

Universidad Autónoma del Caribe

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones



**Implementación de un sistema lumínico alimentado por energía solar al interior del  
parque Biotemático Megua del municipio de Galapa (Atlántico).**

Carolina Del Pilar Lapeira Padilla

Carlos Andrés Vanoy Gazabón

Colombia, Barranquilla

2022

Implementación de diseño luminario alimentado por energía solar al interior del parque

Biotemático Megua del municipio de Galapa (Atlántico)

Carolina Del Pilar Lapeira Padilla

Carlos Andrés Vanoy Gazabón

Trabajo de grado presentado para optar el título de Ingeniero Electrónico y en

Telecomunicaciones

Director

Ing. Saling Pallares Escorcía

Co-Director

Ing. Meglys Pérez Bernal

Universidad Autónoma del Caribe

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Colombia, Barranquilla

2022

## Resumen

El parque Biotemático Megua es una reserva natural sin ánimo de lucro diseñado especialmente para la sensibilización, la educación ambiental y la recreación a través del contacto directo del visitante con la naturaleza. El parque, ubicado en el municipio de Galapa Atlántico - Colombia cuenta con fluido eléctrico e iluminación únicamente en la zona del área administrativa limitando la iluminación del resto de escenarios al caer la noche.

Con la implementación de este proyecto se busca mejorar el déficit energético mediante el uso de energías renovables a través de la ejecución de un sistema de iluminación alimentado por energía solar fotovoltaica en los senderos de esta institución.

Es importante porque se logrará impactar en la disminución de los costos energéticos, y a su vez promoverá el uso de alternativas de desarrollo energético sostenible incidiendo en la sensibilización de métodos para contrarrestar el calentamiento global como problemática mundial siendo este un perfecto escenario ya que es un entorno de conciencia ecológica y cuidado de las especies y el medio ambiente.

Esta implementación constará de 4 fases en las cuales se evaluará inicialmente las condiciones meteorológicas de la zona para delimitar la ubicación de los equipos, seguido a esto, realizar el estudio energético del sistema eléctrico en los senderos elegidos a iluminar. En las últimas dos fases se llevará a cabo la instalación, el acople total del sistema y finalmente, realizar pruebas y validar del correcto funcionamiento del sistema.

### **Abstract**

The Park Biotemático de Megua is a nature reserve not for profit, designed especially for awareness raising, environmental education and recreation through direct visitor contact with nature. The park located in the village of Galapa Atlántico - Colombia has electricity and lighting only in the area of the administrative area limiting the lighting of the rest of the scenarios at nightfall.

The implementation of this project seeks to improve the energy deficit through the use of renewable energies through the implementation of a lighting system powered by photovoltaic solar energy in the paths of this institution.

It is important because it will have an impact on the reduction of energy costs, and in turn will promote the use of sustainable energy development alternatives raising awareness of methods to counter global warming as a global problem this being a perfect scenario because the park is an environment of ecological awareness and care for species and the environment.

This implementation will consist of 4 phases in which the meteorological conditions of the area will be initially evaluated to delimit the location of the equipment, followed by the energy study of the electrical system on the paths chosen to illuminate. In the last two phases the installation, the total coupling of the system and finally testing and validation of the entire system will be carried out.

Nota de Aceptación

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Barranquilla, 20 de enero de 2022

### **Dedicatoria**

Dedicamos este trabajo a nuestras familias que siempre han sido pilar y base fundamental de nuestros sueños y anhelos. Al cuerpo de docentes de nuestra amada facultad por su empeño en compartir sus saberes y por todo el cariño que se gestó en las aulas de clases y laboratorios de nuestra universidad

### **Agradecimientos**

Agradecemos a las personas que facilitaron la implementación de este proyecto, a los asistentes del Parque Biotemático por estar siempre prestos a colaborar y apoyar esta intención.

**Contenido**

Resumen.....	III
Abstract.....	IV
Introducción .....	1
Capítulo 1 Descripción del Proyecto .....	3
Planteamiento del Problema .....	3
Formulación del Problema.....	5
Impacto Esperado.....	5
Usuarios Directos e Indirectos .....	5
Objetivos .....	6
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos.....	6
Metodología .....	7
Materiales y Equipos Utilizados .....	22
Capítulo 2 Marco Teórico y Estado del Arte .....	24
Capítulo 3 Análisis de Resultados y Propuesta Ingenieril .....	39
Capítulo 4 Conclusiones .....	43
Capítulo 5 Recomendaciones.....	45
Bibliografía .....	46
Anexos .....	49

**Lista de Tablas**

Tabla 1. Materiales de ferretería. ....	22
Tabla 2. Materiales eléctricos. ....	22
Tabla 3. Materiales y equipos kit solar. ....	23
Tabla 4. Materiales para anclaje de paneles y batería. ....	24

## Lista de Figuras

Figura 1. Área boscosa del parque.....	4
Figura 2. Diagrama de bloques. ....	7
Figura 3. PVsyst ubicación geográfica. ....	8
Figura 4. Ubicación de paneles y mapa. ....	9
Figura 5. Mapa de las zonas a iluminar .....	10
Figura 6. Sendero a iluminar 1.....	11
Figura 7. Sendero a iluminar 2.....	11
Figura 8. Especificaciones IP.....	12
Figura 9. Características de los reflectores. ....	13
Figura 10. Panorámica de la zona. ....	14
Figura 11. Esquema de conexión de equipos .....	18
Figura 12. Vista nocturna verificación del sistema en zona 1. ....	19
Figura 13. Vista nocturna verificación del sistema en zona 2. ....	20
Figura 14. Poda de árboles cercanos.....	21
Figura 15. Latitud y ángulo de inclinación. ....	37
Figura 16. Inserción de tubería subterránea para el cableado.....	41
Figura 17. Caja combinadora de equipos de regulación. ....	42
Figura 18. Análisis gráfico- consumo diario de banco de baterías. ....	43
Figura 19. Caja combinadora y banco de batería.....	43
Figura 20. Ubicación de reflectores en árboles zona 1. ....	44
Figura 21. Ubicación de reflectores en árboles zona 2. ....	45
Figura 22. Análisis gráfico - Amortización de la inversión. ....	46

**Lista de Anexos**

Anexo 1. Certificación del proyecto en el parque.....	47
Anexo 2. Imágenes – montaje de los equipos.....	49
Anexo 3. presupuesto.....	51
Anexo 4. Facturas y soportes.....	55



## **Introducción**

Desde 1972 ya venía sonando el tema de energías renovables, el tema fue abierto por el club de Roma en un informe llamado “Los límites del crecimiento” escrito por Danella Meadows, Biofísica y científica ambiental. En este informe se detallan 5 factores que deterioran la calidad y dirección del planeta:

- Población.
- Producción agrícola.
- Recursos naturales.
- Producción industrial.
- Contaminación.

En este tan interesante informe del que hicieron parte científicos, educadores, economistas, humanistas, industriales de 10 países lograron concluir:

“Si las presentes tendencias de crecimiento en la población mundial, industrialización, contaminación, producción de alimentos y utilización de recursos naturales no se modifican, los límites del crecimiento del planeta se alcanzarán dentro de los próximos 100 años (2072).

(Meadows, 1972)

Hoy en el 2022, a casi 50 años de este informe la humanidad ha sido testigo de todos los cambios que viene sufriendo el planeta, pero también se ha evidenciado el aumento del uso de alternativas ecológicas como lo es la energía solar, la cual es una energía renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol.

Este proyecto de grado pretende dar solución a la problemática lumínica que presentan los senderos del Parque ecológico Biotemático Megua, ubicado en el municipio de Galapa Atlántico – Colombia, mediante la implementación de energía solar. Para llevar a cabo este proyecto previamente se realizó el análisis de la problemática presentada en las instalaciones de este espacio, contemplando las posibilidades en las que se pudiera realizar el mejor aporte a este recinto para dar solución a la ausencia lumínica y energética de los senderos al llegar la noche. Una vez se haya realizado el diseño de iluminación, se ubicarán en zonas específicas reflectores con fotoceldas y sensores con detección de movimiento que serán alimentados por la energía solar acumulada en el banco de baterías del sistema. Mediante este proyecto tecnológico, el uso de energías limpias de esta zona servirá como fuente de inspiración y ejemplo de sostenibilidad ante los visitantes de este parque que mayormente son estudiantes jóvenes y niños de la región.

## Capítulo 1

### Descripción del Proyecto

#### Planteamiento del Problema

El parque Biotemático Megua es un área de bosque seco tropical ubicado en el municipio de Galapa, departamento del Atlántico. Es un espacio diseñado especialmente para la sensibilización, el conocimiento ambiental y la recreación a través del contacto directo y cercano del visitante con la naturaleza. (Universidad de la costa, 2015)

Abarca un territorio estratégico con un área natural de bosque seco de 32 hectáreas, con topografía ondulada suave, con diferentes tipos de suelos, con fauna silvestre en libertad y especies domésticas.

De estas 32 hectáreas que posee, el parque utiliza 4 hectáreas para estas actividades ecoturísticas, en este terreno están ubicados senderos y escenarios temáticos; como el sendero de los sentidos, sendero de los animales, el quiosco de las mariposas, estanque de peces, sendero hacia el vivero de plantas, diferentes áreas de recreación para niños y jóvenes y áreas administrativas. (Herrera Fuentes JD, 2014)

El parque cuenta con fluido eléctrico únicamente en la zona del área administrativa, limitando la iluminación del resto de escenarios que también hacen parte de estas 4 hectáreas.

Al caer la noche, en repetidas ocasiones han tenido el infortunio de ser víctimas de robo de herramientas de trabajo, de diversas especies que, en su mayoría, han estado en cautiverio empleadas para uso comercial. El parque no cuenta con servicio de seguridad, lo cual lo expone más a este tipo de actos vandálicos.

**Figura 1.**

*En la siguiente imagen se aprecia el área boscosa del parque, resaltada con color verde y al interior de este, la zona en la que el parque desarrolla sus actividades ecoturísticas con el público que los visita.*



*Nota:* Fuente: imagen tomada de Google Earth.

Durante la pandemia causada por el COVID - 19 el parque, al ser un escenario público tuvo que cerrar sus puertas y dejar de prestar sus servicios limitando los ingresos económicos que este establecimiento recibía a diario. Durante ese tiempo presentaron inconvenientes no solo por la parte monetaria sino por constantes pérdidas de herramientas e incluso animales que habían sido rescatados del tráfico y comercio ilegal como ya se había mencionado. Es necesario aclarar que el parque Biotemático Megua es un espacio de educación ambiental diseñado para recibir desde estudiantes escolares, universitarios, personas interesadas en la educación, la conservación ecosistémica de la zona y correcto uso de los recursos naturales al involucrarse en actividades que permiten entender la dinámica de la vida en el planeta y la importancia de

mantener su equilibrio para el bien de las generaciones presentes y futuras. Por todo lo anterior se pretende dar solución a esta problemática implementando herramientas tecnológicas idóneas y de esta forma, poder cumplir con todos los objetivos

### **Formulación del Problema**

¿Qué energía alternativa es la ideal para respaldar la falencia lumínica que presentan los senderos del Parque Biotemático Megua, teniendo en cuenta las condiciones ambientales y climáticas de la zona y también la influencia que puede generar en sus visitantes?

### **Impacto Esperado**

Se espera que una vez resuelta la falencia lumínica en esta zona del parque se eleve la seguridad de transitar por las noches estos espacios. También, que el parque al ser un escenario que inspira el cuidado del planeta promueva a sus visitantes el uso de estas soluciones energéticas responsables con el medio ambiente.

### **Usuarios Directos e Indirectos**

- El parque Biotemático Megua.
- Empleados y toda la comunidad que labora y hace parte de este entorno ambiental.
- visitantes y comunidades académicas que visiten el parque.
- La facultad de ingeniería y el programa de ingeniería electrónica y en telecomunicaciones de la universidad autónoma del caribe.
- El concepto de modelo sostenible en el ámbito de energías en esta zona del país.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Implementar un sistema de iluminación alimentado por energía solar al interior del Parque Biotemático Megua del municipio de Galapa (Atlántico).

### **Objetivos Específicos**

- Analizar las condiciones meteorológicas, la ubicación de los paneles y reflectores en el Parque Biotemático Megua.
- Realizar estudio energético del sistema eléctrico en los senderos del parque Biotemático Megua.
- Implementar y acoplar el sistema de control OFFGRID.
- Evaluar el correcto funcionamiento del sistema.

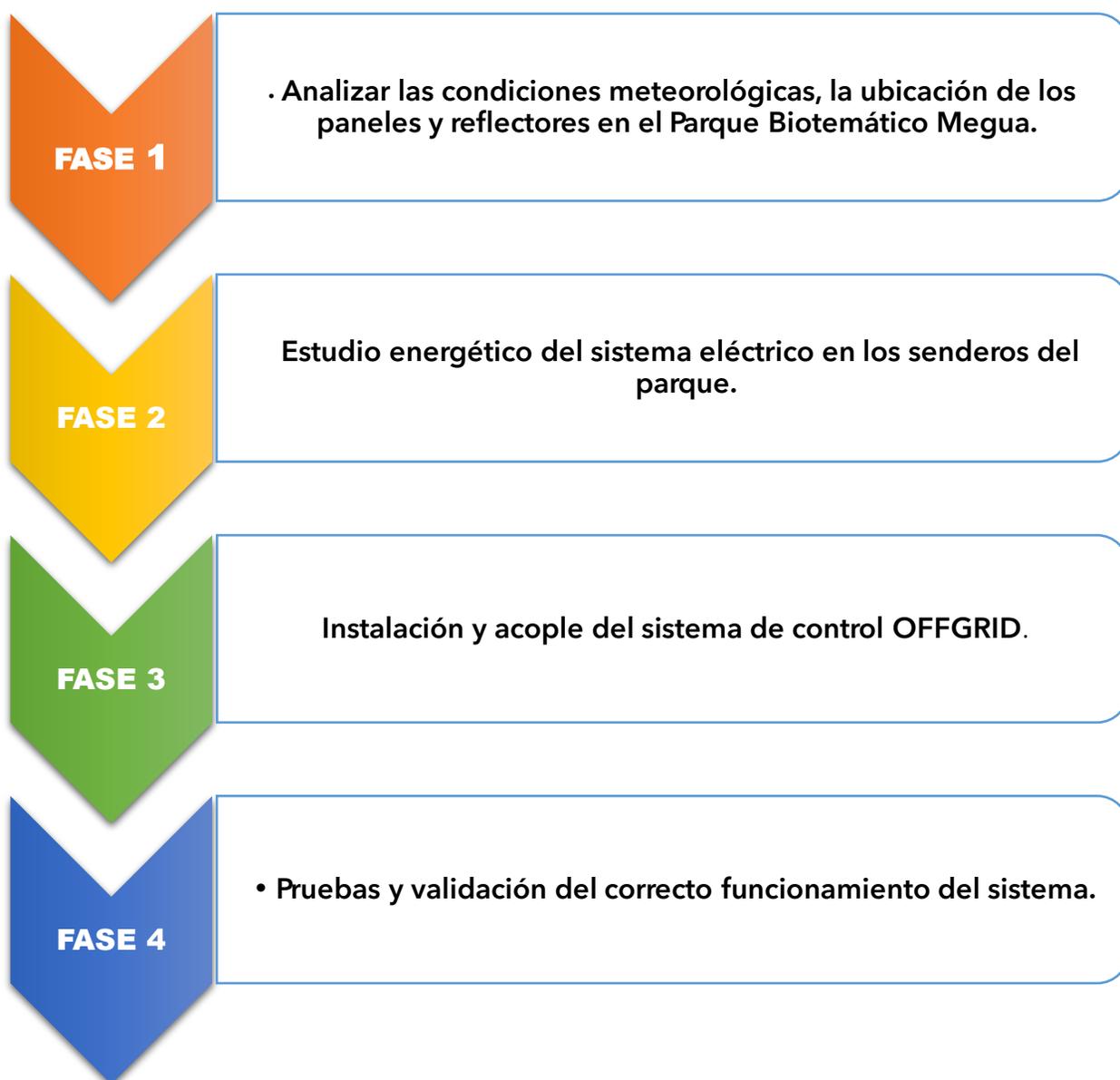
## Metodología

El modelo metodológico elegido para el proyecto fue la investigación aplicada implementando tecnología.

Se lleva a cabo mediante las siguientes fases:

### Figura 2.

*Diagrama de bloques. Evolución de implementación del proyecto.*



*Nota:* Fuente: Elaboración propia.

## FASE 1.

**Análisis de la zona, condiciones meteorológicas mediante el software PVSYSY y diseño de ubicación estratégica de los paneles solares y ubicación de los reflectores en los senderos del parque:**

Para esta fase, se hace uso de la herramienta llamada PVSYSY, que es un software que permite acceder a datos meteorológicos de cualquier zona del mundo. Con esta herramienta se evaluó la temperatura ambiente del parque y se logró confirmar las condiciones climatológicas de la zona detallando que la temperatura promedio anual es de 27.9°C como lo evidencia la siguiente imagen.

### Figura 3.

*Imagen que plasma las condiciones meteorológicas del parque Biotemático Megua del Municipio de Galapa, Atlántico.*



PVsyst V7.2.6

Geographical Site		Situation												
megua		Latitude	10.85 °N											
Colombia		Longitude	-74.90 °W											
		Altitude	157 m											
		Time zone	UTC-5											
Monthly Meteo Values														
Source: Meteonorm 8.0 (1991-2007), Sat=100%														
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year	
Horizontal global	159.5	148.0	184.7	180.5	181.8	180.3	187.0	181.8	156.2	140.9	131.6	139.2	1971.4	kWh/m <sup>2</sup>
Horizontal diffuse	64.6	64.0	76.4	79.3	77.9	73.6	79.9	80.5	79.0	76.6	63.8	58.9	874.5	kWh/m <sup>2</sup>
Extraterrestrial	272.7	267.8	316.7	316.2	324.9	310.2	321.1	323.9	308.9	302.4	269.6	264.4	3598.9	kWh/m <sup>2</sup>
Clearness Index	0.585	0.552	0.583	0.571	0.560	0.581	0.582	0.561	0.505	0.466	0.488	0.526	0.548	ratio
Ambient Temper.	26.9	27.1	27.8	28.1	28.8	28.5	28.8	28.6	27.8	27.8	27.3	27.5	27.9	°C
Wind Velocity	4.4	4.9	4.8	4.1	2.9	2.7	2.9	2.8	2.4	2.2	2.5	3.5	3.3	m/s

*Nota:* Fuente: Software PVsyst

Gracias a la validación estadística de la temperatura ambiente de la zona del parque a lo largo de un año se hace más claro el panorama meteorológico correspondiente. una vez obtenida esta información es necesario determinar la ubicación estratégica de los paneles, teniendo en cuenta que ese espacio debe ser alejado de la sombra de árboles para garantizar la correcta recolección energética ya que ellos serán los encargados de esta labor. A su vez, considerar el grado de inclinación de estos pues su correcta inclinación, garantiza eficiencia en la recolección de energía para el banco de baterías día a día.

Se tuvo en cuenta los puntos más altos de las instalaciones del parque, que fuera una zona alejada de sombras u hojas de árboles que puedan impedir la perfecta recolección de energía en los paneles.

también que fuera una ubicación segura para poder fijar los equipos de control y el banco de baterías. por todas estas razones se optó ubicarlos en el techo de la cocina del restaurante que hace parte de las instalaciones del parque. a continuación, la figura #4 ilustra el espacio destinado para la ubicación de los módulos solares.

**Figura 4.**

*Punto de ubicación de paneles solares*

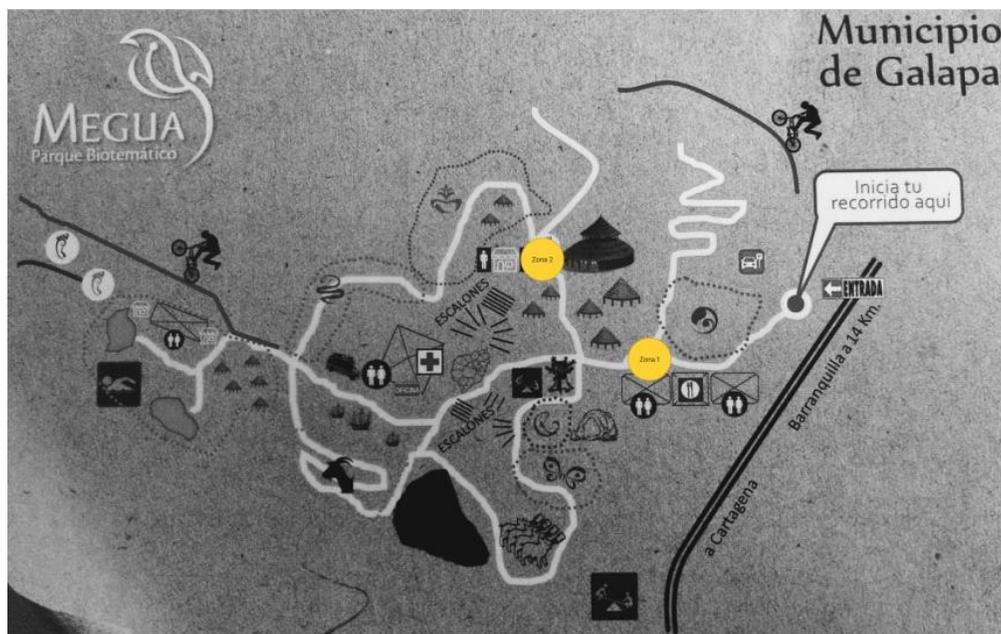


*Nota:* Fuente: Elaboración propia.

Solucionada la recolección energética, es importante establecer la ubicación de los reflectores en los senderos del parque. Identificar qué puntos urge iluminar. Se contempló el uso de los troncos de los árboles con posible soporte de los reflectores. En este proyecto se pretende realizar el montaje lumínico en dos puntos específicos de los senderos del parque. La figura #5 detalla en una imagen panorámica del parque los puntos elegidos.

**Figura 5.**

*Mapa del parque donde se resaltan las zonas que se pretende iluminar.*



*Nota:* Fuente: Imagen tomada de folleto compartido por el parque a sus asistentes con fines educativos. En ella se logran apreciar los dos puntos específicos de iluminación.

Las siguientes imágenes a continuación detallan respectivamente la ubicación real de las zonas.

La figura 6 muestra la primera zona, que es para los visitantes el punto de recepción para el recorrido por las instalaciones.

La figura 7 hace referencia a la zona #2. En este punto convergen 3 caminos del recorrido a los visitantes del parque. Ambos senderos no cuentan con ningún tipo de iluminación.

**Figura 6.**

*Senderos a iluminar. (zona #1)*



*Nota:* Fuente: Elaboración propia.

**Figura 7.**

*Senderos a iluminar. (zona #2)*



*Nota:* Fuente: Elaboración propia.

Al tener definidos los puntos específicos de los senderos a iluminar (se muestra en las imágenes), el paso siguiente es determinar cuáles son los reflectores ideales. La oferta de estos equipos es muy amplia, aun así, se tienen ciertas características claras:

- Ser reflectores para exteriores con clasificación IP65.
- Reflectores leds fotovoltaicos con sensores de proximidad.

La primera característica determina que es un equipo resistente a intemperie.

**IP(Ingress Protection) 65** El primer dígito (6) determina la protección contra intrusiones, regularmente polvo. Esta escala va de 0 hasta 6. El segundo dígito determina la protección contra la humedad. La escala va de 0 a 9.

### Figura 8.

#### *Especificación de IP (Ingress protection)*

SOLID OBJECT	MOISTURE
<b>1</b> Protected against a solid object greater than 50mm such as a hand.	<b>1</b> Protected against vertical falling drops of water. Limited ingress permitted.
<b>2</b> Protected against a solid object greater than 12.5mm such as a finger.	<b>2</b> Protected against vertical falling drops of water with enclosure tilted up to 15 degrees from the vertical. Limited ingress permitted.
<b>3</b> Protected against a solid object greater than 2.5mm such as a screwdriver.	<b>3</b> Protected against sprays of water up to 60 degrees from the vertical. Limited ingress permitted.
<b>4</b> Protected against a solid object greater than 1mm such as a wire.	<b>4</b> Protected against water splashes from all directions. Limited ingress permitted.
<b>5</b> Dust protected. Limited ingress of dust permitted. Will not interfere with operation of the equipment.	<b>5</b> Protected against jets of water. Limited ingress permitted.
<b>6</b> Dust tight. No ingress of dust.	<b>6</b> Protected against powerful jets of water. Limited ingress permitted.
	<b>7</b> Watertight against the effects of immersion in water between 15cm and 1m for 30 minutes.
	<b>8</b> Watertight against the effects of immersion in water under pressure for long periods.

**IP65**  
Ingress protection

*Nota:* Fuente: Imagen tomada de internet, (XENARC Technologies, 2017).

Por tanto, esta clasificación determina que es un equipo hermético al polvo y garantiza que estará protegido a chorros de agua.

La segunda característica es que sean reflectores fotovoltaicos con sensores de proximidad. Esto con la intención de que se *switcheen* en ON al detectar la ausencia de luz y el sensor se pueda activar al recibir una señal de movimiento. Esto para optimizar el ahorro energético.

Seguido a esto es importante elegir la potencia lumínica de los reflectores. Se tomará como base el alumbrado público, los lúmenes.

### Figura 9.

#### Características del reflector.

##### LED Reflector

LED REFLECTOR JETA 30W DL SENS  
P28407



Luminaria LED tipo reflector para interiores o exteriores, diseño delgado, liviano con sensor de movimiento incorporado y con driver integrado en la luminaria. Instalación sobrepuesto con soporte metálico. Proyección uniforme de la luz, reduce los costos de consumo de energía y mantenimiento

##### CARACTERÍSTICAS

Diseño delgado, moderno y robusto, resistente a la humedad  
Chasis en aluminio extruido  
Sensor de movimiento tipo radar incorporado

##### APLICACIONES

Iluminación exterior decorativa, fachadas, jardines.  
Iluminación de senderos y áreas de circulación en exteriores



DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	6500 K (DL)	Acabado	Negro	Potencia de entrada	30 W
Flujo luminoso	2000 lm	Grado de protección IP	IP65	Tensión de operación	100-240 V 50/60 Hz
Ángulo de apertura	120°	Dimensiones (LxWxH)	154x52x180 mm	Corriente de entrada	0.25 A @ 120 V
Tipo de distribución	Directa simétrica	Tipo de montaje	Sobreponer	Factor de potencia	>0.5
Reproducción de color (IRC)	>70	Chasis	Aluminio extruido	Distorsión armónica (THD)	<20%
Vida útil	25000 h L70	Óptica	Semiespecular	Tipo de driver	Independiente CC
Eficacia	66 lm/W	Temperatura de operación Ta	-20°C ~ +40°C	Atenuable	NO
				Alcance del sensor	3 m
				Angulo de detección	180°

Nota: Fuente: Imagen tomada del datasheet del reflector. (Sylvania Colombia, 2019)

Los puntos para iluminar son zonas ciegas de luz y son caminos que convergen con otros, por esta razón se propone ubicar en la zona 1, 2 reflectores de 30W y en la segunda zona, 3 puntos de luz. 3 reflectores de 30W Uno para cada camino.

**Figura 10.**

*Panorámica de zona comercial del parque y puntos iluminados.*



*Nota:* Fuente: Captura de pantalla de aplicación Google Earth Pro.

Una vez realizado el montaje, se espera que su implementación sea beneficiosa para el parque biotemático Megua tanto en la seguridad como en la calidad de vida nocturna de las personas que habitan el interior de este.

**FASE 2.****Cálculos de consumo energético total del sistema eléctrico y selección de equipos de sistema:**

Para esta etapa se debe tener presente cuál es el total de las cargas. Como ya se ha mencionado, serán 5 reflectores de 30W cada uno. Por tanto, la suma de estas cargas sería:

$$5 \times 30W = 150W/h \quad (1)$$

Se tiene en cuenta que la implementación de este sistema será únicamente en horas de la noche cada día, pero no estarán encendidas durante todo este tiempo. Los reflectores poseen cada uno un sensor de proximidad que activaran las luces una vez detectado algún movimiento. El promedio de horas de encendido esperado es de 6 horas. De esta manera el cálculo de consumo por día es:

$$150W/h \times 6h = 900w/día \quad (2)$$

900 vatios por día será el consumo promedio del sistema luminoso. Es necesario determinar la tensión de trabajo con la que funcionará esta instalación. En el mercado existen instalaciones de 12, 24 y 48 voltios Para circuitos fotovoltaicos aislados. La instalación de 12 voltios es implementada para sistemas de bajo consumo como es este caso, por tanto, este será el nivel de tensión del sistema.

Para soportar y proveer la potencia requerida se debe determinar el consumo de corriente:

$$\frac{900w}{12v} = 75Ah \text{ por cada 6 horas al día.} \quad (3)$$

(Barbosa, 2014)

En base a estos cálculos se realiza el dimensionamiento fotovoltaico del sistema OF-GRID. Se hace necesario determinar baterías, Paneles solares, inversor y controlador.

El uso de baterías en este tipo de sistemas independientes del sistema convencional de recepción de energía es indispensable ya que su función será de acumular y proveer la energía que se vaya a requerir por este motivo el cuidado del rendimiento y la vida útil de ellas es primordial. En este ensamble se ha mencionado el consumo diario de corriente (75Ah x día). Se debe determinar un banco que duplique esta capacidad con la intención de cuidar la vida útil de las baterías.

En este sistema se implementará una batería de 205Ah para descargarse a diario máximo al 30% de su capacidad.

El siguiente paso es el cálculo de producción de los paneles solares. Se debe tener presente que el uso de esta energía será cuando haya ausencia de luz solar, por tanto, el tiempo de producción será aproximadamente durante 7 horas cada día. En base a esta afirmación se realizan los cálculos con un panel de 300W.

$$\frac{300W}{12V} = 25Ah \quad (4)$$

La producción se realizará por 7 horas al día aproximadamente, por tanto:

$$25Ah \times 7h = 175A \times Día \quad (5)$$

(Barbosa, 2014)

Suficiente para reponer el consumo diario de la batería.

Para la selección del inversor se tuvo en cuenta que existen 3 tipos de onda distintos. Senoidal, onda modificada y onda cuadrada. La razón de este componente es invertir la corriente recibida de los paneles solares (que es 100% corriente continua) a una corriente alterna para

cubrir el buen funcionamiento de los aparatos electrónicos a alimentar. En este caso lo que se energizará es únicamente iluminación, de esta forma se elige el inversor de onda modificada.

La capacidad de este se determina teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Factor de seguridad, que es el 25% de la potencia que se va a consumir =  $F_s$

Factor de potencia =  $F_p$

La carga consumida en 1 hora =  $P_{carga}$

La eficiencia del inversor =  $E_i$

$$Scarga = F_s \times \left( \frac{P_{carga}}{F_p \times E_i} \right) \quad (6)$$

$$Scarga = 1,25 \times \left( \frac{150W}{0,8 \times 0,95} \right) = 246,7W \quad (7)$$

Esta sería la potencia mínima para asegurar completamente la alimentación. Para el montaje se seleccionó un inversor de onda modificada de 800W.

Para el controlador se debe tener presente la potencia por hora y el voltaje del sistema.

Así:

$$\frac{150w}{12v} = 12,5 Ah \quad (8)$$

(Barbosa, 2014)

Se elige un controlador de 20Ah para cubrir el requerimiento del sistema.

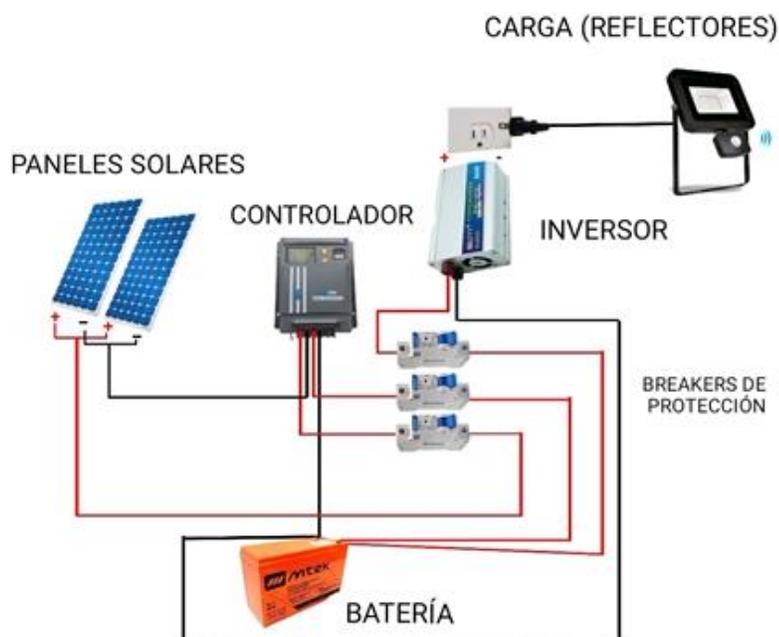
### FASE 3.

#### Instalación y ensamble del sistema:

Esta fase de acople se resume desde la siguiente imagen.

#### Figura 11.

*Esquema de conexión del sistema off-grid*



*Nota:* Fuente: Elaboración propia.

En la imagen, se aprecia la conexión en paralelo de 2 paneles solares de 150W x 12V para mantener el mismo voltaje y aumentar la potencia a 300W. El acople del inversor, el banco de baterías y el controlador. También se realizó la respectiva protección a cada equipo por medio de breakers o interruptores eléctricos.

**FASE 4.****Pruebas y validación de funcionamiento del sistema:**

Para esta fase se tuvo que esperar un día completo para realizar la primera verificación puesto que el montaje fue realizado en su totalidad pasada la hora solar pico. Aun así, desde esa misma noche del día 04 de mayo del año en curso, el equipo se quedó dentro de las instalaciones del parque para verificar el funcionamiento.

**Figura 12.**

*Vista nocturna de verificación exitosa del sistema (zona 1).*



*Nota:* Fuente: Elaboración propia.

**Figura 13.**

*Vista nocturna de verificación exitosa del sistema (zona 2).*



*Nota:* Fuente: Elaboración propia.

Alrededor de las 6:40PM, lo primero que se logró medir fue la potencia en cada punto de los reflectores a pesar de que no se alcanzó la producción solar máxima, el sistema pudo alimentar las zonas a iluminar pudiendo entregar a cada reflector los 30W requeridos que en Lumenes, la zona 1 al tener dos reflectores alcanza un flujo luminoso alrededor de 5500lm y la zona 2 al poseer 3 reflectores su flujo luminoso llega a ser de 8250lm durante todo el espacio nocturno encendiéndose únicamente cuando se detecte presencia en el espacio determinado.

La batería se descargó hasta el 55% de su capacidad. Se notó también que las fotoceldas de los reflectores necesitaban estar calibradas en la parte de sensibilidad a la luz, al igual que los sensores de proximidad de los mismos reflectores para que hicieran el correcto reconocimiento al detectar movimiento.

Al regresar por la tarde del siguiente día, siendo las 3:30pm, se observó en el controlador que la carga de la batería alcanzó en esa hora el 89% de su carga, teniendo en cuenta que la primera noche el sistema consumió más carga de lo esperado debido a que no se logró la producción fotovoltaica estimada por día dadas las circunstancias del tiempo en la instalación del sistema luminario.

Con esta carga, se proyectó la descarga en un 35% aproximadamente. Al regresar a la mañana siguiente siendo las 7:45am, se comprobó desde los datos ofrecidos por el controlador que la batería se encontraba en 63% de su carga.

Para mayor seguridad de captación lumínica, se dispuso la orden de cortar las ramas de los árboles que estaban cercanos a los paneles solares porque se encontraron hojas secas muy próximas a los paneles solares.

**Figura 14.**

*Asistentes del parque podando árbol cercano a la ubicación de los paneles solares.*



*Nota:* Fuente: Elaboración propia.

### ***Materiales y Equipos Utilizados***

*Tabla 1.*

*Materiales de ferretería.*

<b>Materiales de ferretería</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Tubo Conduit 1/2 pulgada x 3 metros	27 unidades	27 unidades x 3m c/u
Uniones (30 unidades)	30 unidades	Uniones en PCV 1/2"
curvas (10 unidades)	10 unidades	Curvas eléctricas de 1/2"
Pegamento PVC	1 frasco	agua fría 16 onzas (1/8 galón)
Amarres	paquete	Amarres Plásticos Abrazadera 30 cm Paquete X 100

*Tabla 2.*

*Materiales Eléctricos.*

<b>Materiales eléctricos</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Cable 2x16 encauchetado	120 metros	AWG PVC/Nylon/PVC 90°C
Reflector led 30W	5 unidades	Reflector led jetta sensor outdoor 30W
Cable # 6	3 metros	Cable de Cobre Aislado No. 6
Cable #12	1 rollo	Rollo cable de Cobre Aislado No. 12 x100m
Varilla de cobre	1 unidad	polo a tierra
Rollo cinta aislante negro	1 rollo	Cinta aislante eléctrica de PVC
Rollo de cinta aislante rojo	1 rollo	Cinta aislante eléctrica de PVC
Caja combinadora solar	1 unidad	Cajuela para equipos de control y regulación

*Tabla 3.*  
*Materiales y equipos kit solar.*

<b>Materiales y equipos kit solar</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Panel solar policristalino 150W	2 unidades	Dimensiones <b>1485</b> x 668 x 35(mm)
Inversor de onda modificada	1 unidad	Belt 12V 800w
Set de conectores MC4Y	2 unidades	Conector de acople tipo MC4 hembra y macho
Controlador MPPT 20A 12/24V	1 unidad	controlador de carga, MPPT 120D -USB Dual
Batería MT122050 12V205Ah	1 unidad	Batería de gel MT122050
Cable solar 6mm	12 metros	Cable fotovoltaico 6mm
Cable soldador # 4	4 metros	Cable Soldador 4 AWG para paneles solares
Breaker Chint 1x40A	1 unidad	Breaker Riel Chint 1X40A
Breaker Chint 1x63A	1 unidad	Breaker Riel Chint 1X63A
Breaker Chint 1x20A	1 unidad	Breaker Riel Chint 1X20A

*Tabla 4.*  
*Materiales para anclaje de los paneles y batería.*

<b>Materiales para anclaje de los paneles y batería</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Terminal tubular 4AWG día ¼ gris	6 unidades	Terminales de barril largo 6mm
Estructura CR pinza final 35mm	8 unidades	Pinza terminal de 35mm alurack
Estructura ALURACK L	8 unidades	permite dar más altura a la estructura

Riel de aluminio anodizado	4.2 metros	Perfil Riel #4 everest para panel solar
Tornillería	Paquete	Torillos para fijación
Cajuela de rejilla	1 unidad	Caja metálica para resguardo de la batería

*Nota: Fuente: Información tomada de las facturas de cada proveedor.*

## Capítulo 2

### Marco Teórico y Estado del Arte

En Colombia la producción de energía primaria proviene de la hidroelectricidad, por la abundancia de agua en la mayoría de las zonas del país, y en segundo lugar de los combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón), cuyas reservas ya se están agotando. Por eso el gobierno nacional en los últimos años ha invertido en el desarrollo y aplicación de tecnologías alternativas de producción de energía, que funcionen con recursos renovables para solucionar el problema de la crisis energética mundial y contribuir a un medio ambiente más limpio.

(Área metropolitana Valle de Aburrá, 2019)

Las energías renovables cubren actualmente el 20% del consumo mundial de electricidad. La investigación, el desarrollo y la innovación es el ramo de celdas solares fotovoltaicas y sus aplicaciones tiene cada vez un mayor interés e impacto en el ámbito internacional debido a sus 34 bondades; un sistema que genera electricidad sin contaminar no lleva componentes de fricción, es modular, silenciosa y genera aún con luz difusa. (Ministerio de minas y energía, 2015)

### **Fuentes de energía no renovable**

Se caracterizan por ser consumidas en un periodo de tiempo muy inferior al necesario para su formación. Los inconvenientes que se derivan de su utilización son el agotamiento del recurso mismo, la contaminación ambiental y los desastres que provocan. Particularmente preocupa la emisión de gases contaminantes de efecto invernadero y las consecuencias climáticas que conlleva. Las fuentes de energía fósiles más conocidas son:

- **Petróleo:** formado por hidrocarburos que están compuestos por hidrógeno y carbono, de fácil extracción, manejo y transporte.
- **Gas natural:** es una mezcla de hidrocarburos al igual que el petróleo y su existencia se debe a la acción bacteriana de miles de años bajo la tierra.  
(Ecolimpio Servicios Ambientales, 2020)
- **Carbón:** formada por roca de carbono y otras sustancias, suministra el 25% de la energía primaria consumida a nivel mundial solo por detrás del petróleo.  
(Holgado Secas Hector, 2012)
- **Energía nuclear:** Pueden ser el uranio, plutonio o cualquier elemento químico visible adecuado para la operación de reactores.

### **Fuentes de energía renovable**

Son fuentes de energía limpias, inagotables y crecientemente competitivas. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo porque no producen gases de efecto invernadero (causantes del cambio climático) ni emisiones contaminantes. Además, sus

costes evolucionan a la baja de forma sostenida, mientras que la tendencia general de costes de combustibles fósiles es la opuesta, al margen de su volatilidad coyuntural.

(Cuevas, 2017)

Según estadísticas que refleja el estudio realizado por la Agencia Internacional de la Energía (AIE) en 2015, el crecimiento de las energías renovables representa casi la mitad de la nueva capacidad de generación de eléctrica instalada en 2014, toda vez que se han constituido en la segunda fuente global de electricidad, solo superada por el carbón.

Las fuentes de energías renovables más conocidas son:

- Energía eólica
- Energía solar térmica
- Energía solar fotovoltaica
- Energía hidráulica o hidroeléctrica
- Energía geotérmica
- Energía mareomotriz

Para el desarrollo de este proyecto se empleará la fuente de energía solar. El desarrollo de dicha energía está delimitado por la intensidad y los ciclos de la radiación solar captada por la superficie terrestre, las condiciones meteorológicas existentes y la posibilidad de convertir esta radiación en calor o electricidad.

Ley de Stefan-Boltzmann

$$E = \sigma * T^4$$

Donde

*E = energía por unidad de área y tiempo*

$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} . m^2 . K^{-4} . S^{-1}$  constante de Stefan-Boltzmann

*T = temperatura absoluta*

(Rochín, 2015)

La utilización de la luz solar como fuente de energía puede ser térmica o fotovoltaica; la diferencia entre una u otra forma de conversión reside en el hecho de que el módulo fotovoltaico convierte la luz solar en electricidad para cada intervalo de frecuencia, mientras que el cuerpo que absorbe la luz se calienta emitiendo radiación de acuerdo con la ley de Stefan-Boltzmann

(Vallina, 2018)

La unidad de medida de la radiación solar en el Sistema Internacional es el Wh/m<sup>2</sup>. La caracterización de la radiación solar disponible en un lugar de interés resulta esencial para el desarrollo de un proyecto de energía solar. (Guevara, 2015)

### **Usos de energía solar**

Como se ha mencionado antes, la transformación de la energía solar en calor es conocida como energía solar térmica y consiste en explotar la radiación solar para procesos de calentamiento de fluidos adaptados en captadores según el fin para el cual sean destinados, ejemplo de esto es el agua caliente sanitaria y los sistemas de calefacción. (Méndez & Cuervo, 2007). El uso de la energía solar de interés en el desarrollo de este proyecto es la basada en su transformación a electricidad, conocida como energía solar fotovoltaica que utiliza células

fotovoltaicas integrantes de módulos solares para destinar el recurso según la forma de aprovechamiento que se adapte mejor a las necesidades de la población a la cual va a suplir.

Sus ventajas son de gran interés en el campo de la ingeniería ambiental pues su fuente de recurso es inagotable, es una energía limpia al no tener gran impacto ambiental y no producir residuos perjudiciales para el ecosistema, sus costos de mantenimiento son bajos, posee alta confiabilidad para funcionar por largos periodos de tiempo y es un tipo de energía descentralizada.

(Guevara, 2015)

### **Energía solar fotovoltaica**

La energía solar puede ser aprovechada en forma de energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico a través de sistemas solares definidos como “un conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que concurren para captar la energía solar disponible y transformarla en utilizable” (Méndez, 2011)

### **Sistema solar fotovoltaico**

Un sistema fotovoltaico es un dispositivo que, a partir de la radiación solar incidente, genera energía eléctrica que puede ser fácilmente aprovechada, sus ventajas radican en baja necesidad de mantenimiento, se considera que en el proceso de generación de la energía no es contaminante, la luz solar necesaria para su funcionamiento es gratuita y hasta el momento considerada inagotable Según la estructura física del sistema fotovoltaico este se puede clasificar como un sistema aislado o conectado a la red. (Martínez, 2012)

### **Hora sol pico (HSP)**

También conocidas como horas efectivas de sol, es el resultado de la irradiación en un intervalo de tiempo de un día, sirven para calcular cuanta energía va a generar un panel solar a lo largo de un día y con este valor se puede interpolar para obtener las HSP en semanas, meses, años o para estimar cuanta energía puede generar un panel durante su vida útil.

La generación en un panel llega a su pico más alto al momento que incide sobre este una irradiancia de  $1000\text{W/m}^2$  para una irradiancia diferente en una hora del día la potencia generada es directamente proporcional a la irradiancia instantánea.

(Alvarado, 2015)

A continuación, se describirán los elementos que componen este sistema:

#### **Panel Fotovoltaico**

Como estructura sólida y manejable, el panel proporciona a las celdas una resistencia mecánica, las mantiene aisladas de los factores ambientales o meteorológicos, las protege de los golpes o impactos externos, lo que prolonga su durabilidad y provee seguridad tanto al personal que la manipula como a los que se encuentran dentro de su entorno.

El montaje del panel fotovoltaico se construye con el fin de mantener los módulos en el lugar a la intemperie donde recibirán la radiación solar para convertirla en energía eléctrica; el diseño de esta estructura busca maximizar la generación a través de obtener el modo óptimo en la inclinación, la orientación y la presencia o ausencia de sombras, entre otros. (Guevara, 2015)

## **Tipos de paneles**

Estos se clasifican de acuerdo con las células que los conforman:

- De Células de silicio monocristalino

Estas células están hechas de silicio monocristalino puro. El silicio tiene una única estructura de red cristalina continua casi sin defectos o impurezas. La principal ventaja de las células monocristalinas es su alta eficiencia, que es típicamente alrededor de 15%. La desventaja de estas células es que se requiere un complicado proceso de fabricación para producir silicio monocristalino, que se traduce en costes más altos que los de otras tecnologías. (Guevara, 2015)

- De Células de silicio policristalinas

Las células policristalinas se producen utilizando numerosos granos de silicio monocristalino. En el proceso de fabricación, el silicio policristalino fundido se cuela en lingotes, que posteriormente se cortan en obleas muy delgadas y ensamblan en células completas.

(Guevara, 2015)

- **Inversor**

Este componente es necesario debido a que el sistema fotovoltaico genera corriente continua (DC) y para el aprovechamiento de la corriente a suministrar esta debe ser alterna (AC) como la que normalmente utiliza la red eléctrica tradicional. Hay dos tipos de inversores de conexión a red, que dependen del tipo de red a la cual se va a conectar, inversor central o trifásico e inversor modular o monofásico. (Guevara, 2015)

- Inversor central: se dispone de un único inversor para la instalación fotovoltaica, el cual generalmente es trifásico y de alta potencia.

- Inversor modular: poseen potencias entre 1 y 5 kW, siendo, generalmente, monofásicos.

#### Conexión de la instalación

- Conexión en serie

Como respuesta de esta conexión, la tensión corresponde a la suma de las tensiones de los paneles conectados, pero la intensidad de corriente (I) será la dada por uno de.

- Conexión en paralelo

En esta, la tensión equivale a la tensión del módulo, pero la intensidad de corriente resultante corresponde a la sumatoria de las intensidades de los módulos.

(Guevara, 2015)

- **Controlador o regulador**

El regulador de carga es el componente responsable de controlar el buen funcionamiento del sistema evitando la sobrecarga y descarga de la batería, proporcionando alarmas visuales en caso de fallas del sistema. Así se asegura el uso eficiente y se prolonga su vida útil. (Orbegozo Carlos, 2010)

- **Batería(s)**

La batería es uno de los componentes más importantes del sistema; tiene como función almacenar la electricidad generada por el módulo y suministrarla a los equipos cuando lo necesiten. Están diseñadas únicamente para utilizarla en sistemas fotovoltaicos. Es necesario proteger la batería colocándola sobre una base de madera e instalarla en un lugar protegido, ventilado y donde no le llegue el sol, existen varios tipos de batería que puede servir para estos fines. En los sistemas fotovoltaicos se usa comúnmente las baterías de plomo-ácido.

La capacidad de una batería se mide en amperios-hora (Ah). Esto indica la cantidad de energía que puede generar una batería antes de descargarse completamente (observe que la unidad amperios-hora no es realmente una medida de energía; para convertir amperios-hora a energía en watts-hora, multiplíquelos por el voltaje de la batería). (Orbegozo Carlos, 2010)

- **Cables de conexión**

Este componente hace posible el transporte de la corriente total dentro del sistema fotovoltaico incluyendo las pérdidas, pues es ineludible que una parte de la energía se disipe en forma de calor debido a que la resistencia eléctrica no es nula. (Piedrafita, 2012)

- **Estructura soporte**

- Estructura fija

Esta estructura se encuentra siempre orientada a la misma dirección y en el proceso de fijación se busca obtener la orientación e inclinación óptima. La orientación ideal es hacia el Sur o el Ecuador.

- Estructura móvil o de seguimiento

Esta estructura permite a los paneles seguir la trayectoria del sol durante todo el año y durante todo el día para aumentar la producción eléctrica del sistema. (Guevara, 2015)

### **Dimensionado del sistema:**

La demanda energética al ser cubierta por el sistema solar fotovoltaico se calcula mediante el inventario de dispositivos que requieren de energía eléctrica para su funcionamiento en el lugar de interés.

- Potencia promedio

La potencia se mide en vatio (W) o en kilowatts (kW) y está registrada en la placa de especificaciones técnicas de cada artefacto o en el manual del usuario.

- Potencia total

De acuerdo a la cantidad total de unidades se calcula la potencia total según la potencia individual.

*Ecuación 2 Potencia total*

$$Potencia\ total\ W = Potencia\ promedio\ (W) \times Cantidad$$

- Horas de uso al día

Este parámetro es aproximado y se obtiene según conocimiento de los habitantes constantes de la granja complementado con observación de los autores al momento de construir el inventario.

- Consumo diario promedio (W/día)

Será el resultado de multiplicar la potencia total (W) por las horas de uso al día (h). La cantidad de energía eléctrica consumida por un aparato. permite establecer los costos facturados por las compañías eléctricas, mediante la siguiente expresión.

*Ecuación 3 Energía consumida por cada aparato eléctrico*

$$**E consumida por unidad** = P(kW) \times t(h)$$

Donde:

- E= Energía consumida = kWh
- P= Potencia nominal del equipo (kW)
- t= tiempo diario de uso en horas al día.
- Energía total consumida simultáneamente.
- Factor de simultaneidad.

Teniendo en cuenta que en términos de satisfacción de la demanda es poco probable que se presente un escenario en el que todas las unidades eléctricas estén en funcionamiento al mismo tiempo, es necesario aplicar un factor de simultaneidad. Este factor será 100% cuando se considera que la cantidad total de unidades eléctricas es usada en un mismo momento, 50% cuando ocurre con la mitad de estas.

El valor que toma este factor depende necesariamente de una determinación subjetiva por parte de las investigadoras en conjunto con los propietarios de la Granja quienes son los que conocen a fondo la situación de funcionamiento real por lo que este valor resulta de una estimación debida a la experiencia (Ministerio de industria energía y turismo - España, 2013).

*Ecuación 4 Energía consumida al aplicar el factor de simultaneidad (fs)*

$$E_{consumida}(fs) = E_{consumida} * Factor_{simultaneidad}$$

### **Orientación e inclinación de los paneles solares fotovoltaicos**

La cantidad de energía que incide sobre los paneles depende de su orientación respecto del sol, en general tienden a orientarse al ecuador. Para paneles ubicados en el hemisferio norte la orientación es hacia el sur y los ubicados en el hemisferio sur deben orientarse hacia el norte (Prat, 2012) para que durante el día se obtenga la mayor cantidad de radiación posible. Para Colombia por estar en el hemisferio norte (por encima del Ecuador) la orientación de los paneles es hacia el sur. Para alcanzar la mayor incidencia de energía sobre el panel, la radiación solar debe ser perpendicular a la superficie de este.

En una instalación fija, se determina la inclinación óptima para todo el año y con esto se recibe la potencia media anual máxima posible.

En países cercanos al ecuador, las consecuencias de desviaciones de la inclinación óptima son poco importantes.

(Orbegozo, 2010)

En países tropicales se usa una inclinación fija para paneles para todo el año, dicha inclinación es igual a la latitud del sitio, aunque no debe ser menor a 10° para impedir la acumulación de polvo y agua sobre su superficie.

La latitud en Colombia se encuentra entre 4° 12' 19" Sur en Leticia y 12° 26' 46" Norte en Punta Gallina, Guajira, la inclinación del panel esta entre 10 y 15° con respecto a la horizontal, fijando una única inclinación del panel para el año, teniendo en cuenta que el sol no se aparta mucho del zenit en el medio día solar. (Guevara, 2015)

**Figura 15.***Latitud y ángulo de inclinación*

<b>Latitud del lugar</b>	<b>Ángulo de inclinación del módulo</b>
De 0° a 15°	15°
De 15° a 25°	El mismo que la latitud
De 25° a 30°	Latitud + 5°
De 30° a 35°	Latitud + 10°
De 35° a 40°	Latitud + 15°
Más de 40°	Latitud + 20°

Fuente: (Guevara, 2015)

- **Rendimiento y vida útil de los paneles solares**

La vida útil de un panel determina la cantidad de años que puede estar en correcto funcionamiento y viene determinada por su fabricante. En este caso, los paneles objeto de estudio presentan una vida útil de 25 años.

- **Mantenimiento y limpieza del sistema**

La exposición de la superficie de los módulos al polvo seco y a la tierra puede reducir la transmisión de luz y energía. Es preciso determinar la frecuencia de limpieza de los módulos fotovoltaicos, la cual para lugares donde la lluvia se presente en suficientes cantidades, esta puede eliminar la suciedad casi tan efectivamente como la limpieza manual. (Guevara, 2015)

Entre otras labores que se requieren sobre los paneles están “la verificación de los elementos de sujeción y conexión, el estado de degradación de los elementos constructivos y comprobación del estado de la red para proteger de sobretensiones” (Osorio, 2017)

### **Impactos ambientales de la energía solar fotovoltaica**

Las instalaciones solares tienen un impacto ambiental comparativamente mucho menor que otras fuentes de energía. Los principales efectos ambientales negativos se presentan en la fase de fabricación y desmantelamiento de los módulos solares encontrándose entre otros el “consumo de recursos energéticos y no energéticos, uso del terreno, emisiones de sustancias contaminantes causadas por la utilización de los recursos, impacto visual, etc.”

(Guevara, 2015)

Entre las ventajas de la generación de energía a partir de sistemas solares se encuentra la elevada calidad energética, la preservación de las características del entorno donde son instaladas, la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, que de acuerdo con fuentes del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, “cada kWh generado con energía solar fotovoltaica evita la emisión a la atmósfera de aproximadamente un kilo de CO<sub>2</sub> comparándolo con la generación eléctrica con carbón y aproximadamente 400 gramos de CO<sub>2</sub> en el caso de compararlo con la generación eléctrica con gas natural” (Alcívar, 2016)

### **Reciclaje de paneles fotovoltaicos**

El desmantelamiento y disposición de los módulos fotovoltaicos es la siguiente etapa de su existencia que produce un impacto ambiental negativo debido a los componentes con los que fueron fabricados que representan materiales peligrosos de ser dispuestos.

Por esta razón y gracias a las innovaciones tecnológicas, el reciclaje de los módulos es una opción de recuperación de un 80 a 85% del material semiconductor y de la superficie de vidrio de la que están compuestos.

De este modo se hace preciso que en la planeación energética del país se considere la instalación de otras fuentes de energía para lograr diversificar la canasta de la matriz eléctrica con el fin de garantizar que el suministro sea confiable a partir del principio de desarrollo sostenible. De acuerdo con el Plan de Expansión de Referencia Generación- Transmisión 2011-2025 se requiere un incremento de la capacidad instalada actual de un 60% para cubrir la demanda en el futuro; en razón a lo anterior se vuelve urgente realizar un aprovechamiento del potencial que posee el país en energías renovables.

(Guevara, 2015)

### **Energía solar fotovoltaica en Colombia**

La generación de energía eléctrica para Colombia en el año 2010 fue de 56.887,6 GWh, la cual representa un incremento respecto al año 2009, del 1,6% (55.965,6 GWh) (Ministerio de Minas y Energía, 2011), debido principalmente al crecimiento de la demanda. Colombia tiene un gran potencial en energías renovables como la solar, eólica, biomasa y geotérmica debido a su posición geográfica, a su clasificación de velocidad de los vientos, a la presencia de fuentes potenciales de energía geotérmica distribuidos sobre todo el país y a los residuos agrícolas producidos.

El país ingresó a la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), confirmando que desarrolla tecnologías orientadas a la producción más limpia y amigable con el ambiente. Su ubicación en la zona ecuatorial posibilita contar constantemente con radiación solar en ciertas partes del territorio, con un valor medio de 4.5 kWh/m<sup>2</sup>. Teniendo en cuenta lo anterior, el incremento de la posibilidad de aprovechar el potencial renovable con proyectos en diferentes áreas del país, puede posicionarlo como líder en Suramérica. (Ruíz, 2014)

Desde el punto de vista de los recursos disponibles en Colombia se han desarrollado estudios importantes de evaluación de fuentes potenciales de energías renovables que representen un aumento en la capacidad de producción eléctrica en el país. (Horta, 2005)

### Capítulo 3

#### Análisis de Resultados y Propuesta Ingenieril

Para la descripción de este capítulo se tuvo en cuenta el desarrollo de cada una de las fases del proyecto. Inició con el estudio de las condiciones meteorológicas de la zona, estos datos nos permitieron estimar los intervalos de producción solar y el tiempo de iluminación nocturna necesario.

Una vez seleccionada la ruta de conexión se realizó el labrado de la tierra para conducir el cableado subterráneo como se puede apreciar en la figura 15, esto con la intención de evitar realizar el cableado aéreo y no interferir en la naturaleza del espacio.

#### Figura 16.

*Inserción de tubería subterránea para el cableado de los reflectores.*



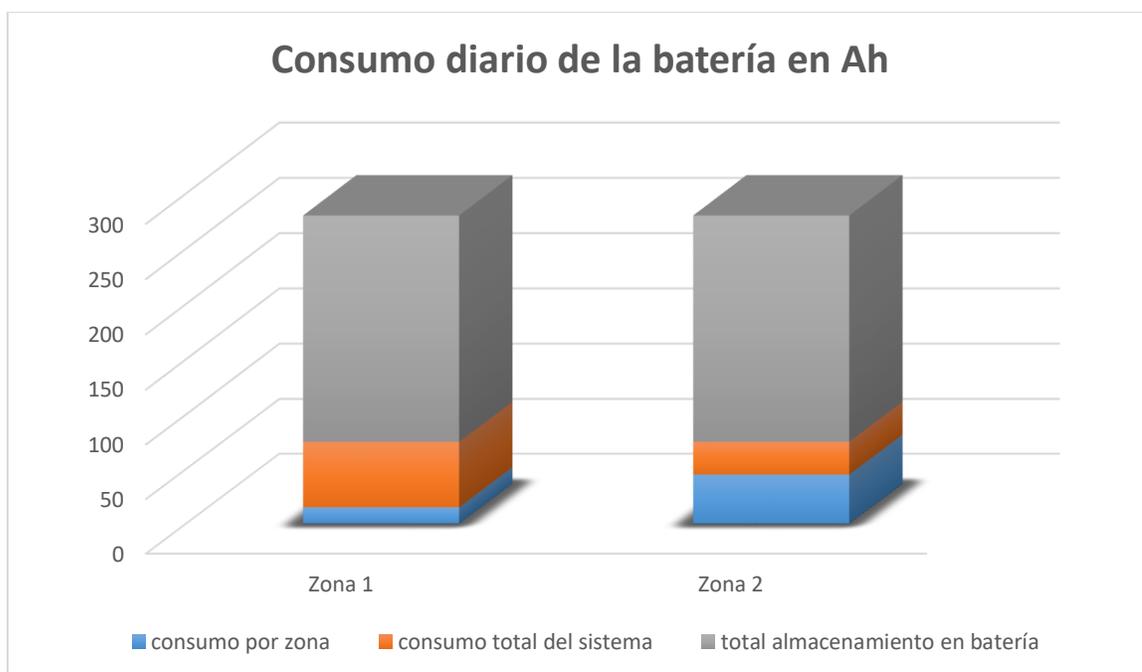
*Nota:* Fuente: Elaboración propia.

La fase #2 estaba determinada por el estudio energético en los senderos del parque teniendo en cuenta que se pretendía alimentar 5 reflectores LED de 30w, que hacen parte de los sistemas no convencionales de iluminación, con un alto nivel de eficiencia.

la selección de los equipos y el acople del sistema en la práctica descargan el banco de baterías un 35% de su carga neta lo cual beneficia la vida útil del banco la cual oscila entre 7 y 10 años. En el siguiente gráfico se logra apreciar el consumo diario por cada zona (color azul) respecto a la recolección total del sistema que es de 75Ah y se ilustra en la barra naranja. El espacio gris ilustra la capacidad máxima de almacenamiento del banco de baterías(205Ah).

**Figura 17.**

*Análisis gráfico – consumo diario banco de baterías.*



*Nota:* Fuente: Elaboración propia.

En la figura 16 y 17 se logra apreciar el diseño y la conexión de los equipos reguladores que son los encargados de realizar la ruta de alimentación energética.

**Figura 18.**

*caja combinadora solar, en ella los equipos reguladores de energía y breakers de protección.*



**Figura 19.**

*Caja combinadora y anclaje de caja de seguridad para banco de batería*



*Nota:* Fuente: Elaboración propia.

Con las pruebas realizadas después de la instalación del sistema energético se logró apreciar la diferencia significativa en los senderos del parque Biotemático de Megua pues pasaron de estar completamente a oscuras a tener el beneficio de esta nueva alternativa energética que con el correcto uso y mantenimiento puede llegar a alcanzar el tiempo de vida estimado que es alrededor de 20 a 25 años.

Las figuras 19 y 20 señalan el montaje y verificación de la instalación de los reflectores Led de 30W ubicados de forma aérea en los troncos de arboles que están ubicados en los senderos seleccionados a una altura de 2.50 metros.

**Figura 20.**

*Ubicación de reflectores en arboles (zona 1).*



*Nota:* Fuente propia.

**Figura 21.**

*ubicación de reflectores en arboles (zona 2).*



*Nota:* Fuente propia.

Ya ha pasado algún tiempo desde la implementación de este sistema tecnológico (Mayo - 2021) y los habitantes del parque manifiestan que el cambio ha sido muy notorio pues han pasado de tener senderos completamente a oscuras por las noches a verse beneficiados por una alternativa eficiente que no les representa ningún gasto económico.

También este análisis permite ver cuál es el costo-beneficio desde el ahorro económico teniendo en cuenta que:

En la zona en la que está ubicado el sistema la tarifa de 1KWh esta alrededor de \$711 pesos según las resoluciones 024 Y 070 DE 2021 de la Comisión de Regulación de Energía y Gas. (ACOPI, 2021)

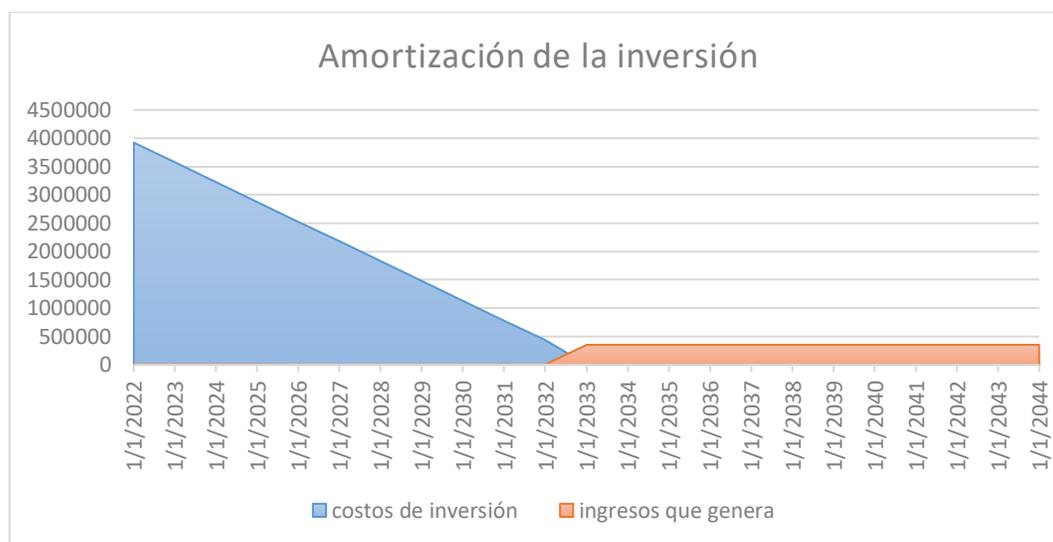
Acercando estas cifras a la producción energética que suministra el sistema, que es en promedio 1.5 KWh/ día el parque Biotemático se estaría ahorrando a diario \$1066.5 pesos, mensualmente \$31.995 pesos y anualmente \$ 383.940 pesos (aproximadamente) en su factura de energía.

Esta intención disminuye costos económicos a futuro y mejora la calidad de vida de los seres y del mismo planeta.

Con el siguiente gráfico se evidencia la amortización de la inversión del proyecto, esto con la intención de ilustrar la rentabilidad del sistema.

### Figura 22.

*Análisis gráfico – amortización de la inversión*



*Nota:* Fuente: Elaboración propia.

## Capítulo 4

### Conclusiones

La valoración general de los resultados obtenidos determina el éxito y la culminación de los objetivos planteados tanto en los beneficios ambientales que acarrea el uso de energías amigables con el planeta como el beneficio directo obtenido en el lugar que fue empleada esta alternativa mejorando las limitaciones energéticas que presentaban en el Parque Megua.

Se logró en el diseño la disminución de la potencia consumida por cada reflector, la eliminación de cables aéreos, y una notable mejora en los resultados respecto a como se encontraban los senderos antes de la implementación en términos de visibilidad en horas nocturnas.

La amortización de la inversión se tomará 10 años dado que la producción y consumo de energía es bajo, sin embargo, el tiempo de vida estimado del sistema energético ronda entre los 20 y 25 años con el correcto mantenimiento de los equipos.

La metodología investigativa aplicada implementando tecnología facilitó e hizo más ágil el camino a la puesta en marcha de lo proyectado al inicio del trabajo confirmando que el buen uso tecnológico acarrea grandes beneficios para la humanidad y la vida en el planeta.

Se comprueba que promover estas iniciativas en lugares que muestren el beneficio de impulsar políticas de apoyo en pro del ambiente permiten y abren paso a la introducción de estas alternativas limpias en el ámbito energético.

Con esta implementación se muestran todos los beneficios de utilizar energías limpias, ya que:

- Es renovable.
- Es una fuente de energía ilimitada.
- Es la fuente de energía más limpia y no pone en peligro ni incrementa el calentamiento global, debido a que no produce gases de efecto invernadero ni subproductos peligrosos para el medio ambiente.
- Se puede producir energía limpia que resulta más económica que la que se adquiere por medio de la red.
- Contribuye al desarrollo sostenible.
- Reduce el uso de combustibles fósiles.
- Reduce las importaciones energéticas.

## Capítulo 5

### Recomendaciones

Determinar que se desea alimentar al querer implementar un sistema de generación y recolección energética. Existen 2 alternativas, sistemas OFFGRID y sistemas ONGRID.

El sistema OFFGRID es una instalación independiente pues su única fuente es la recolección de energía en el banco de baterías mientras que el sistema ONGRID se complementa de la red pública permitiendo alternar estas dos fuentes.

En el montaje de los paneles es importante evitar cualquier tipo de sombra o caída de hojas encima de los paneles solares porque impedirían la captación de energía requerida, también es necesario establecer una ubicación sólida y segura para el anclaje de la base de los paneles y tener presente la inclinación ideal de los paneles solares.

Para la instalación es importante marcar la polaridad de los cables, tener en orden las conexiones para evitar pérdidas en los equipos mientras se culmina el montaje. También proteger el circuito en la interconexión de los equipos con elementos de protección como breakers o interruptores eléctricos teniendo en cuenta el amperaje del equipo a conectar.

## Bibliografía

- ACOPI. (2021). *TARIFAS Y APROBACIÓN POR AIR-E E.S.P. SEGÚN RESOLUCIONES 024 Y 070 DE 2021 - Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG*. Barranquilla, Colombia: ACOPI ATLÁNTICO.
- Alcívar, J. (2016). *Generación fotovoltaica en el cantón Santa Rosa reducción de las emisiones de dióxido de carbono*.
- Alvarado, C. (2015). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN AUTOSUSTENTABLE FOTOVOLTAICO PARA UNA PARADA DE BUSES Y SU VALLA INFORMATIVA DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE DE CUENCA*. Cuenca.
- Área metropolitana Valle de Aburrá. (2019). Energías renovables.
- ASOCIADOS, E. L. (3 de MAYO de 2019). *MARCO JURÍDICO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN COLOMBIA*. Obtenido de ESTUDIO LEGAL HERNÁNDEZ ABOGADOS Y ASOCIADOS: <https://estudiolegalhernandez.com/energia/marco-juridico-de-las-energias-renovables-en-colombia/>
- Barbosa, J. (2014). *ILLUMINATION WITH PHOTO-VOLTAIC ENERGY*. Bogotá: Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales (UECCI).
- Cuevas, I. (2017). Tecnologías verdes: energías renovables como una alternativa sustentable para México. *Memoria del XI Congreso de la Red Internacional de Investigadores en*, 19.
- Ecolimpro Servicios Ambientales. (17 de August de 2020). *Ecolimpro*. Obtenido de <https://ecolimpro.com.mx/tipos-de-energia-diferencias-entre-renovables-y-no->



- Osorio, D. (2017). *PLAN DE MANTENIMIENTO DE PANELES SOLARES EN PLANTA FOTOVOLTAICA DOÑA CARMEN DE LA LIGUA*.
- Piedrafita, J. (2012). *Optimización, análisis de factibilidad y diseño de un sistema híbrido renovable aislado para la producción de energía eléctrica en la Laguna Colorada (Bolivia)*. Laguna Colorada - Bolivia.
- Rochín, V. R. (2015). Radiación de Cuerpo Negro. En V. R. Rochín. México D.F.
- Ruíz, P. (2014). *Análisis de las ventajas comparativas y competitivas de Colombia en la Producción de Biocombustibles en la región*. Panamá.
- Sylvania Colombia. (2019). *Product*. Obtenido de <https://sylvania-colombia.com/product/led-reflector-jeta/>
- Universidad de la costa. (25 de Noviembre de 2015). *CUC*. Obtenido de <https://www.cuc.edu.co/noticias/67-generales/2955-estudiantes-de-administracion-ambiental-en-el-parque-biotematico-megua>
- Vallina, M. M. (2018). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Madrid: Ediciones Paraninfo SA.
- XENARC Technologies. (2017). *XENARC Technologies*. Obtenido de <https://www.xenarc.com/ip65-ingress-protection-touchscreen-lcd-monitor-solutions/>

## Anexos

### Anexo 1.

*constancia de la existencia y aceptación del proyecto implementado en el parque Megua:*



"Una Aventura donde la Naturaleza y el Conocimiento se encuentran".

Barranquilla, Diciembre 29 de 2020

Señores  
 MINISTERIO DE CIENCIAS, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN  
 PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
 VICERRECTORÍA ACADÉMICA – DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA  
 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE

Asunto: *Certificación de productos protegidos por secreto empresarial.*

Cordial saludo,

Por medio del presente documento brindo constancia de la existencia de los siguientes productos tecnológicos resultados del proyecto de investigación e innovación *Desarrollo Tecnológico e Innovación en el Parque Biotemático Megua – Fase I.*

- Prototipo industrial SE-PI-180-01: Prototipo de dispensio de alimento automatizado para los animales en cautiverio en el Parque Biotemático Megua.
- Prototipo industrial SE-PI-180-02: Prototipo electrónico e inalámbrico de sensado y registro de variables físicas en plantas domésticas del Parque Biotemático Megua a través de la aplicación móvil Caribe Smart Plants.
- Prototipo industrial SE-PI-180-03: Prototipo base de carga inteligente para dispositivos electrónicos alimentada con energía renovable – Sombrilla de carga solar.
- Prototipo industrial SE-PI-180-04: Prototipo de luminario alimentado por energía solar al interior del Parque Biotemático Megua.

El proyecto en mención se desarrolló en compañía con el programa de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Autónoma del Caribe con NIT 890.102.572-9, proyecto radicado en la Dirección de Investigación y Transferencia bajo el número de radicado PRVINT-180-2020, con una inversión de \$622.411.920 y con un periodo de ejecución de 37 meses desde 01 febrero de 2018.

Es decisión del Parque Biotemático Megua S.A.S. identificado con NIT 901.315.968-5 que el diseño conceptual, desarrollo e implementación de los productos aquí enlistados no serán sometidos a procesos de divulgación externos a los miembros activos en el desarrollo del proyecto como política

Finca Megua, Km. 14 Vía La Cordialidad –Galapa – Atlántico.  
 3126540325 – 3002700544  
[parquemegua@gmail.com](mailto:parquemegua@gmail.com)



"Una Aventura donde la Naturaleza y el Conocimiento se encuentran".

de protección de la ingeniería desarrollada. Reconociendo el desarrollo de los prototipos como secreto empresarial.

El equipo de investigación que se integró para cada desarrollo de los prototipos anteriormente enlistado está conformado por:

Investigador	Identificación (CC)	Prototipo 1	Prototipo 2	Prototipo 3	Prototipo 4
Meglys Pérez Bernal	1.082.862.905	X	X	X	X
José Escorcía Gutierrez	85.479.904	X	X	X	X
Gisella Borja Roncallo	22.733.118	X		X	
Jose Ledesma León	72.257.872	X	X		X
Evert de los Ríos Trujillo	72.007.928			X	
Saling Pallares Escorcía	72.291.009	X	X		X
Glayder Vilorio Galardo	72.236.325			X	
Fernando Arteta Valega	1.048.220.072	X			
Luis Vera Afanador	1.140.892.396	X			
Dairo Meriño Jaimés	1.234.088.332		X		
Daniel Díaz Daza	1.143.462.553		X		
Luis Escorcía Varela	1.045.680.823			X	
Nelson Cantillo Guerrero	1.129.531.901			X	
Carolina Lapeira Padilla	1.047.235.957				X
Carlos Vanoy Gabozón	1.045.689.159				X

Cordialmente,

Iader Lamilla Tovar  
 C.C.: 1.045.696.260  
 Representante Legal  
 Parque Biotemático Megua S.A.S.

Finca Megua, Km. 14 Vía La Cordialidad –Galapa – Atlántico.  
 3126540325 – 3002700544  
[parquemegua@gmail.com](mailto:parquemegua@gmail.com)

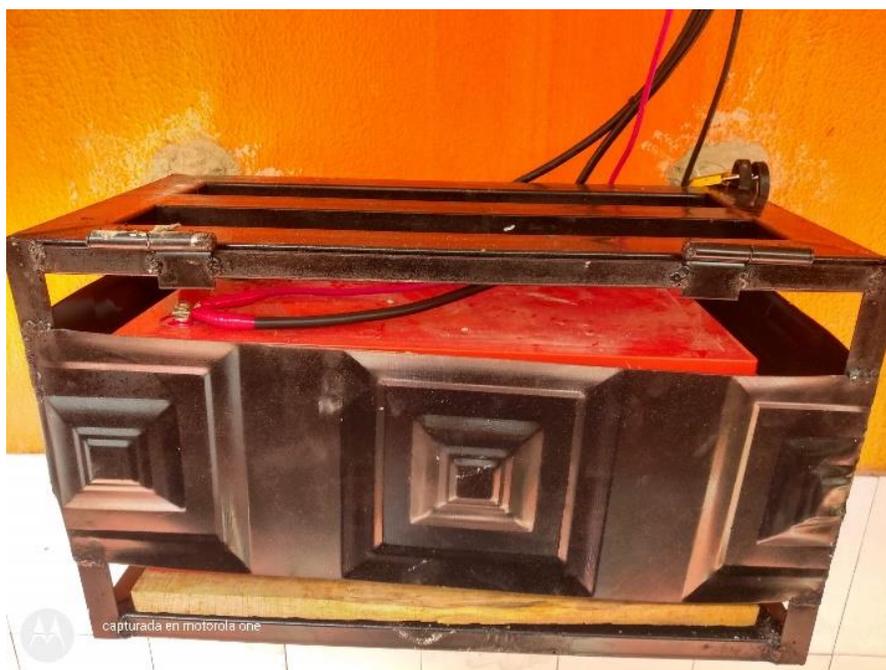
Se adjunta también enlace para poder tener acceso al documento en PDF:

<https://drive.google.com/file/d/1k3ZeXu0yUviwN6xUSGgEh42W9C67dXIQ/view?usp=sharing>

## Anexo 2.

*Imágenes del montaje de equipos:*

Rejilla para el banco de batería:



Ubicación de paneles solares:



Instalación de reflectores (zona 1)



Instalación de reflectores (zona 2)



**Anexo 3.***Presupuesto del proyecto:*

<b>Presupuesto del proyecto</b>			
<b>Materiales ferretería</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario + IVA</b>	<b>valor</b>
Tubería	27 unidades x 3m c/u	4700	126900
Uniones	30 unidades	400	12000
Amarres	1 paquete	8	8000
Curvas	10 unidades	500	5000
Pegamento SOLDIES ½	1 unidad	15500	15500
<b>Total valor</b>		<b>\$167,400.00</b>	
<b>Materiales eléctricos</b>			
<b>Materiales eléctricos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario + IVA</b>	<b>valor</b>
Cable 2x16 AWG PVC/Nylon/PVC 90°C	130 metros	2500	325000
Reflector led Jetta sensor outdoor 30W	5	45000	225000
Cable # 6	3 metros	4500	13000
Cable #12	rollo x100m	180000	180000
Varilla de cobre (polo a tierra)	1 unidad	120000	120000
Rollo cinta aislante negro	1 unidad	5000	5000

Rollo de cinta aislante rojo	1 unidad	5000	5000
Cajuela para equipos de control y regulación	1 unidad	50000	50000
Cajuela personalizada para banco de batería	1 unidad	90000	90000
<b>Total valor</b>		<b>\$1,013,000</b>	
<b>Materiales Kit solar</b>			
	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario + IVA</b>	<b>valor</b>
Panel solar Netion policristalino 150W	2 unidades	235000	470000
Inversor de onda modificada Belttt 12V	1 unidad	450000	450000
Set de conectores MC4Y hembra y macho	2 sets	38710	77420
Controlador MPPT 20A 12/24V	1 unidad	210000	210000
Batería MT122050 12V205Ah	1 unidad	900000	900000

Cable solar 6MM	12 metros	6433	77196
Cable soldador n°4	4 metros	15232	60928
Breaker Chint 1x40A	1 unidad	15470	15470
Breaker Chint 1x63A	1 unidad	15470	15470
Breaker Chint 1x20A	1 unidad	15470	15470
<b>Total valor</b>		<b>\$2,291,954</b>	
<b>Materiales anclaje paneles</b>			
	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario + IVA</b>	<b>valor</b>
Terminal tubular 4AWG día ¼ gris UL	6 unidades	4641	27846
Estructura CR pinza final 35MM	8 unidades	8568	68544
Estructura ALURACK L	8 unidades	10000	80000
Riel de aluminio anodizado de 4.2M	0.5 unidad	154700	77350
Tornillería	Set de tornillos	8330	8330
<b>Total valor</b>		<b>\$262,070.00</b>	

<b>Otros Gastos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario + IVA</b>	<b>valor</b>
Transporte al parque (visitas investigativas)	4 días	10000	80000
Transporte al parque (visitas de campo)	2 semanas	10000	200000
Transporte al parque (montaje de equipos)	1 día	80000	80000
Pago persona de apoyo (labrar el camino para tubería subterránea)	2 días	30000	60000
Gastos adicionales (Hidratación, almuerzos)	6 días	20000	120000
<b>Total valor</b>		<b>\$540,000.00</b>	
<b>Gran total:</b>		<b>\$4,274,424.00</b>	

## Anexo 4.

## Facturas y soportes:

**FERRETERIA LA PRINCIPAL DE GALAPA**

FERDIES s.a.s. NIT: 901127587 - 6  
 Direccion: CL 10 No 18-02 Galapa Telefono 3086477-322 6512856  
 Email: laprincipaldegalapa@hotmail.com

**COTIZACION No. 1002**

Cliente	CUANTIAS MENORES	NIT	222222222	VENDEDOR	V03 ELOBO
Direccion		Fecha Emision			07-dic-20
Ciudad	Telefono	Forma de Pago			Contado

Descripción	Cant	Valor Unitario	% Dcto	% IVA	Total
Tubo Conduit 1/2" Pesada	27,00	3.950	0	19%	106.639
Union Presion 1/2	30,00	336	0	19%	10.084
Codo Presion 1/2"	10,00	420	0	19%	4.202
Tee Presion 1/2	3,00	588	0	19%	1.764
SOLDIES 1/8	1,00	13.025	0	19%	13.025

OBSERVACIONES: Sirvase consignar a cuenta corriente Bancolombia # 53386550867 a nombre de FERDIES sas

SUBTOTAL	135.713
DESCUENTO	0
SUBTOTAL NETO	135.713
IVA	25.786
TOTAL DOCUMENTO	161.499



## Factura de venta

Documento No. 202121  
 Fecha de expedición 04/05/2021  
 Fecha de vencimiento 04/05/2021  
 Factura de venta original

JAIDER ANTONIO VILLALBA SALAZAR  
 CC 1082911261

CLIENTE  
 Carolina Lapeira Padilla  
 CC 1047235957  
 Cra 47 # 102-170 Apto 603  
 Torre 2, Barranquilla  
 Barranquilla  
 3017357912

Referencia	Item	Precio	Cantidad	Descuento	Total
Mtek-205AH	BATERIAS AGM LIBRE DE MANTENIMIENTO 12V 205AH	\$900,000	1		\$900,000
	Gabinete Metálico para equipos	\$50,000	1		\$50,000

Novcientoscincuentamil pesos



Moneda: COP  
 Fecha y hora de expedición: 2021-10-08T16:26:39  
 Tipo de factura: Factura de venta  
 Forma de pago: Contado  
 Medio de pago: Efectivo

Subtotal \$950,000

Total \$950,000

ACEPTADA, FIRMA Y/O SELLO Y FECHA

Observaciones

## Términos y Condiciones

Esta factura se asimila en todos sus efectos a una letra de cambio de conformidad con el Art. 774 del código de comercio. Autorizo que en caso de incumplimiento de esta obligación sea reportado a las centrales de riesgo, se cobraran intereses por mora.

CL 58#20B-09 / Barranquilla / +573023169065 / newnegocios2017@gmail.com

Autorizado mediante resolución N°1442

6/10/21 16:34

Colización • ISigo



**COMERCIALIZADORA DE ENERGÍAS  
RENOVABLES S.A.S**  
NIT 901.199.670-8  
calle 56 N 44-115  
Tel: (5) 3091953 - Ext. undefined  
Barranquilla - Colombia

**FACTURA PRO FORMA**

No. C-2-28

**Para :** CAROLINA LAPEJRA  
**Nit :** 1.047.235.957-4  
**Fecha :** 2021-05-04

Elaborado por Sigo S.A.S Nit: 830.048.145-8

Item	Código	Descripción	Cantidad	Vr. Unitario	Imppto. Cargo	Vr. Total	Imppto. Rete.
1	C24NTON0018V150	PANEL SOLAR NETION POLICRISTALINO 150W	2,00	235.000,00	0 %	470.000,00	0 %
2	IB12800	INVERSOR ONDA MODIFICADA BELTTT 12V 800W 120VAC	1,00	450.000,00	0 %	450.000,00	0 %
3	NERMC4Y-8802	SET DE CONECTORES MC4Y TIPO Y HEMBRA - MACHO	2,00	23.530,00	19 %	56.001,40	0 %
4	MPPT120C	CONTROLADOR MPPT CER 20A 12/24V	1,00	210.000,00	0 %	210.000,00	0 %
5	62742891022	CABLE SOLAR 6MM	12,00	5.406,00	19 %	77.187,68	0 %
6	3260	CABLE SOLDADOR No4	4,00	12.800,00	19 %	60.928,00	0 %
7	09622	BREAKER CHINT 1X40A	1,00	13.000,00	19 %	15.470,00	0 %
8	112797	BREAKER CHINT 1X63A	1,00	13.000,00	19 %	15.470,00	0 %
9	09616	BREAKER CHINT 1X20A	1,00	13.000,00	19 %	15.470,00	0 %
10	98066	TERMINAL TUB B LAR 4AWG DIA 1/4 GRIS UL	6,00	3.900,00	19 %	27.846,00	0 %
11	P35FIMPO	ESTRUCTURA CR PINZA FINAL 35MM	8,00	7.200,00	19 %	68.544,00	0 %
12	CO0186	ESTRUCTURA ALURACK L	8,00	8.404,00	19 %	80.006,08	0 %
13	RIMPO42CER	RIEL DE ALUMINIO ANODIZADO DE 4,2M	0,50	130.000,00	19 %	77.350,00	0 %
14	2	TORNILLERIA	1,00	7.000,00	19 %	8.330,00	0 %

**Total Bruto** 1.552.364,00**Subtotal** 1.552.364,00**IVA 19%** 80.249,16**Total a Pagar** 1.632.613,16

# ELECTROMELEC

Materiales, Accesorios e Instalaciones Eléctricas

JIMMY ALFONSO MELÉNDEZ M.

NIT. 72169234-5 \* Régimen Simplificado

Calle 36 No. 43 - 130 Lc. 103 \* Tel.: 370 4407 - 339 3189

Cels.: 310 720 8104 - 300 766 0448

Barranquilla - Colombia

ARRANCADORES - CONTACTORES - AMPERIMETROS - VOLTIMETROS  
CHASIS - SUICHES - TACOS - TRANSFORMADORES - BOMBILLERÍA  
LÁMPARAS - BREAKER - ESTABILIZADORES - SOPORTES



## FACTURA DE VENTA

7697

FECHA: 4-5-21.  
 SEÑOR (ES): Corolina Lapeira NIT: \_\_\_\_\_  
 DIRECCIÓN: Billa. TEL.: \_\_\_\_\_

CANT.	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT.	VR. TOTAL
1	Unqlla cobre. 150.		120.000.
3	mt # 6.	4500.	13.500.
1	conectr.		5000.
1	Roll. c # 12		180.000.
2	Roll de eta.	5000	10.000.
1	Sols de Amre		8000.
			\$ 336.000.

Son: **TOTAL \$ 336.000**

Cliente  
Firma y Sello

Despacho  
Firma y Sello

C.C. E. NIT. 887.000 CEL. 313.554486



ILUCOSTA S.A.S.  
 NIT 901.431.424-  
 Calle 36 43 91 of 304  
 Tel: (035) 3207564915  
 Barranquilla - Colombia  
 ilucosta2017@hotmail.com



Factura electrónica de venta  
 No. IFC-822

Señores	CAROLINA LAPEIRA PADILLA		
NIT	1.047.235.957-4	Teléfono	(035) 3017357912
Dirección	CR 47 NO 102 10 AP 603	Ciudad	Barranquilla - Colombia

Fecha y hora Factura	
Generación	09/12/2020, 15:46
Expedición	09/12/2020, 15:46
Vencimiento	09/02/2021

Item	Código	Nombre producto	Cantidad	Vr. Unitario	Valor Impto.Cargo	Vr. Total
1	Fe00050	Cable 2x16 Encauchetado Procables	130.00	2,100.00	51,870.00	324,870.00

Total items: 1  
 Valor en Letras:  
 Trecientos veinticuatro mil ochocientos setenta pesos m/cte  
 Condiciones de Pago:  
 Efectivo \$ 324,870.00

Total Bruto	273,000.00
IVA 19%	51,870.00
Total a Pagar	324,870.00

Observaciones:

Elaborado por software Signa Nube y emitido electrónicamente por proveedor tecnológico Signa S.A.S Nit: 030.644.145-9

### RECIBO DE CAJA MENOR

CIUDAD:	09	12	2020	No. 001
	<small>DIA</small>	<small>MESES</small>	<small>AÑO</small>	
PAGADO A:	FRANCISCO JAVIER PADILLA CAPELA			\$ 60.000
POR CONCEPTO DE:	APOYO A LABOR CAMINO PARA TUBERIA SUBTERRANEA (2 DIAS)			
VALOR EN LETRAS:	Sesenta mil pesos.			
CÓDIGO:	FIRMA DEL BENEFICIARIO:			
APROBADO:	C.C. <input checked="" type="checkbox"/>	N.IT. <input type="checkbox"/>	No. 22-503 890	

