que jóvenes y adultos se reúnan a consumir sustancias alucinógenas y alcohólicas generando el gran malestar de sensación inseguridad en la población.

Aunque es alto el costo económico que se paga por concepto de alumbrado público la prestación del servicio es deficiente, por la cual la población corozaleras pide un cambio en el cual se tenga en cuenta el bienestar social de la población y el factor económico y de calidad del

servicio, en conclusión, es posible inferir que la problemática afecta tres sectores de esta población los cuales son: Seguridad, servicio deficiente, y alto costo del servicio de alumbrado.

### Gráfico. Árbol problema

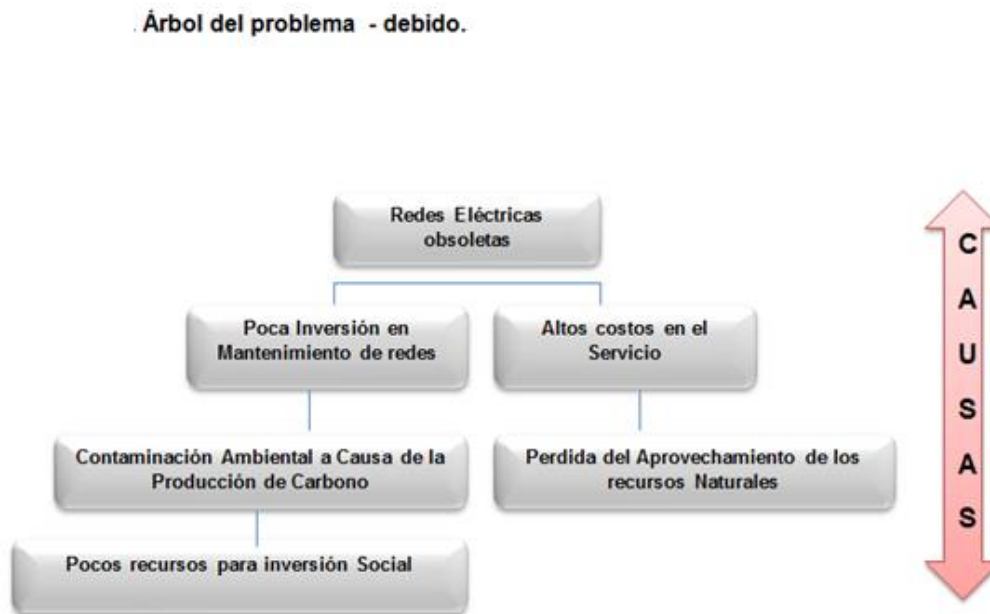


Ilustración 5: Árbol problema.

Fuente: Castillo, Y.A (2018)

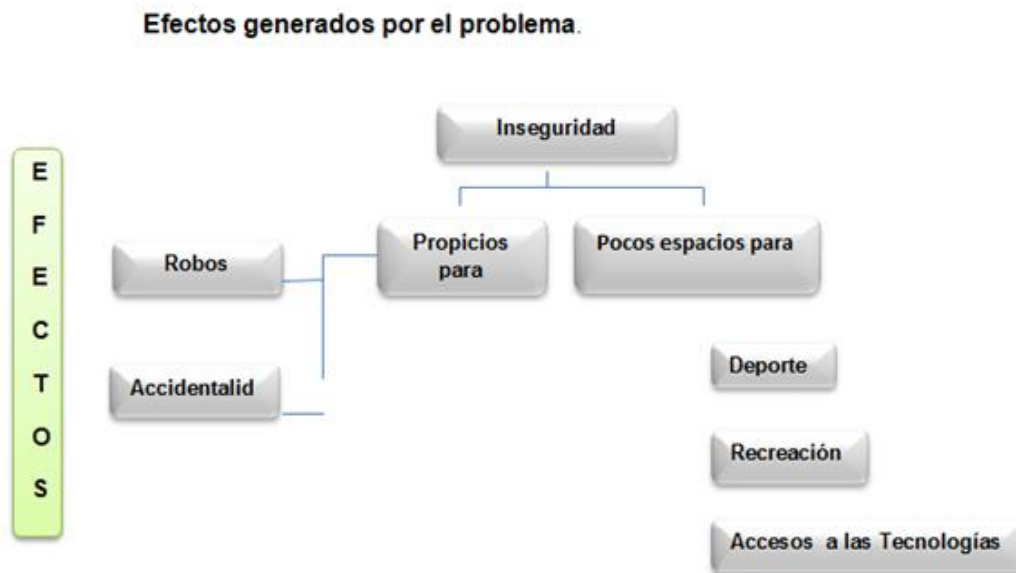
En el anterior gráfico, se resaltan las causas que generan la actual problemática que afronta el casco urbano del municipio de Corozal Sucre. Como lo son las redes eléctricas obsoletas, ya que las empresas encargadas de brindar este servicio no han renovado sus redes y la demanda crece día a día quedando recargado el servicio de esta. Así mismo el poco mantenimiento que se les efectúa a estos sistemas hacen que las sobrecargas sean el problema de todos los días, los altos

costos en el servicio ya que el generar los vatios demanda el casco urbano requieren de grandes cantidades de inversión producirla y más aún transportarla de las hidroeléctricas al municipio.

Malos manejos de los recursos naturales, ya que se requiere de grandes cantidades de recurso hídrico para generar le energía y esto genera un impacto negativo al medio ambiente.

### **Formulación del problema:**

¿Puede independizarse el servicio de alumbrado público de las redes de energía que alimentan a la ciudad, de tal manera que ante cortes o suspensión de energía se mantenga alumbrada la ciudad de Corozal?



*Ilustración 6:* Efectos generados por el problema.

Fuente: Castillo, Y.A. (2018)

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Realizar una prueba diagnóstica para determinar la factibilidad de implementar un sistema fotovoltaico de alumbrado público basado en tecnología tipo LED en el municipio de Corozal-Sucre.

#### **3.2 Objetivos específicos**

1. Identificar la situación actual del alumbrado público en la ciudad de Corozal-Sucre.
2. Realizar el estudio técnico para la implementación de sistemas fotovoltaicos para el alumbrado público en el municipio de Corozal-Sucre, para ofrecer a la comunidad la mejor tecnología de iluminación en términos de contabilidad y eficiencia.
3. Realizar el estudio económico para la implementación de sistemas fotovoltaicos para el alumbrado público en el municipio de Corozal-Sucre, con indicadores financieros que permitan determinar la viabilidad y rentabilidad del proyecto.
4. Desarrollar un estudio comparativo entre las luminarias existentes en el municipio de Corozal-Sucre y las establecidas en el presente proyecto de sistema fotovoltaico.

## 5. Marco conceptual y teórico

Hoy en día la conservación del medio ambiente y el uso de energías renovables son una realidad y la mayor preocupación con la que todos los trabajos de explotación de recursos y desarrollo de tecnologías están siendo elaborados. Es por tanto imprescindible que todas las decisiones tomadas tengan en cuenta, el apropiado manejo de los recursos naturales, así como el uso eficiente de la energía, que permita una menor contaminación del medio ambiente, así como el desarrollo sostenible de los pueblos, mediante el ahorro económico que esto representa. (Armijos, 2009).

Una de esas acciones es el uso de la radiación solar como fuente de energía. Se define la radiación solar como el flujo de energía emitida por el sol en forma de ondas electromagnéticas, siendo estas ondas de diferentes tamaños, el sol emite estas radiaciones electromagnéticas a una temperatura de  $600^{\circ}\text{K}$  aproximadamente. La radiación solar se distribuye desde el infrarrojo hasta el ultravioleta. Solo parte de la radiación que emite el Sol llega a la Tierra, debido a la existencia de las capas atmosféricas especialmente la capa de ozono, el mismo que bloquea las ondas más cortas llamadas ultravioletas, la radiación solar que llega a la Tierra tiene su magnitud de medida llamada “irradiancia”. (Bejarano, 2011)

La radiación solar que puede ser captada mediante placas fabricadas en Silicio, Cristal y Material conductor que atrapa los fotones generando energía Continua (DC) la cual se puede almacenar en baterías y posteriormente entregada como energía Alterna o (AC), mediante un Inversor que convierte la energía continua en energía alterna. Logrando con esto suplir la energía

Eléctrica convencional proveniente de las Hidroeléctricas que son tan nocivas con el medio ambiente, Costosa y de muy mal servicio debido a su gran demanda y poca restructuración.

La costa caribe es la región de País que presenta más deficiencias en el servicio de energía eléctrica, que, según la Superintendencia de Servicios Públicos, cada usuario de Electricaribe sufre durante el año un promedio de 110 interrupciones del servicio de energía, con una duración acumulada de 144 horas. Además, el informe evidencia que en el ranking nacional de los 10 departamentos con mayor discontinuidad del servicio de energía hay 6 de los 7 que atiende Electricaribe: son ellos –además de Córdoba– Sucre, La Guajira, Cesar, Magdalena y Bolívar.

Por su parte en el departamento de Sucre, las protestas por el mal servicio y las continuas interrupciones son recurrentes en casi todos los municipios que muchas veces pasan a acciones de hecho, en donde la comunidad arremete contra las instalaciones y edificios públicos, incluyendo alcaldías y la misma sede de las oficinas de Eléctrica Ribe en los municipios.

Particularmente el municipio de Corozal Cuenta con un Servicio de alumbrado Público prestado por la empresa de Electricaribe la cual, según los diferentes estudios, encuestas y la Opinión de la comunidad. El servicio es precario y costoso. Estas deficiencias se evidencian en la baja potencia que hace que, en las horas de más uso, algunos electrodomésticos dejen de funcionar, y sectores del municipio queden a Oscuras. Propiciando sectores inseguros para la comunidad aprovechados por personas inescrupulosas para cometer delitos o fechorías.

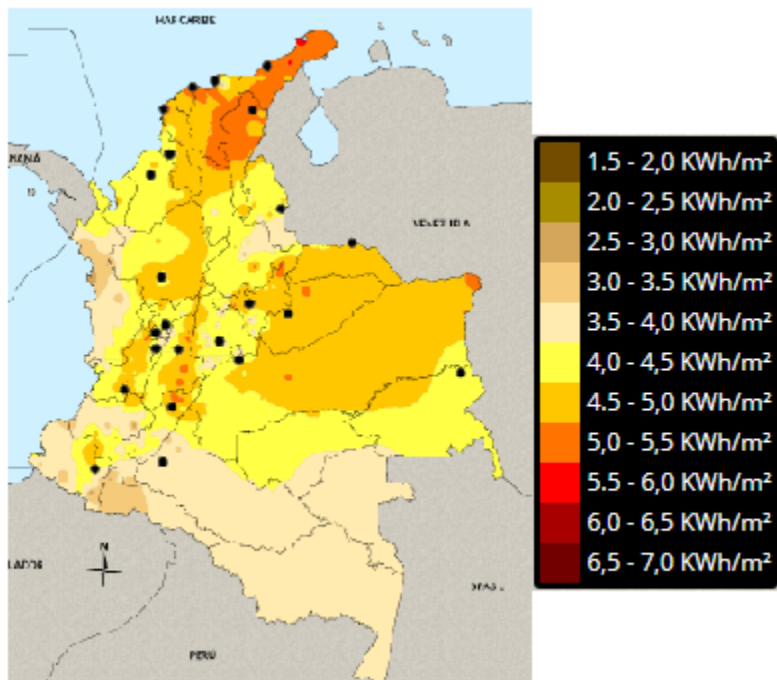
Paralelo a lo anterior, la región caribe cuenta con disponibilidad de la radiación solar como fuente renovable de energía con un promedio de 1.825 Kwh/m<sup>2</sup>/año y en la Región Montes de maría y arias vecinas cuenta con un rango de 4,5 a 5 Kw/m<sup>2</sup>. (IDEAM, s.f.). Situación ésta que

puede y debe ser aprovechada para la generación de energía eléctrica sobre todo en zonas Urbanas y rurales y de difícil acceso.

Las anteriores condiciones hacen que la zona sea propicia para el aprovechamiento de la energía solar por sistemas fotovoltaicos, principalmente para la iluminación, comunicaciones, bombeos de agua, entre otras.

Con base en lo anterior, y en el conocimiento, experiencia y oferta de equipos que aprovechan la energía solar, se pone a consideración de la administración Municipal un sistema de alumbrado público para el municipio de Corozal, Sucre la realización de siguiente proyecto.

### **Radiación solar en la región caribe de Colombia**



*Ilustración 7:* Mapa de Radiación Solar.

Fuente: Estudio radiación solar (s.f.). Recuperado el 20 de agosto de 2019 atlas idean.  
<http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>

Gracias a nuestra posición geográfica la región caribe de Colombia, contamos con un punto estratégico para la explotación de este recurso renovable y 100% amigable con el medio ambiente. Tenemos una radiación solar entre los 5.0 y 6.0Kwh/m<sup>2</sup> en un promedio de 7 a 8 horas diarias. Lo que nos brinda una excelente fuente de explotación energética mediante celdas fotovoltaicas.

Cuando la radiación solar está por debajo de los 4.5kwh/m<sup>2</sup> la eficiencia dl sistema se ve afectado en más de un 50%, por lo que requeriríamos de mayor cantidad de celdas para recolectar energía solar. Y si pasáramos de 6.5 kwh/m<sup>2</sup> el rendimiento de las placas fotovoltaicas se verían comprometidas por sobrecalentamiento.

### **Contexto y antecedentes**

Corozal es un municipio colombiano ubicado en el departamento de Sucre. Forma parte de la región Caribe de Colombia y de la subregión geográfica Sabanas. Tiene una población estimada para el 2012 de 61 126 habitantes. La distancia existente entre el municipio de Corozal y Sincelejo, la capital del departamento es de 13 kilómetros; con ambos, el municipio de Los Palmitos y el de San Juan de Betulia sólo 8 km.

**Extensión:** El Municipio de Corozal tiene 203.33 km<sup>2</sup> que, en relación a la extensión del Departamento, equivale a un 1.84% de la superficie departamental.

**Localización:** Se encuentra localizado en la región noreste del departamento de Sucre, a una altura de 174 msnm.

**Límites:** El Municipio de Corozal tiene los siguientes límites:

- Norte: con los municipios de Morroa y Los Palmitos
- Sur: con el municipio de El Roble
- Oriente: con los municipios de San Juan de Betulia y Sincé
- Occidente: con los municipios de Sampués y Sincelejo

División Administrativa: Corozal presenta una división administrativa tradicional con un área urbana, determinada por el perímetro correspondiente, y un área rural conformada por diez (10) corregimientos y diez (10) veredas.

El área rural está conformada por los corregimientos de: Hato Nuevo, El Mamón, San José de Pileta, Las Tinajas, Canta Gallo, Las Peñas, Chapinero, Don Alonso, Las Llanadas y Rincón de las Flores.

Mapa Político del Municipio de Corozal - Sucre



*Ilustración 8:* Mapa Político de Corozal.

Fuente: División policía Municipio de Corozal- Sucre. Wikipedia. Recuperado el 29 de agosto 2019. Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Corozal\\_\(Sucre\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Corozal_(Sucre))

### **Poblaciones aledañas:**

- Albania
- Cayo de Palma
- San Francisco
- El Roble
- Los Limones

### **Flora**

De acuerdo con las zonas de vida establecidas por Holdridge, quien toma para dicha clasificación los factores climáticos de temperatura, precipitación y humedad, en el municipio de Corozal se presenta la formación ecológica de bosque seco tropical, teniendo en cuenta que los factores de la edáfica y la disponibilidad de agua influyen sobre algunas características de la vegetación predominante.

La flora ha sufrido fuertes variaciones en lo referente a la composición, densidad y distribución, debido a la destrucción de los bosques por el ser humano para dedicarlos a labores agropecuarias; de igual manera existe una gran variedad de especies vegetales que sirven de alimento a algunos animales de la región.

La problemática de las formaciones vegetales empieza con el establecimiento de grandes fincas con fines de pastoreo y agrícola, para lo cual se taló y quemó indiscriminadamente el

bosque; luego aparece una tala selectiva sobre especies vegetales que por sus características excepcionales son preferidas para la construcción de casas y fabricación de muebles como caracolí, campano, cedro, roble, entre otros.

Con la llegada de la reforma agraria, el Incora (Instituto Colombiano de la Reforma Agraria) comienza un proceso de parcelamiento de la tierra, el cual incrementa la presión sobre las formaciones vegetales, aunque esta vez con fines predominantemente agrícolas.

En la actualidad, a pesar de que se sigue dando tala y quema, éstas han disminuido ante los pobres resultados de los cultivos. Conviene resaltar que existen especies en vía de extinción como: roble, hoja menudo, trébol, polvillo, guayacán, bálsamo rojo, vara de humo, ceiba bongo, ceiba blanca, cedro, campano, caracolí y guamo.

### **Fauna**

A pesar de la ampliación de la frontera agrícola, en Corozal aún se conserva algún área de bosque natural que sirve de abrigo a un sinnúmero de especies faunísticas nativas. Algunas especies se encuentran en vía de extinción como: ardilla, armadillo, guartinaja, conejo, mono colorado, camaleón, iguana, lobo pollero, canario, loro perico y guacamaya, entre otros.

Tradicionalmente, los usos más frecuentes que la comunidad da a las especies faunísticas son las de fuente alimenticia, ornamental y algunas como mascotas. La fauna en la actualidad presenta una seria problemática por el vertimiento de residuos y desechos sólidos. Además, la caza sobre las especies de oferta alimenticia, aunque ha disminuido, se sigue practicando de manera fortuita, y se mantiene, aunque en mínima cantidad, la caza para uso ornamental y de mascotas.

Algunos animales son considerados dañinos por su frecuente ataque a los cultivos. Es el caso de los ñeques que atacan a los cultivos de yuca, y de algunas aves como los loros y las cotorras que se alimentan de maíz y de los mochuelos de arroz. Otros animales como las serpientes mapanás son considerados peligrosos por el veneno de sus mordeduras.

### **Hidrografía**

El Municipio de Corozal se encuentra bañado por una serie de arroyos y cañadas que se manifiestan como fuentes de agua superficiales temporales, las cuales corren impetuosamente después de cada episodio de lluvia, causan erosión por el grado de desnudez presentada tras la previa deforestación total de las micro cuencas. En época de invierno se encuentran aguas superficiales en forma de represas y jagüeyes. Entre las fuentes de agua que se dan en forma temporal se pueden mencionar:

- Arroyo Grande de Corozal: nace en el Cerro de San Antonio (municipio de Sincelejo) y desemboca en el Caño de Santiago. Se ubica en la parte norte de Corozal, se desplaza primero hacia el oriente y, luego hacia el suroriente para desembocar en el caño antes mencionado. En su recorrido pasa por la parte sur del casco urbano del municipio, recibiendo afluentes y constituyendo la microcuenca del Arroyo Grande.
- Arroyo La Dorada: nace en la parte central del municipio, en el corregimiento de Chapinero (Hacienda el Socorro); su recorrido es de sur a occidente desembocando en el Caño de Santiago. Es el arroyo más caudaloso, y su recorrido conlleva grandes desbordamientos en el corregimiento de Chapinero, los cuales son utilizados como almacenamiento de agua en estanques y jagüeyes para bebederos de animales y el consumo humano.

- Arroyo La Laguna: ubicado al suroccidente de Corozal, nace en el corregimiento de Chapinero (Villa Ruby), se prolonga hacia el suroriente, siendo afluente del Arroyo Grande que desemboca en el bajo Cauca y San Jorge.

### **Espejos de agua**

La Boca del Caño, La Poza de las Mujeres, Poza San Diego, Poza del Miedo, El Reventón, Laguna Grande, El Raicero, Los Chipés, Poza de los Músicos y Las Cachimbas.

Debido a la falta de infraestructura con relación a las basuras en la zona urbana (consecuente con el crecimiento poblacional desordenado en la periferia municipal), y por no contar con un área disponible para la disposición de los desechos en el actual relleno sanitario; se puede observar que, en época de invierno, los habitantes arrojan las basuras indiscriminadamente en lotes, vías y en corrientes temporales, teniendo como destino final el Arroyo Grande de Corozal. Al mismo tiempo, esto ocasiona contaminación del medio ambiente y la consecuente proliferación de enfermedades infecto-contagiosas, basureros clandestinos, contaminación visual del paisaje y olores indeseables. Esta problemática requiere de la construcción de un nuevo relleno sanitario con capacidad mayor y técnicas específicas que permitan el manejo de las 5253 toneladas anuales de basuras recolectadas en el municipio.

### **Economía**

Históricamente, el sector agropecuario es la base económica fundamental del Municipio. La actividad agrícola se concentra básicamente en cultivos tradicionales, en alguno de los cuales se utilizan técnicas tradicionales y otros son cultivos comerciales. La agricultura se estima en

2388.24 ha en cultivos transitorios y anuales, 9897 ha en ganadería y en rastrojos y áreas indirectamente productivas 8041.77 Ha.

El subsector pecuario, se fundamenta en la explotación de bovinos de doble propósito (2, lechería especializada (2, sistema de cría y levante. El inventario de ganado del Municipio se estimó en 44 226 animales distribuidos en 9089 vacas de ordeño, 7890 machos y 27 247 hembras. La producción lechera se estimó para 1998 en 33 817 380 L de leche, para una producción diaria de 18 178 L.

Otras especies pecuarias existentes en el Municipio son, porcinos (7408), caballar (2100), mular (135), asnal (1350), ovina (1460), caprina (85), aves de postura (35 400), pollos (45 000).

## **5.1 Marco conceptual estudio de factibilidad**

### **Energía Convencional. Hidroeléctrica.**

Este es el método convencional el cual conocemos y más se ha utilizado por décadas, en nuestro territorio colombiano contamos con grandes ríos los cuales son óptimos para la explotación de este recurso y así generar los KW/h que requieren las diferentes actividades económicas y hogares de nuestro territorio colombiano.



*Ilustración 9: Hidroeléctrica.*

Fuente: McElroy R. (2015). Hidroeléctrica (S.F.) Recuperada pixabay el 27 de noviembre de 2019. Recuperada de <https://pixabay.com/es/photos/presa-r%C3%ADo-el-agua-paisaje-el-poder-929406/>

Esta clase de explotaciones son muy agresivas con el medio ambiente ya que para su puesta en marcha se requiere de intervenir el cauce normal del río creando una estructura en la cual se manejan los diferentes componentes como compuertas, generadores, turbinas, entre otros, así como desviaciones del cauce del río para poder instalar los diferentes sistemas y sub sistemas de una Hidroeléctrica.

- Estos cambios de cauce impactan negativamente en el ecosistema (fauna y flora) de la región, daños que en muchas ocasiones son incalculables e irreparables ya que alteran el clima de la región “Humedad”. Haciendo que los diferentes cultivos, la fauna y la flora de la región se vean directamente afectados al igual que la economía sociedad.
- Alteran y afectan las distintas actividades económicas de la región aledaña a la hidroeléctrica.
- Se requieren de grandes cantidades de H<sub>2</sub>O para poder generar un vatio de energía.

- Alta producción de Carbono en el consumo normal de esta energía, lo que impacta negativamente al medio ambiente ya que es el principal detonante al calentamiento global.
- Precios altos debido a la gran cantidad de procesos que se requieren al generar esta clase de energía. Personal Calificado, infraestructura, Equipos tecnológicos, y distribución.
- Explotación de recurso hídrico no renovable.

### **Energía Limpia (Fotovoltaica)**



*Ilustración 10: Energía Fotovoltaica.*

Fuente: Deutsch, A. (2017). Energía fotovoltaica. (S.F.) Recuperada pixabay el 29 de noviembre de 2019

Esta clase de explotación es mucho más económica, segura y 100% amigable con el medio ambiente, ya que su fuente de producción es la radiación solar, el aprovechamiento de los fotones que mediante una serie de componentes en silicio y conductores eléctricos se logra recolectar la

radiación solar, convertirla en energía eléctrica DC la cual es almacenada y posteriormente aprovechada en las diferentes actividades económicas y hogares que requieran de electricidad.

Para dar a entender los diferentes argumentos que permitan dar a conocer los beneficios que posee la explotación de esta clase de tecnologías amigables con el medio ambiente, con el aval del gobierno y los entes territoriales de la mano del sector privado, los cuales están interesados en apoyar la explotación de fuentes de energía renovables buscando el beneficio y bienestar de las comunidades.

La argumentación adecuada para el estudio de factibilidad se puede detonar en el sector privado y entes territoriales que, de la mano tomen la decisión de invertir en fuentes de energías renovables. Según Higuera y Carmona (2017) “la argumentación puede provenir de considerar el proyecto de autogeneración, y calificarlo como buen negocio para justificar la decisión de inversión” (p. 22).

Teniendo en cuenta el impacto positivo que se está dando a la disminución del efecto invernadero generado por la Huella de Carbono, uno de los principales contaminantes del medio ambiente.

Según Urbina (2010), “todas las actividades encaminadas y la diferente toma de decisión acerca de invertir en un proyecto son el ámbito de la Evaluación de Proyectos” (p. 3), por lo anterior, se usará como marco de referencia conceptual la teoría de evaluación de proyectos. Esta metodología aplica tanto en el sector público como en el privado, donde necesariamente existirán diferentes criterios de decisión, pero evidentemente se comparte el lenguaje de la rentabilidad y retorno de las inversiones para declarar un proyecto como viable.

Según la metodología de la ONUDI, el estudio de viabilidad incluye elementos como análisis de mercado, comercialización, materias primas, suministros, ubicación, medio ambiente, ingeniería, tecnología, gastos, recursos humanos, planificación y presupuesto de ejecución, para llegar finalmente a un análisis financiero (Bahrens & Hawranek, 1994).

### **Análisis Financiero**

Para mayor confiabilidad en este Proyecto realizaremos el estudio de datos que se integran en el análisis financiero, que forma parte de la metodología de evaluación de proyectos, con el fin de que sea una herramienta numérica y sustentada que le ayude al inversionista a tomar una decisión.

### **Sistema Convencional**

Luminarias o bombillas en alógeno las cuales se encuentran conectadas en red entre ellas al sistema, lo que genera una dependencia del fluido eléctrico convencional para su correcto funcionamiento. El precio de este servicio se tomará por estrato y sector comercial según tabla 3.

<b>Estrato</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
1 y 2	0.5
3, 4, 5 y 6	3
Sector comercial, industrial, oficial y servicios	5

*Tabla 3:* Costos del sistema convencional por estrato y sector comercial.

Fuente: Acuerdo N° 020 DE 2017. Recuperado de [www.corozal-sucre.gov.co](http://www.corozal-sucre.gov.co) › [Acuerdo 020 de 2017 - Estatuto Tributario](#)

Lo que nos arroja un valor que se encuentra entre los \$4.000 a los \$6.500 de consumo en Kw/h/mes según el estrato de la residencia o el sector comercial.

## Sistema de alumbrado público fotovoltaico



*Ilustración 11:* Alumbrado público fotovoltaico.

Fuente: Alumbrado público fotovoltaico. (S.F.) Recuperada pixabay el 29 de noviembre de 2019

Luminarias Tipo LED con Paneles Solares y Almacenamiento de energía mediante Baterías, este tipo de sistemas es el más conveniente ya que al utilizar paneles solares como medio de recolección de energía en el día y el almacenamiento de la misma en baterías que prolongan el servicio de luminosidad en las noches con Luminarias tipo Led que entregan con mayor claridad la luz. Con poco mantenimiento hacen de esta la mejor opción.

## Luminaria Solar Tipo Led



*Ilustración 12:* Luminaria solar LED.

Fuente: Imagen Luminaria solar de Tangshan Jingxin Science and Technology Co., Ltd

### **Alcance**

El presente proyecto de Factibilidad contempla el cambio en su totalidad de las Luminarias de Alumbrado Público del Municipio de Corozal Sucre, logrando cubrir los diferentes puntos con mayor deficiencia en barrios, Canales lugares de recreación y deporte.

Entregando a los Usuarios un servicio constante y sin interrupciones, logrando el bienestar y seguridad que tanto necesita el municipio, propiciando mejores ambientes de integración y seguridad. Estas tecnologías ya se están implementando en diferentes países del mundo y con la actual problemática mundial que estamos afrontando (Calentamiento Global). Estaríamos aportando enormemente a la disminución de la Huella de Carbono que es el principal detonante a este daño ambiental. Metodológicamente, el diseño del estudio se enmarca como descriptivo (se

describen las variables de estudio) y no experimental (no se manipulan dichas variables en tiempo real).

Para determinar el alcance de la presente propuesta y su factibilidad es necesario despejar todos los interrogantes con relación a cada una de las alternativas de generación de energía eléctrica tanto convencional como energía Limpia.

### **Mantenimiento Sistema Convencional**

Esta tecnología convencional está muy ligada o depende mucho de la porosidad y calidad de los mantenimientos que se realicen, ya sean Mantenimientos predictivos, Mantenimientos preventivos o Mantenimientos Correctivos, los cuales requieren de una contante supervisión de cuadrillas encargadas de solucionar los diferentes casos. Requiriendo de la presencia de funcionarios que estén constantemente supervisando el correcto funcionamiento de la red de alumbrado público, lo que hace subir los costos de sostenibilidad de este tipo de sistemas.

### **Conductibilidad del fluido**

Transportar la electricidad a través de las distintas redes de energía y entregarlas a los sistemas convencionales hace que este proceso sea bastante desgastante teniendo en cuenta que se requiere de una tensión bastante alta desde su punto de generación hasta llegar a los distintos puntos de servicio. Lo que hace de esta clase de sistemas muy costosos y desgastantes por consiguientes obsoletos.

### **Sistema fotovoltaico con tecnología led**

Estos sistemas amigables con el medio ambiente son 100% ecológicos y se están utilizando años atrás en otros países, los cuales han encontrado una solución a la problemática de generación de energía eléctrica continua y sin interrupción.

es así como se están implementando en diferentes áreas que requieren de la producción de energía eléctrica como la industria y hogares mediante placas solares o celdas fotovoltaicas y en áreas como alumbrado público, en donde los diferentes puntos de iluminación generan y guardan su energía independientemente y si estar conectados a una red de abastecimiento. Energía que se utiliza en horas nocturnas brindando seguridad y comodidad en los diferentes puntos en donde se requiera.

Hoy por hoy se está mejorando la eficiencia y la calidad de los diodos de luz los cuales entregan una luz blanca mejora el rendimiento de las luminarias ya que requieren de menor energía eléctrica para iluminar ahorrando la energía almacenada en las baterías.

También mejorando la calidad de luz dando mayor cobertura de luminosidad en las horas nocturnas.

**Factores que hacen de este tipo de tecnologías para generar energía eléctrica sean la mejor alternativa**

- No requieren de gran cantidad de personal que opere el sistema,
- Fácil Instalación.
- Bajos costos de operación solo requieren de un mantenimiento preventivo periódicamente.
- Energía Constante de calidad y sin interrupción.
- Por nuestra posición geográfica la región caribe goza de un punto estratégico para este tipo de explotación de energía.

- No aporta a la huella de carbono ya que emite un 0% de contaminación en gases, lo que es indispensable para combatir el calentamiento global.
- Sistema 100% independiente de la red eléctrica convencional.
- Ahorro de recursos económicos.
- No genera impactos negativos en la flora y fauna

## **5.2 Marco Normativo**

En la construcción de proyectos pertenecientes al sector energético, se debe tener en cuenta los lineamientos establecidos por el Ministerio de Minas y Energía y sus entidades adscritas, dada su condición de líder del sector.

El numeral 7.2 del artículo 7° de la Ley 142 de 1994, establece que los departamentos apoyarán financiera, técnica y administrativamente a las empresas de servicios públicos que operen en el Departamento o a los municipios que hayan asumido la prestación directa.

Igualmente, el numeral 5.1 del artículo 5° de la Ley 142 de 1994, establece que es competencia de los municipios en cuanto a la prestación de los servicios públicos asegurar, el prestar a sus habitantes, de manera eficiente, los servicios domiciliarios para el caso, energía eléctrica, por empresas de servicios públicos de carácter oficial, privado o mixto, o directamente por la administración central del respectivo municipio.

El numeral 2 del artículo 19 de la Ley 1715 de 2014, menciona que el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Vivienda y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el marco de sus funciones, fomentará el aprovechamiento del recurso

solar en proyectos de urbanización municipal o distrital, en edificaciones oficiales, en los sectores industrial, residencial y comercial.

El Decreto 1623 de agosto de 2015, establece los lineamientos de política para la expansión de la cobertura del servicio de energía eléctrica en el SIN y en las ZNI, y en el capítulo III relaciona la expansión de la cobertura en ZNI y en zonas aisladas.

## **6. Aspectos metodológicos**

### **6.1 Tipo de investigación**

La siguiente investigación es de tipo descriptiva y explicativa, ya que se busca estudiar e inferir los hechos y causas sobre la disminución de los efectos del impacto ambiental y la reducción en las emisiones de gases y la construcción de hidroeléctricas con la creación de un sistema de energía eléctrica renovable.

Para la realización de este proyecto se efectúa una metodología descriptiva que centra su preocupación primordial en describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento. De esta forma se pueden obtener las notas que caracterizan a la realidad estudiada.

### **6.2 Instrumento de recolección de datos (La Encuesta)**

Para el caso, se realizará una encuesta que dé cuenta de la percepción de la comunidad con respecto al uso de energía renovable con respecto al alumbrado público y las condiciones actuales del mismo.

De igual manera se seguirá el método científico de la medición que integra conceptos cualitativos y comparativos, con la atribución de valores numéricos para evaluar y representarlas adecuadamente.

Para la presente encuesta se toma en cuenta 4 barrios de los 63 que conforman el municipio de Corozal Sucre los relacionamos a continuación:

El Renacimiento, Once de Noviembre, San Carlos, Navidad, Los Cerezos, Divino Niño, Cartagena de Indias, Las Delicias, Dager Chadid, Los Albercas, El Oasis, La Islita, La Josefina, Los Guayacanes, San José, San Francisco, La Panela, Los Alpes, San Miguel, San Juan, Ospina Pérez, Villa Rosita, El Mirador de la Sabana, Sagrado Corazón de Jesús, Marruecos, Los Álamos, La Concepción, Ocho de Diciembre, Las Brujas, Las Flores, Calle Nueva, Doce de Octubre, Parquecito, Las Lomas, Los Manguitos, La Macarena, Doce de Enero, Valparaíso, Villa Martha, El Ceibón, Alto Prado, El Carmen, El Jardín, Dulce Nombre de Jesús, La Paz, Monserrate, 7 de agosto, Santa Clara, Las Brisas, Asovipoba, Los Olivos, El Tendal, Buenos Aires, San Ignacio, Brúcelas, Dos de Febrero, Luis Carlos Galán, Isla Grande, Nelson Martelo

Para implementar la presente encuesta se toman como referencia 50 viviendas de 4 barrios a los cuales se les realizaron las siguientes preguntas:

### **Encuesta**

Para recolectar información que nos pueda servir como referencia para el presente estudio de factibilidad al proyecto de alumbrado público del municipio de corozal sucre, se seleccionan las siguientes.

**Pregunta 1.** ¿Conoce usted que es un Sistema de energía Solar?

**Pregunta 2.** ¿Está usted conforme con el servicio de alumbrado público de Corozal Sucre?

**Pregunta 3.** ¿Cree usted que las iluminarias Solares solucionarían en parte el problema de inseguridad en el municipio de Corozal?

**Pregunta 4.** ¿Los Espacios de recreación y deporte del municipio cuentan con iluminación constante que garantice la seguridad de Niños y Adultos?

### **6.3 Población y Muestra**

La población y muestra estará condicionada por el número de iluminaria dispuesta en el municipio de Corozal, así como el número de habitantes de este municipio. Se tomaron cuatro (4) barrios de este municipio, con una muestra de 50 habitantes por barrio, para un total de encuestados de 200 habitantes en el municipio de Corozal.

### **6.4 Fases de la investigación**

El actual proyecto se desarrolla metodológicamente en cuatro (4) fases, las cuales se describen a continuación:

**Fase 1:** Revisión bibliográfica sobre la radiación solar y situación actual del alumbrado público en la ciudad de Corozal- Sucre.

- Análisis de la radiación solar en el municipio escogido para este fin. Con este análisis sabremos con certeza que grado de confiabilidad nos dará la implementación de este sistema en la región escogida.
- Recolectar información en el municipio de Corozal Sucre, relacionado con el servicio de alumbrado público. Es de vital importancia tener esta información directamente de la población ya que son ellos quienes manejan la problemática y son ellos quienes serán beneficiados con este sistema limpio.

- Construcción de ficha técnica de los productos a utilizar el Sistema, con este estudio tendremos la certeza de utilizar los componentes del sistema adecuados para la región en donde implementaremos el sistema, ya que debemos tener en cuenta factores como la humedad, salinidad y Radiación Solar. Con esto lograremos aprovechar al máximo cada uno de los componentes en calidad de producción energética y su durabilidad.

**Fase 2:** Estudio técnico para la implementación de sistemas fotovoltaicos para el alumbrado público en el municipio de Corozal-Sucre.

- Realización de Mediciones de la radiación solar y el potencial de los vientos como fuente de energía para el alumbrado público en la ciudad de Corozal. En este punto tendremos como punto de referencia las distintas fuentes documentadas que existen sobre la radiación solar en la región entregadas por el IDEAM, así como las diferentes investigaciones realizadas por universidades, las cuales analizaremos y confrontaremos con las realizadas por nuestro equipo, logrando con esto una mayor veracidad en la información.
- Aplicación de encuesta que dé cuenta de la percepción de la comunidad con respecto al uso de energía renovable con respecto al alumbrado público y las condiciones actuales del mismo. Mediante esta herramienta sabremos el grado de aceptabilidad y que tan asertivos podremos ser con la implementación de este sistema.
- Realización de propuesta técnica para para la implementación de sistemas fotovoltaicos para el alumbrado público en el municipio de Corozal-Sucre.
- Análisis de características del sistema fotovoltaico: Calidad. Se deben de tener en cuenta las diferentes especificaciones técnicas de los componentes del sistema y las áreas en donde se instalarán buscando siempre el mejor desempeño del sistema. Asequibilidad. en

los precios. Beneficios. Medición del nivel de reducción en la producción de CO Monóxido de Carbono generados por la Utilización de la energía Eléctrica Convencional y Luminarias alógenas. Durabilidad. Del Sistema o de sus componentes para el estudio de Costo beneficios.

**Fase 3:** Estudio económico para la implementación de sistemas fotovoltaicos para el alumbrado público en el municipio de Corozal-Sucre

- Relación de los componentes del sistema adecuados para la región en donde implementaremos el sistema fotovoltaico.
- Establecimiento de indicadores financieros que permitan determinar la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

**Fase 4:** Análisis de resultados y estudio comparativo entre implementar el sistema de alumbrado público con energías renovables frente al sistema actual.

- Realizar análisis comparativo de costos de alternativas.
- Evaluar ventajas y desventajas de las diferentes alternativas propuestas.
- Informe de resultados.

## 7. Resultados de la Encuesta

Para recolectar la información como referencia para el desarrollo del presente proyecto sobre el estudio de factibilidad del alumbrado público del municipio de Corozal sucre, se aplicaron las siguientes preguntas:

**Pregunta 1.** ¿Conoce usted que es un Sistema de energía Solar?

**Pregunta 2.** ¿Está usted conforme con el servicio de alumbrado público de Corozal Sucre?

**Pregunta 3.** ¿Cree usted que las iluminarias Solares solucionarían en parte el problema de inseguridad en el municipio de Corozal?

**Pregunta 4.** ¿Los Espacios de recreación y deporte del municipio cuentan con iluminación constante que garantice la seguridad de Niños y Adultos?

Estas preguntas se aplicaron en cuatro (4) barrios del municipio de Corozal, con una muestra de 50 habitantes por barrio, para un total de encuestados de 200 habitantes en el municipio de Corozal. A continuación, se presentan los resultados encontrados en cada uno de los cuatro (4) barrios, así:

### **Barrio: La Josefina.**

**Pregunta 1.** ¿Conoce usted que es un sistema de energía solar?

SI. 46

NO. 04

DESCONOZCO. 00

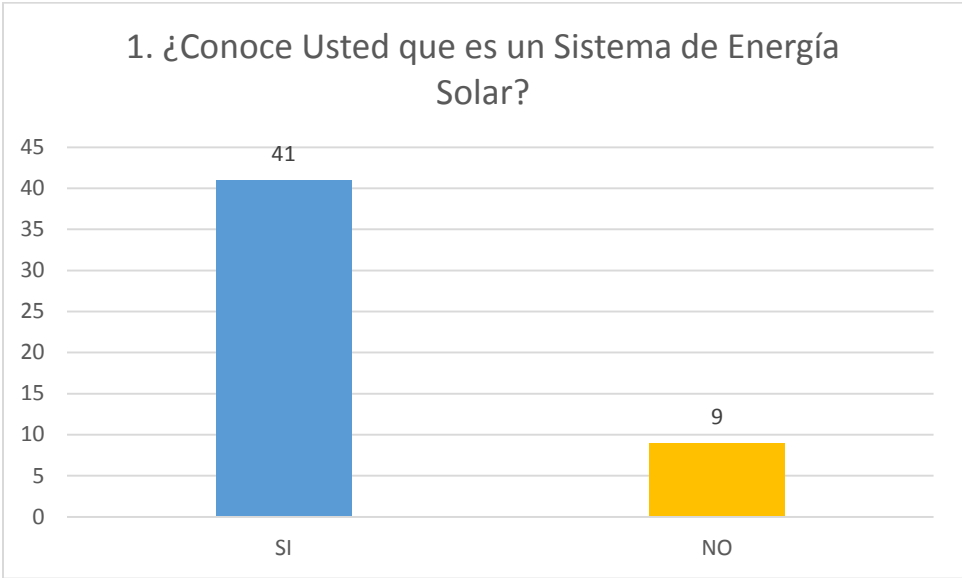


Ilustración 13: Resultado pregunta 1.

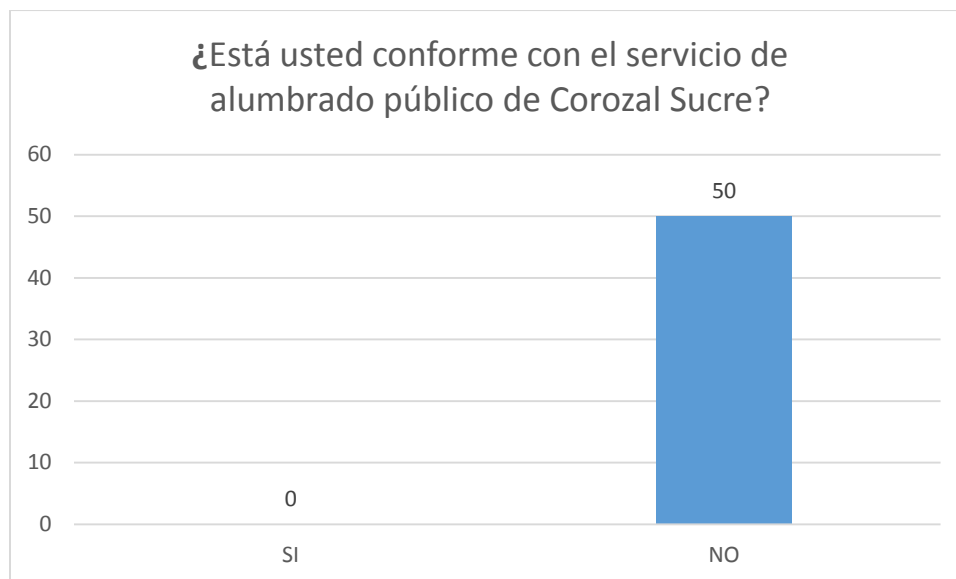
Fuente: Autoría propia.

**Pregunta 2.** ¿Está usted conforme con el servicio de alumbrado público de Corozal Sucre?

SI. 0

NO. 50

Desconozco. 0



*Ilustración 14: Resultados Pregunta 2.*

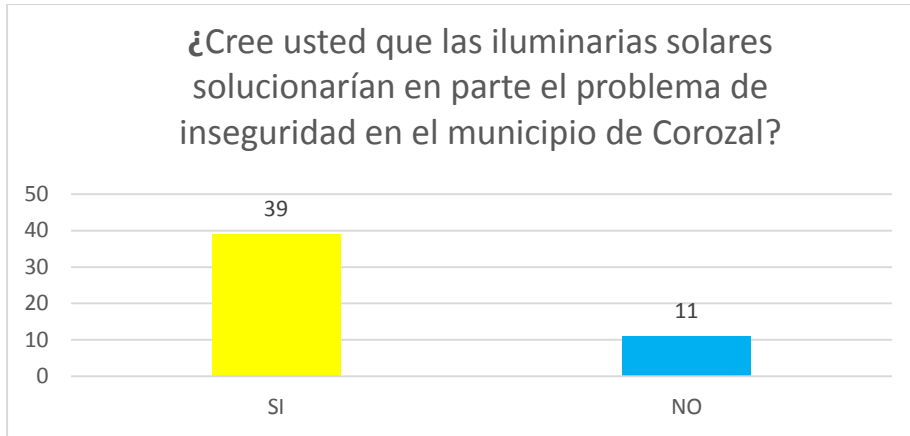
Fuente: Autoría propia.

**Pregunta 3.** ¿Cree usted que las iluminarias solares solucionarían en parte el problema de inseguridad en el municipio de Corozal?

SI. 49

NO. 1

Desconozco. 0



*Ilustración 15: Resultado Pregunta 3.*

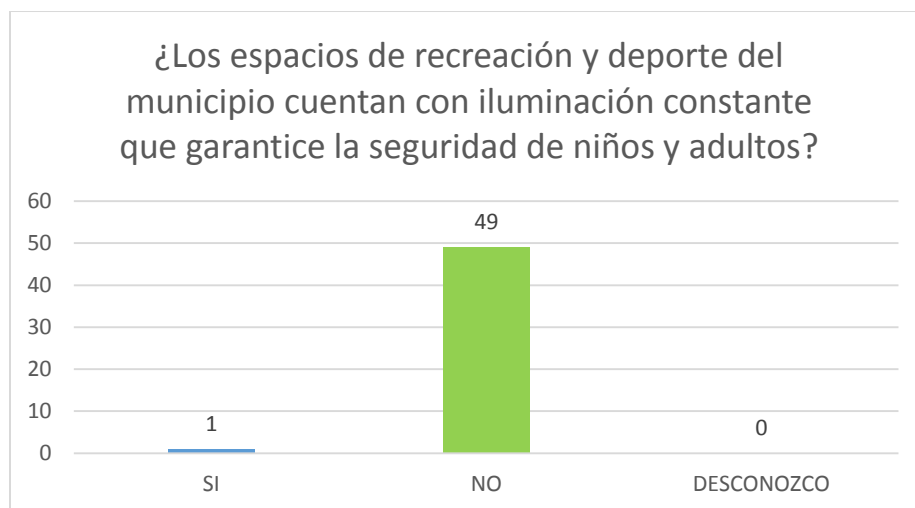
Fuente: Autoría propia.

**Pregunta 4.** ¿Los espacios de recreación y deporte del municipio cuentan con iluminación constante que garantice la seguridad de niños y adultos?

SI. 2

NO. 41

Desconozco. 7



*Ilustración 16: Resultado Pregunta 4.*

Fuente: Autoría propia.

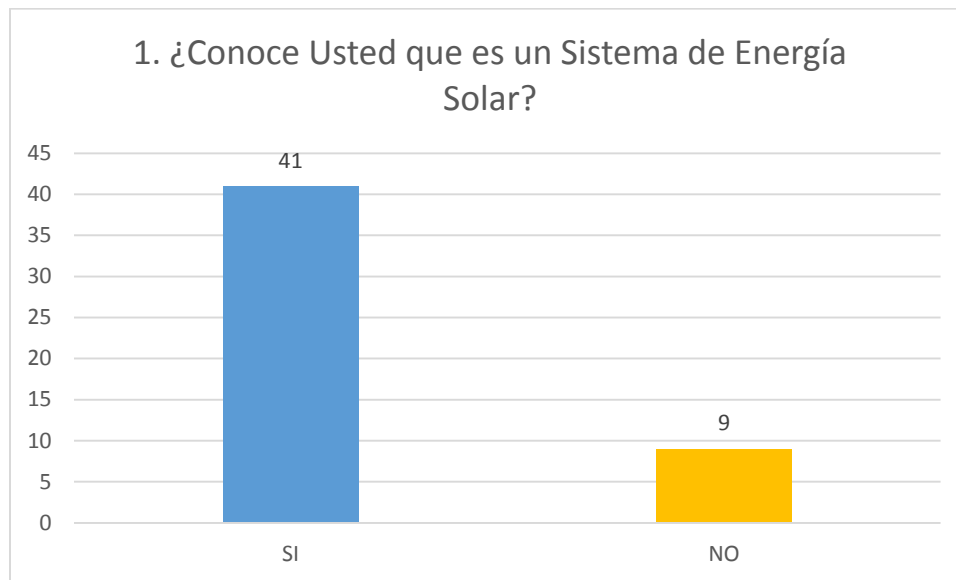
**Barrio: El Renacimiento**

**Pregunta 1.** ¿Conoce usted que es un sistema de energía solar?

SI. 41

NO. 9

Desconozco. 0



*Ilustración 17:* Resultado Pregunta 1.

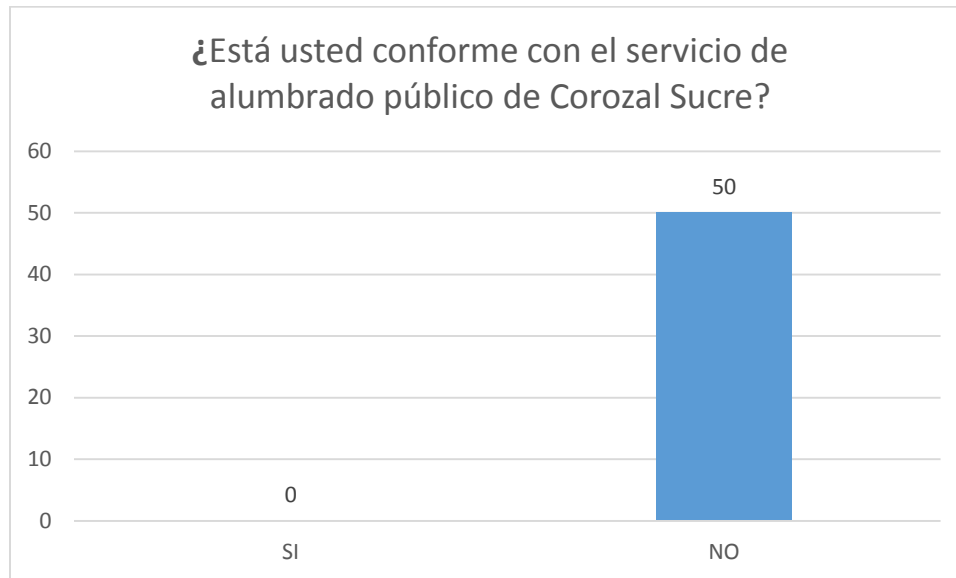
Fuente: Autoría propia.

**Pregunta 2.** ¿Está usted conforme con el servicio de alumbrado público de Corozal Sucre?

SI. 0

NO. 50

Desconozco. 0



*Ilustración 18: Resultado Pregunta 2.*

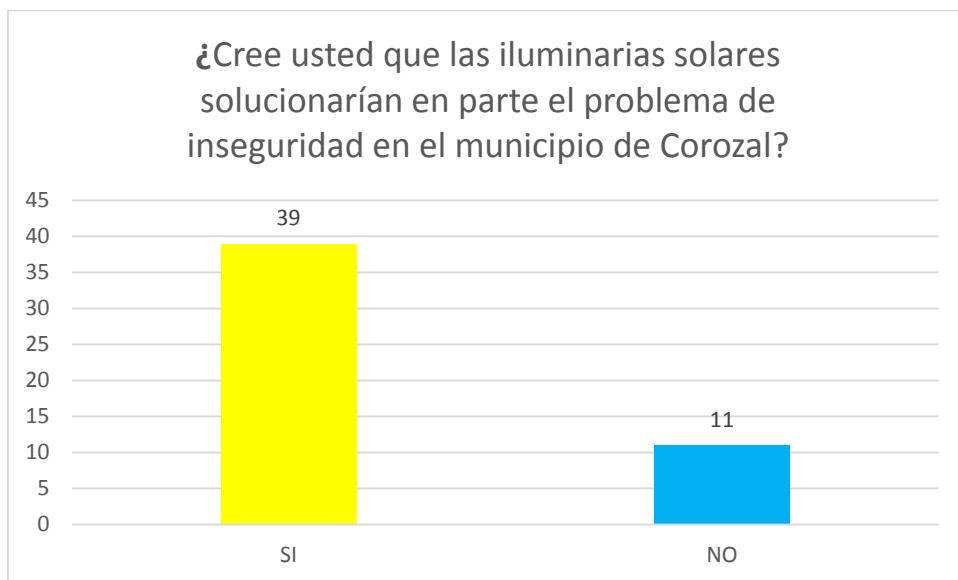
Fuente: Autoría propia.

**Pregunta 3.** ¿Cree usted que las iluminarias solares, solucionarían en parte el problema de inseguridad en el municipio de Corozal?

SI. 39

NO.11

Desconozco. 0



*Ilustración 19: Resultado Pregunta 3.*

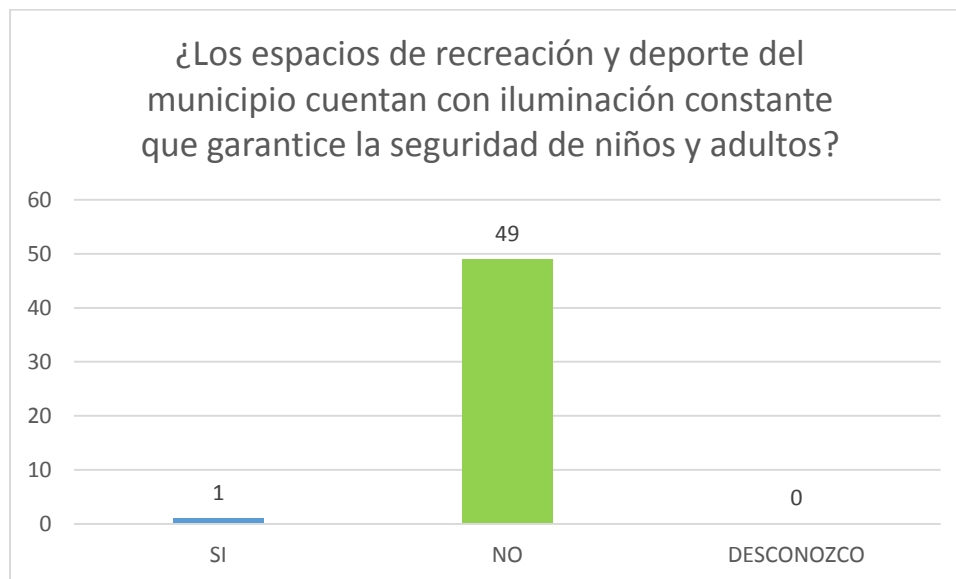
Fuente: Autoría propia.

**Pregunta 4.** ¿Los espacios de recreación y deporte del municipio cuentan con iluminación constante que garantice la seguridad de niños y adultos?

SI. 1

NO. 49

Desconozco. 0



*Ilustración 20: Resultado Pregunta 4.*

Fuente: Autoría propia.

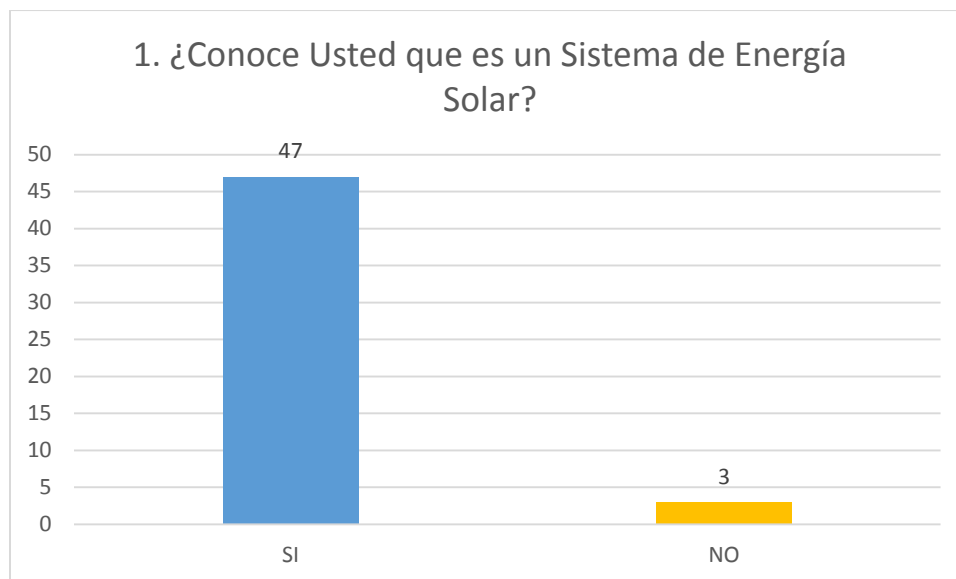
**Barrio: Sagrado Corazón de Jesús**

**Pregunta 1.** ¿Conoce usted que es un sistema de energía solar?

SI. 47

NO. 3

Desconozco. 0



*Ilustración 21:* Resultado Pregunta 1.

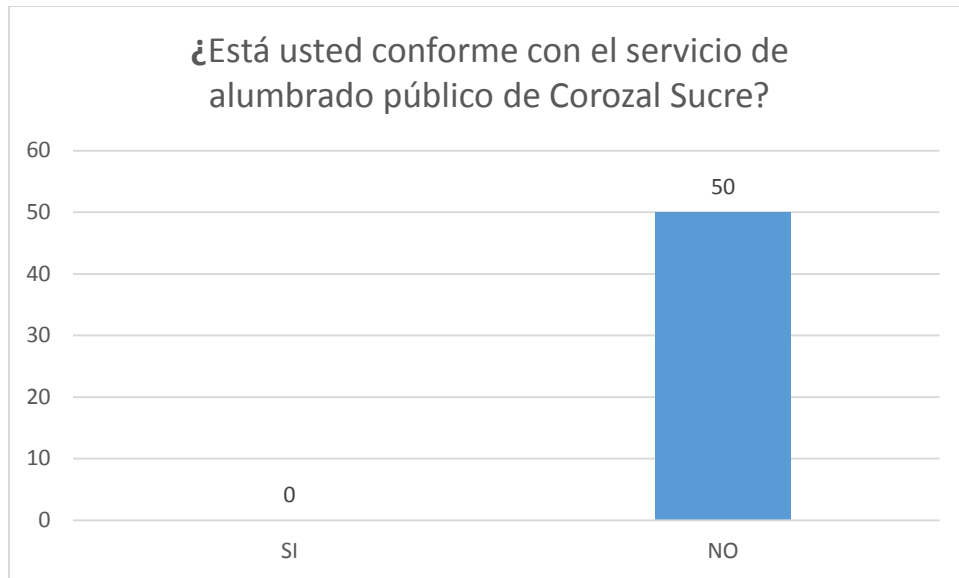
Fuente: Autoría propia.

**Pregunta 2.** ¿Está usted conforme con el servicio de alumbrado público de Corozal Sucre?

SI. 0

NO. 50

Desconozco. 0



*Ilustración 22: Resultado Pregunta 2.*

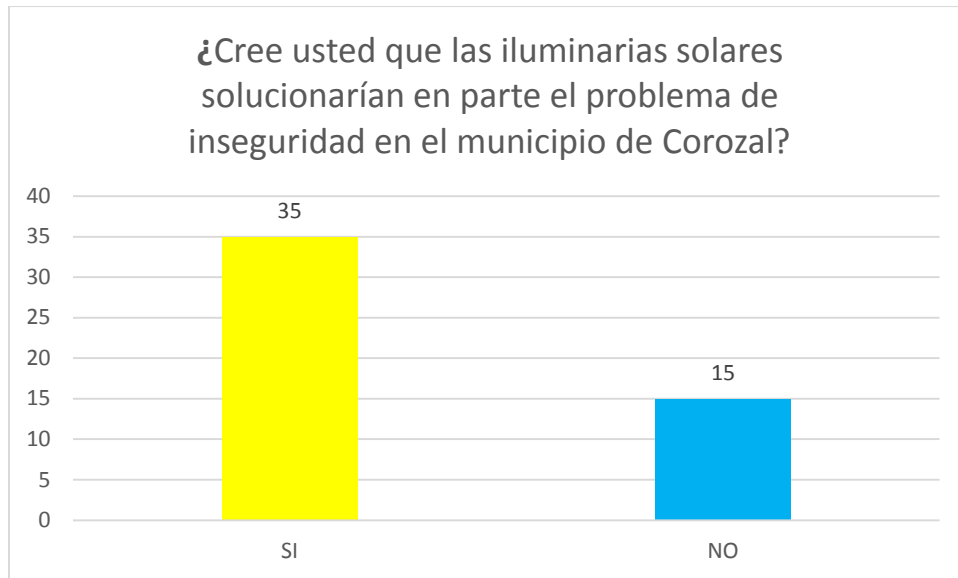
Fuente: Autoría propia.

**Pregunta 3.** ¿Cree usted que las iluminarias solares solucionarían en parte el problema de inseguridad en el municipio de Corozal?

SI. 35

NO. 15

Desconozco. 0



*Ilustración 23: Resultado Pregunta 3.*

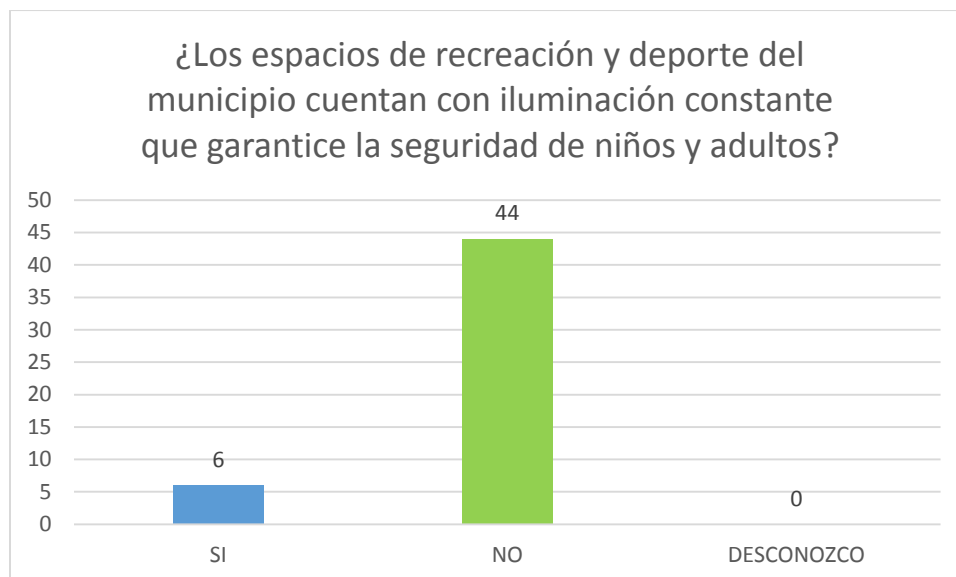
Fuente: Autoría propia.

**Pregunta 4.** ¿Los espacios de recreación y deporte del municipio cuentan con iluminación constante que garantice la seguridad de niños y adultos?

SI. 6

NO. 44

Desconozco. 0



*Ilustración 24:*. Resultado Pregunta 4.

Fuente: Autoría propia.

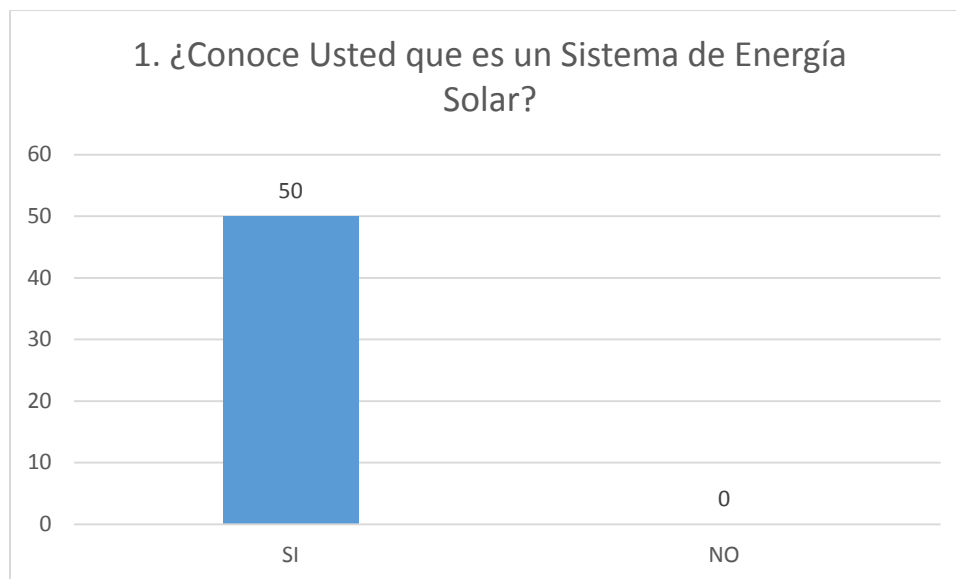
**Barrio: La Macarena**

**Pregunta 1.** ¿Conoce usted que es un sistema de energía solar?

SI. 50

NO. 0

Desconozco. 0



*Ilustración 25: Resultado Pregunta 1.*

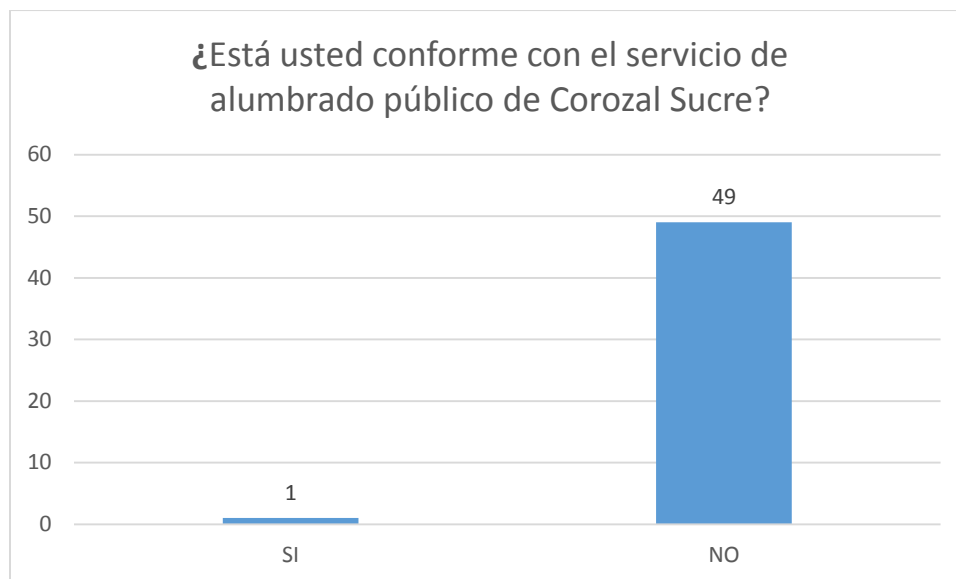
Fuente: Autoría propia.

**Pregunta 2.** ¿Está usted conforme con el servicio de alumbrado público de Corozal Sucre?

SI. 1

NO. 49

Desconozco. 0



*Ilustración 26: Resultado Pregunta 2.*

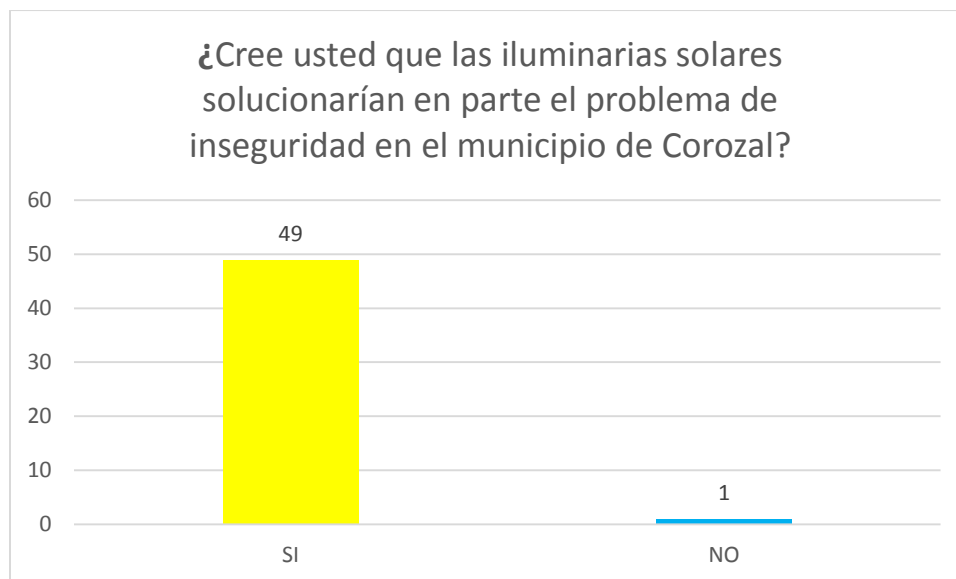
Fuente: Autoría propia.

**Pregunta 3.** ¿Cree usted que las iluminarias solares solucionarían en parte el problema de inseguridad en el municipio de Corozal?

SI. 49

NO. 1

Desconozco. 0



*Ilustración 27: Resultado Pregunta 3.*

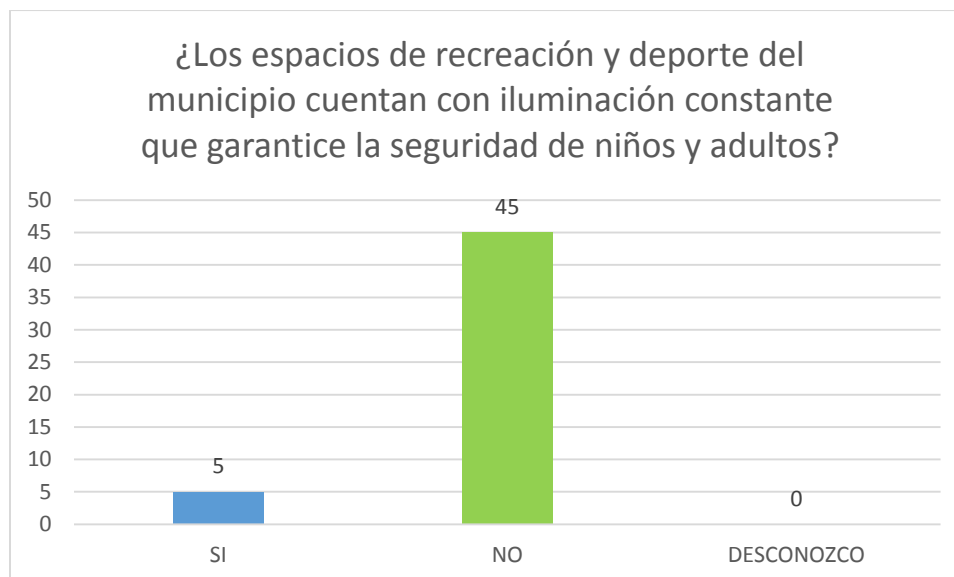
Fuente: Autoría propia.

**Pregunta 4.** ¿Los espacios de recreación y deporte del municipio cuentan con iluminación constante que garantice la seguridad de niños y adultos?

SI. 5

NO. 45

Desconozco. 0



*Ilustración 28: Resultado Pregunta 4.*

Fuente: Autoría propia.

### 7.1 Análisis y tratamiento de datos

Resultado de la encuesta realizada a 200 hogares del municipio de Corozal- Sucre durante la ejecución del proyecto, encontramos:

**Pregunta 1.** ¿Conoce usted que es un Sistema de energía Solar?

SI	184	NO	16	Desconozco	0
----	-----	----	----	------------	---

**Pregunta 2.** ¿Está usted conforme con el servicio de alumbrado público de Corozal Sucre?

SI	199	NO	01	Desconozco	0
----	-----	----	----	------------	---

**Pregunta 3.** ¿Cree usted que las iluminarias Solares solucionarían en parte el problema de inseguridad en el municipio de Corozal?

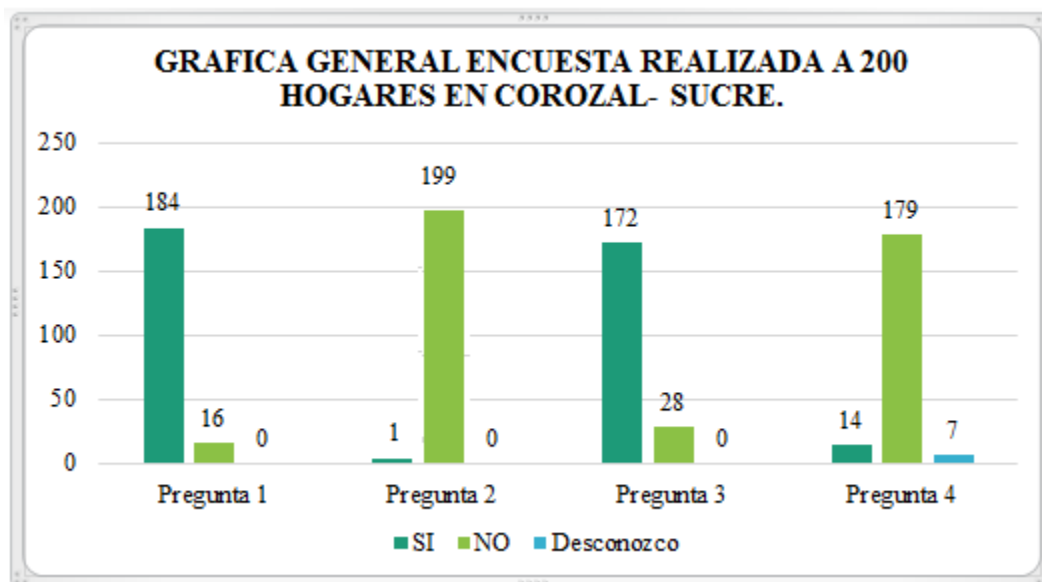
SI	172	NO	28	Desconozco	0
----	-----	----	----	------------	---

**Pregunta 4.** ¿Los Espacios de recreación y deporte del municipio cuentan con iluminación constante que garantice la seguridad de Niños y Adultos?

SI	14	NO	179	Desconozco	7
----	----	----	-----	------------	---

	SI	NO	Desconozco
Pregunta 1	184	16	0
Pregunta 2	1	199	0
Pregunta 3	172	28	0
Pregunta 4	14	179	7

*Tabla 4:* Resultado de la encuesta. Autoría propia.



*Ilustración 29:* Resultado general encuesta.

Fuente: Autoría propia.

### Conclusiones de la encuesta

**Pregunta 1.** ¿Conoce usted que es un Sistema de energía Solar?

SI	184	NO	16	Desconozco	0
----	-----	----	----	------------	---

Ciento ochenta y cuatro hogares respondieron afirmativamente que conocen que es un sistema de Energía Solar, y por consiguiente sus beneficios que trae consigo la implementación de estas tecnologías. Más de un ochenta por ciento (80%) de los hogares encuestados conocen esta clase de tecnología amigable con el medio ambiente.

**Pregunta 2.** ¿Está usted conforme con el servicio de alumbrado público de Corozal Sucre?

SI	01	NO	199	Desconozco	0
----	----	----	-----	------------	---

Esta pregunta nos arrojó un 99% de inconformidad con el servicio actual de alumbrado público de los 200 hogares del municipio de Corozal encuestados, resultado que nos confirma la necesidad de implementar dichas tecnologías buscando brindar mayor seguridad y esparcimiento a la ciudadanía en horas nocturnas.

**Pregunta 3.** ¿Cree usted que las iluminarias Solares solucionarían en parte el problema de inseguridad en el municipio de Corozal?

SI	172	NO	28	Desconozco	0
----	-----	----	----	------------	---

Un total de 172 Hogares del municipio de Corozal Sucre respondieron afirmativamente a la pregunta si creen que esta clase de tecnologías solucionarían en parte la problemática de inseguridad en su municipio.

Respuesta que es contundente ya que las luminarias trabajan independientemente del sistema interconectado convencional de la región, entregando en las horas nocturnas luz en cada uno de los puntos en donde se instalen, acabando con estos puntos oscuros que aprovechan personas inescrupulosas para cometer delitos.

**Pregunta 4.** ¿Los Espacios de recreación y deporte del municipio cuentan con iluminación constante que garantice la seguridad de Niños y Adultos?

SI	14	NO	179	Desconozco	7
----	----	----	-----	------------	---

En la pregunta número 4. Encontramos que 179 hogares Respondieron con un NO, los cuales evidencian la problemática que presentan los espacios de recreación y deporte los cuales no cuentan con una correcta iluminación, lo que ocasiona que muchas familias no disfruten de un sano esparcimiento.

## **8. Alternativa propuesta**

El proyecto consiste en la implementación y montaje de un sistema de iluminación autónomo para el exterior o de uso público para calles, plazas y parques para proveer servicio de luz a peatones y automóviles que pasen por el sector permitiendo actividades nocturnas y seguridad para la comunidad. Totalmente desconectadas de la red y con una autonomía de más de 12 horas de funcionamiento sin radiación solar. Cada punto funciona totalmente independiente de otros puntos para brindar un correcto funcionamiento.

La propuesta pretende intervenir un total de 15.500 Luminarias de calles y áreas públicas del casco urbano del Municipio de Corozal Sucre.

### **Luminaria Solar con Tecnología Led**

Una lámpara tipo LED, luz blanca con panel integrado de 50 Watts x 18 voltios y luz LED de 30 Watts con una vida útil de 50 mil horas, y carga de 3 a 5 días sin radiación solar.



*Ilustración 30: Luminaria solar 1.*

Fuente: Luminaria solar. (R.F.) Tangshan Jingxin Science and Technology Co. Ltd

### **8.1. Características técnicas de las luminarias**

#### **Lámparas**

Con el fin de brindar un adecuado servicio de iluminación en los diferentes sectores del municipio de Corozal Sucre, se propone utilizar lámparas de calle integrada, también denominada farola solar todo en uno, es una integración de tecnología LED luz blanca, con panel integrado de 50 Watts x 18 voltios y luz LED de 30 Watts con una vida útil de 50 mil horas de luz, con una autonomía de 3 a 5 días sin radiación solar, batería de litio, cargador, controlador de corriente constante con una carcasa plástica de alto impacto que la hace resistente a las inclemencias de la naturaleza y de posibles actos vandálicos. Con piezas de fijación y de funcionalidad independiente y autónoma entre los diferentes puntos. Lo que nos permite garantizar un óptimo servicio y confiabilidad de este.

No requieren de suministro de energía de la red convencional 100% ecológica.



Ilustración 31: Luminaria solar 2.

Fuente: Imagen Luminaria solar. (R.F.) Tangshan Jingxin Science and Technology Co., Ltd

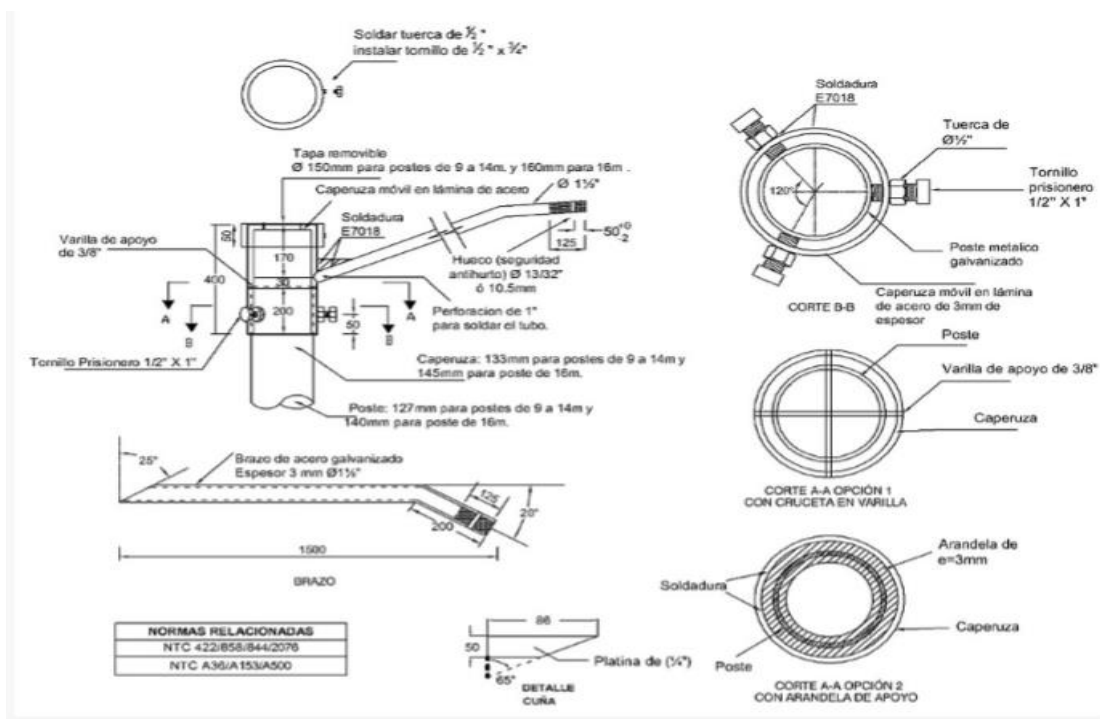


Ilustración 32: Componentes Luminaria solar.

Fuente: Imagen Componentes Luminaria solar. (R.F.) Tangshan Jingxin Science and Technology Co., Ltd

## **8.2. Proceso de instalación de las luminarias en los postes de iluminación pública convencionales**

Los productos amigables con el medio ambiente, como las luminarias solares que ofrecemos se están convirtiendo en una necesidad para todos los interesados en un mundo más verde y en hacer lo mejor para el medio ambiente lo cual es nuestra prioridad contribuir al medio ambiente.

La instalación de una lámpara solar para exteriores con tecnología LED puede ser una gran opción en lugar de instalar una lámpara Tecnología halógena convencional u Obsoletas y de gran derroche de energía y dinero.

Para la instalación de una luminaria solar no sólo es ahorrar en la factura de electricidad, sino que también se trata de iluminar el camino de una manera ecológica.

Para ello se requieren los siguientes pasos.

### **Paso 1. Desmontaje de la lámpara alógena convencional**



*Ilustración 33: Desmontaje de lámpara.*

Fuente: Alumbrado público. (S.F.). Recuperada pixabay el 29 de noviembre de 2019

La primera fase que se requiere para la instalación de las luminarias Solares tipo LED es el desmontaje de las antiguas Lámparas de Alógeno del poste. Lo cual requiere de la Implementación de equipos que cumplan con los estándares de seguridad y personal calificado y con los respectivos cursos con certificación.

## **Paso 2. Montaje lámpara de Iluminación Solar Tipo LED.**



*Ilustración 34: Montaje de lámpara.*

Fuente: Alumbrado público. (S.F.). Recuperada pixabay el 29 de noviembre de 2019

La Luminaria tipo LED con soporte fotovoltaico se instalará de forma manual con personal idóneo y con los respectivos certificados de experiencia y Certificados de trabajos en alturas. Con la ayuda de una grúa, la cual es de vital importancia para resguardar la seguridad del operario como la del equipo. Garantizando un trabajo más rápido y eficaz.

### **8.3. Sostenibilidad y vida útil de la obra**

Estas tecnologías de alumbrado público con soporte fotovoltaico y tecnología LED son 100% amigables con el medio ambiente. Presentan un bajo impacto al medio ambiente,

El sistema está compuesto por un panel solar de 50W por 18V con una vida útil de 25 años.  
El cual requiere de un mantenimiento al año dependiendo de la cercanía que se tenga al mar.



*Ilustración 35: Luminaria solar 3.*

Fuente: Imagen Luminaria solar. (R.F.) Tangshan Jingxin Science and Technology Co., Ltd

### **Luminarias LED**

Las cuales están diseñadas para soportar los duros cambios climáticos de nuestra región con una durabilidad de más de 50000 horas de uso, de 100 a 110 lm/w Flujo luminoso de 5000lm, Números de LED 60. Angulo de haz 140°, Temperatura de calor 6500K,



*Ilustración 36: Luminaria LED.*

Fuente: Imagen. Luminaria solar. (R.F.) Tangshan Jingxin Science and Technology Co., Ltd

## **Batería**

Las Baterías son de 36AH 12.8V. Tiempo de Descarga 12 Horas / 5 Dias de LLuvia con poca Luz Solar, Tiempo de Carga 7h (AM 1.5, 1000 W/m2, 25 °C vida util con un correcto uso de 3 años.



*Ilustración 37: Batería.*

Fuente: Luminaria solar. (R.F.) Tangshan Jingxin Science and Technology Co., Ltd

### **8.4. Mantenimiento de las Luminarias**

Estos sistemas de luminarias solares con tecnología LED son de larga vida y de la mejor calidad, por lo que tenemos la certeza de su gran resistencia a las inclemencias del clima. Y más aún por nuestra cercanía al mar.

Como estudio de factibilidad encontramos que en nuestra región existen empresas calificadas, con personal idóneo que cumple con los estándares de calidad en productos y personal calificado con el cual ofrecer un soporte técnico adecuado. Tal es el caso de la Empresa

Tecnovida C&V S.A.S la cual nos permitió y brindo la información requerida para poder realizar este proyecto.



*Ilustración 38: Lámpara solar.*

Fuente: Lámparas solares. (S.F.) recuperada pixabay el 29 de noviembre de 2019

## 9. Análisis de costos

### COSTO LUMINARIAS

Nº	EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO SIN IVA
1	Luminaria Fotovoltaica de 50w con tecnología LED	1	\$ 720.000
2	Total luminarias del proyecto	15.500	\$ 11.160.000.000

*Tabla 5. Costos Iluminarias*

El valor por unidad de estas luminarias es de \$ 720.000 pesos estos sistemas son exentos de IVA. El Director General de Planeación Minero-Energética – UPME. Comunica que mediante lo establecido en la Ley 1955 de 2019 del Plan Nacional de Desarrollo – PND.

A partir del 25 de mayo de 2019 se encuentran exentos del impuesto sobre la Venta – IVA. Los siguientes elementos empleados en proyectos de Energía Solar Art 175 de la mencionada ley.

### Accesorios

ACCESORIOS PARA LA INSTALACION				
Nº	ACCESORIOS	CANTIDAD	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL
1	Tornillos de 1/2 en acero	62.000	\$ 700,00	\$ 43.400.000,00
2	Tuerca de Seguridad 1/2	62.000	\$ 400,00	\$ 24.800.000,00
				\$ 68.200.000,00

*Tabla 6. Accesorios para instalación*

Para la instalación de cada uno de los puntos de iluminación requiere que se fijen con tornillos de ½ pulgada en acero, material que prolonga la correcta fijación de la luminaria al poste. para la totalidad de Luminarias que se requieren que son aproximadamente 15.500 luminarias en el casco urbano se requieren de 62.000 Tornillos de ½ en acero y la misma cantidad de tuercas de seguridad, las cuales nos aseguran correctamente los puntos de anclaje las luminarias.

### Vida útil de la luminaria y sus componentes

#### VIDA UTIL COMPONENTES

Panel solar		25 años
Sistema LED más de 50000 horas de luz		16 años
Batería Litio (Fungible)		2 años

*Tabla 7. Vida útil componentes*

Para el estudio de factibilidad de este proyecto de implementación de un sistema de alumbrado público para el municipio de Corozal Sucre. Se escoge las luminarias de 50w a 18v, con una vida útil 20 años aproximadamente. Las cuales tienen un panel solar o fotovoltaico de 30 Vatios a 18v, con una vida útil aproximada de 25 años en sus celdas Monocristalinas, las cuales entregan la energía recolectada a una batería de 24 Ah. A 18V, como fungible y componente de mayor trabajo en su carga y descarga lo que disminuye drásticamente su vida útil a dos años, esta última entrega la energía recolectada al Sistema LED, el cual iluminara los puntos en donde se desee implementar esta tecnología. Este sistema tiene una vida útil de 50000 horas.

#### **Mantenimientos y su costo**

Todo sistema para su correcto funcionamiento esta sujetó a una serie de mantenimientos que son de vital importancia para su correcto funcionamiento y por consiguiente mayor productividad o durabilidad.

Para este tipo de componentes se requieren tres tipos de mantenimientos los cuales expondremos a continuación. Así como el costo de cada uno de estos.

#### **Mantenimiento Predictivo**

Los mantenimientos predictivos son los procedimientos de evaluación y limpieza de los equipos tanto como en su parte interna como en su exterior, pensando en optimizar el funcionamiento del equipo y prever posibles daños o imperfecciones de cada uno de los componentes y así evitar problemas en su funcionamiento.

<b>COSTO POR MANTENIMIENTO</b>		
<b>Mantenimiento Predictivo</b>		<b>UNIDAD</b>
Mano de Obra		\$ 25.000
transporte y logística		\$ 8.000
<b>VALOR TOTAL</b>		<b>\$ 33.000</b>

*Tabla 8. Costo por mantenimiento*

### **Mantenimiento Preventivo**

Con el fin de sacar el mayor provecho y eficiencia de un sistema se realizan los mantenimientos preventivos, estos son los chequeos a los diferentes componentes del equipo, así como su limpieza.

Buscando desgastes o piezas con deterioro y así poder cambiar o corregir dichas inconsistencias para prevenir daños mayores, deficiencia del equipo y por consiguiente un mal servicio. Con este procedimiento de mantenimiento preventivo se prolonga o alarga la vida útil del equipo.

<b>Mantenimiento Preventivo</b>		<b>UNIDAD</b>
Mano de Obra		\$ 25.000
transporte y logística		\$ 8.000
<b>VALOR TOTAL</b>		<b>\$ 33.000</b>

*Tabla 9. Mantenimiento Preventivo*

### **Mantenimiento Correctivo**

Este mantenimiento es el último recurso que se implementa con el fin de corregir un daño mayor que se compromete al correcto funcionamiento del equipo. En este mantenimiento se realiza la búsqueda de la pieza dañada y se cambia por una nueva, con esto se garantizará el normal funcionamiento del equipo y por consiguiente un sistema con eficiencia y funcionalidad.

<b>Mantenimiento Correctivo</b>		<b>UNIDAD</b>
Mano de Obra		\$ 25.000
Repuesto ( Bateria)		\$ 280.000
transporte y logística		\$ 8.000
<b>VALORTOTAL</b>		<b>\$ 313.000</b>

*Tabla 10.Mantenimiento Correctivo*

### **Retorno del dinero**

Para efectuar un estudio del retorno de la inversión es necesario calcular o promediar cuantas viviendas conforman actualmente el casco urbano del municipio de Corozal sucre.

Es así como según información recopilada en la oficina de planeación de la alcaldía de corozal y estadísticas del DANE en el año 2015 un total de 9,587 viviendas conformaban el casco urbano del municipio de Corozal Sucre. Y alrededor de 200 locales conforman el sector comercial del municipio.

Promediando un pago por vivienda de \$ 4.000 mensuales por concepto de Alumbrado público estaríamos hablando de **\$ 39.148.000** que se estarían recaudando mensualmente por concepto de alumbrado público.

Anualmente se estarían recopilando aproximadamente **\$ 469.776.000**

Para la implementación de este tipo de tecnologías no requeriríamos invertir en los postes que las sostiene ya que se pueden utilizar los actuales postes en concreto que soportan las luminarias convencionales. Con esto estaríamos ahorrando un rubro considerable en la compra e instalación de estos postes.

### **Exentos de IVA**

Con la información recolectada y actualizando las últimas normativas en Colombia que regulan la explotación de este tipo de energías Limpias se encontró en la Circular Externa 018-2019 de las oficinas del UPME. El Director General de la Unidad de Planeación Minero-Energética UPME. Informo a todas las entidades y Organizaciones Económicas que Distribuyan este tipo de tecnologías Amigables con el medio Ambiente como lo Son Paneles Solares, Inversores y Reguladores o controladores de Carga para sistemas fotovoltaicos (Paneles Solares) quedan Exentos de pagar el impuesto sobre la Venta IVA según lo Autoriza la ley 1955 de 2019 del plan Nacional de Desarrollo – PND. Y queda en pie a partir del 25 de mayo del presente año.

### **10. Beneficios del sistema de alumbrado público con luminarias led y tecnología fotovoltaica**

Los beneficios que genera este proyecto son los siguientes:

- Puntos totalmente independientes a la red y autónomos para mayor efectividad en su servicio.

- Mucho más económico el pago de facturas por concepto de alumbrado público ya que la materia prima es la radiación solar, la cual es constante y de excelente calidad gracias a nuestra posición geográfica.
- Genera menores emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), efecto invernadero, lluvia ácida y óxidos de azufre; Este tipo de energía limpia reduce las emisiones Por kilovatio hora (KWh) en 0,6 kg/ KWh; Además,
- El uso de la energía fotovoltaica es menos peligroso, debido a que no necesita de líneas de alta tensión, las cuales pueden generar catástrofes en cuanto fallo de estructura y líneas de transporte.
- De acuerdo al IPSE, Colombia presenta un sistema Interconectado muy débil el cual no cubre toda la demanda del país, el transporte de energía resulta costoso y genera pérdidas significativas; Haciendo uso de esta fuente energética, se pueden reducir impactos ambientales, emisiones de gases de efecto invernadero (actividades industriales) y demás contaminación causada por el petróleo, carbón entre otras.
- Fluido Constate de energía y almacenamiento de la misma por consiguiente se presta un servicio Continuo y sin interrupciones.
- Ahorro de Dinero en el pago de factura a costos elevados y servicio deficiente.
- Energía 100% Ecológica y renovable (Energía Limpia).

### **Beneficios Tributarios**

El Sector Eléctrico Colombiano (SEC) cuenta con toda clase de oportunidades e incentivos tributarios para la implementación de la energía fotovoltaica. La Ley 1715 de 2014 concede grandes beneficios a las personas naturales o jurídicas que fomenten la investigación, desarrollo e

inversión en el ámbito de la producción y utilización de energía a partir de las Fuentes no Convencionales de Energía (FNCE), entre los cuales se encuentran:

- Disminución del 50% en el impuesto de renta, a quienes estén obligados a declarar y hayan invertido en energías renovables no convencionales.
- Los obligados a declarar renta que realicen directamente inversiones en energía solar Fotovoltaica (FV), tendrán derecho a reducir anualmente de su renta, el 50% del valor total de la inversión realizada. Durante los 5 años siguientes al año gravable en el que hayan realizado la inversión.
- Los generadores de energía renovable en pequeña y gran escala podrán vender a la red eléctrica, el excedente de energía que ellos no consuman Mediante Contadores con lectura Bidireccional (medición bidireccional), según disponga la CREG.
- Los equipos, elementos, maquinaria y servicios nacionales o importados que se destinen a la pre-inversión, inversión, medición y evaluación de las FNCE, estarán excluidos de IVA.

## 11. Presupuestos del proyecto

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	<b>ACCESORIOS</b>				
1.2	Tornillo acero de 1 “ (Set de 4)	Unidad	62.000	\$ 1.500	\$ 93.000.000,00
1.3	Tuerca de seguridad para Tornillo de 1”	Unidad	62 000	\$ 600	\$ 37.200.000,00

<b>1.3</b>	Lámpara tipo LED con panel integrado de 50 Watts x 18 voltios y luz LED de 30 Watts para 50 mil horas de luz de 3 a 5 días sin radiación solar	Unidad	15.500	\$ 1.020.000,00	\$ 15.810.000.000,00
					<b>\$ 15.940.200.000,00</b>
<b>2</b>	<b>MANO DE OBRA INSTALACION</b>				
<b>2.1</b>	desinstalación de lámpara alógeno	Unidad	15.500	\$ 85.000,00	\$ 1.317.500.000.00
<b>2.2</b>	Instalación de Luminaria LED Soporte fotovoltaico	Unidad	15.500	\$ 85.000,00	\$ 1.317.500.000.00
<b>2.3</b>	Transporte (Sincelejo - Corozal)	Viaje	25	\$ 800.000,00	\$ 20.000.000,00
<b>2.4</b>	Alquiler de Grúa	Día	180	\$ 1.500.000,00	\$ 270.000.000.00
					<b>\$ 2.925.000.000.00</b>
<b>3</b>	<b>OTROS COSTOS</b>				
<b>3.1</b>	Administración (10%)				\$ 1.886.520.000.00
<b>3.2</b>	Utilidad (15%)				\$ 2.829.780.000.00
<b>3.3</b>	Imprevistos (5%)				\$ 943.260.000.00
	IVA Materiales				\$ 3.028.638.000.00
	IVA utilidad				\$ 537.658.200.00
	Retenciones y otros impuestos				\$ 5.337.300.678,00
					<b>\$ 28.091.056.200,00</b>
	<b>TOTAL PROPUESTAS</b>				<b>\$ 33.428.356.878,00</b>

Tabla 11. Valores del proyecto

## 12. Conclusiones

En presente proyecto encontramos que en el municipio de Corozal Sucre tienen un sistema de alumbrado público convencional obsoleto, que no satisface el requerimiento exigido por sus moradores ya que su infraestructura se quedó corta a la actual demanda de energía. Un servicio con interrupciones constantes hacen que el malestar de inseguridad en los habitantes se mayor día tras día, a causa de los cortes de energía en horas de la noche que generan entornos propicios de inseguridad que son aprovechados por personas para cometer actos delictivos o consumir sustancias alucinógenas. A lo que sumamos los altos costos que paga de alumbrado público la población del casco urbano de Corozal por un mal servicio.

Por esta razón y gracias al presente estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de alumbrado público con luminarias tipo led y tecnología fotovoltaica, se busca mejorar el grado de seguridad en las calles y parques del municipio de Corozal con un servicio constante, de calidad y más económico, de igual forma aportando de forma positiva al medio ambiente ya que estas tecnologías son 100% amigables con el medio ambiente gracias a que no generan huella de carbono en su explotación.

La implementación de estas tecnologías 100% ecológicas, son mucho más económicas que las redes convencionales de energía para alumbrado público, ya funcionan independiente mente

de punto a punto, requieren de menor mano de obra para sus mantenimientos, funcional totalmente independiente de la red lo que garantiza un servicio constante y de calidad. Sumado a esto el resultado de la encuesta realizada a 200 familias corozaleras nos ratifican el inconformismo y malestar que presenta la ciudadanía con relación al mal servicio de alumbrado dándonos a entender que la mejor opción para solucionar la problemática de iluminación que presenta el municipio es la implementación de estas tecnologías amigables con el medio ambiente.

Como conclusión encontramos que, si es posible independizar el sistema de alumbrado público de las redes convencionales de energía eléctrica, utilizando tecnologías de punta 100% amigables con el medio ambiente y con un máximo de rendimiento y economía.

### **13. Recomendaciones**

Esta investigación es de vital importancia, ya que permite la identificación y análisis del problema con relación a la iluminación en los diferentes barrios encuestados. Adicionalmente, la puesta en marcha de estas tecnologías que tienen como único fin el desarrollo y la sostenibilidad de nuestra sociedad, sistemas no nocivos al medio ambiente que buscan la correcta explotación y conservación de los recursos naturales

Confiamos que este proyecto de investigación crea conciencia en las futuras generaciones de profesionales sobre la importancia que tiene el conocimiento y la preparación que la universidad nos brinda para sí obtener herramientas con las cuales surgir en nuestra vida profesional.

## 14. Referencias bibliográficas

Acuerdo N° 020 DE 2017. Recuperado 15 octubre de 2019. [www.corozal-sucre.gov.co](http://www.corozal-sucre.gov.co) ›

[Acuerdo 020 de 2017 - Estatuto Tributario](#)

Alumbrado público fotovoltaico. (s.f.). Recuperada pixabay el 29 de noviembre de 2019

<https://pixabay.com/es/images/search/lamparas%20solares/>

Amperio. (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de

<https://es.wikipedia.org/wiki/Amperio>

Amperio. Hora. (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de

<https://es.wikipedia.org/wiki/Amperio-hora>

ARMIJOS 2009. Análisis Técnico de una Central Solar para Producción de Energía.

[\*https://www.researchgate.net/.../258440344\\_Analisis\\_Tecnico\*](https://www.researchgate.net/.../258440344_Analisis_Tecnico)

Baca Urbina, G. (2010). Evaluación de Proyectos (Sexta ed.). México, D. F.:

McGrawHill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. Recuperado de

[https://www.academia.edu/13450952/Evaluacion de Proyectos 6ta ed Gabriel Baca U](https://www.academia.edu/13450952/Evaluacion_de_Proyectos_6ta_ed_Gabriel_Baca_Urbina)

[rbina](#)

Bahrens, W., & Hawranek, P. (1994). Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial. Viena: ONUDI.

BEJARANO (2011). Potencial de la Radiación

Solar. <http://www.instalacionenergiasolar.com/energia/radiacion-solar>

Beneficios (s.f.) en Wikipedia recuperado el 27 de agosto 2019 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Beneficio\\_econ%C3%B3mico](https://es.wikipedia.org/wiki/Beneficio_econ%C3%B3mico)

Corriente Alterna (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Corriente\\_alterna](https://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_alterna)

Corriente continua (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Corriente\\_continua](https://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_continua)

Costo (s.f.) en Wikipedia recuperado el 27 de agosto 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Coste>

División policía Municipio de Corozal (s.f.) en Wikipedia recuperado el 29 de agosto 2019 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Corozal\\_\(Sucre\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Corozal_(Sucre))

El heraldo el mapa del deficiente servicio de energía en la costa. Recuperado 12 de septiembre de 2019 de <https://www.elheraldo.co/local/el-mapa-del-deficiente-servicio-de-energia-en-la-costa-248430>

Energía fotovoltaica. (s.f.). Recuperada pixabay el 29 de noviembre de 2019 <https://pixabay.com/es/images/search/sistemas%20solares/>

Estudio porcentual consumo por año y valor en pesos. IDEAM 2015. Recuperado 17 octubre de 2019 de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual> Gases de Efecto Invernadero (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Gas\\_de\\_efecto\\_invernadero](https://es.wikipedia.org/wiki/Gas_de_efecto_invernadero)

Hidroeléctrica (s.f.). Recuperada pixabay el 27 de noviembre de 2019. <https://pixabay.com/es/photos/presa-r%C3%ADo-el-agua-paisaje-el-poder-929406/>

IDEAM. Estudio radiación solar (s.f.) Recuperado el 20 de agosto de 2019 atlas ideam de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>

IDEAM. (2015). Atlas de viento de Colombia. Bogotá, D.C. Recuperado de: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasVientos.html>

Intensidad (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Intensidad>

La guía solar. Bogotá DC, Colombia. Producido por Americafotovoltaica. Recuperado de <http://www.laguiasolar.com/acerca-de-la-guia-solar/>

Luxes (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de <https://es.wikipedia.org/w/index.php?search=luxes&title=Especial%3ABuscar&go=Ir&ns0=1&ns100=1&ns104=1>

M. Shahrestani, R. Yao, E. Essah, L. Shao, A. C. Oliveira, A. Hepbasli, E. Biyik, T. del Caño, E. Rico, and J. L. Lechón, “Experimental and numerical studies to assess the energy

performance of naturally ventilated PV façade systems,” Sol. Energy, vol. 147, pp. 37–51, 2017. Recuperado de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4196/cepedajuan2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Oficina de Planeación e infraestructura de la Alcaldía de Corozal Sucre.

Potencia (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Potencia>

Profundidad de descarga (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Profundidad\\_de\\_descarga](https://es.wikipedia.org/wiki/Profundidad_de_descarga)

Rendimiento (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Rendimiento>

Ruiz, G. (2018). ¿Que son las energías limpias? ERENOVABLE.COM. Creado por Tendencias Media sl 2019. Recuperado de: <https://erenovable.com/energias-limpias/>

Voltio (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Voltio>

Watt (s.f.) en Wikipedia recuperado el 25 de agosto 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Watt>