



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**EXTENSIÓN LA MANÁ**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS-CIYA**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**IMPLEMENTACIÓN DE LA ILUMINACIÓN CON ENERGIA EÓLICA PARA  
LA CANCHA MÚLTIPLE DEL RECINTO SALENTO DE LA PARROQUIA  
GUASAGANDA DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de Ingeniero  
Electromecánico

**AUTOR:**

Pallo Pallo Sergio Ivan

Patango Ayala Mauricio Ivan

**TUTOR:**

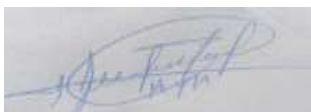
Ing. Trujillo Ronquillo Danilo F.

**LA MANÁ-ECUADOR**  
**MARZO-2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros: PALLO PALLO SERGIO IVAN, PATANGO AYALA MAURICIO IVAN, declaramos ser los autores del presente proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE LA ILUMINACIÓN CON ENERGIA EÓLICA PARA LA CANCHA MÚLTIPLE DEL RECINTO SALENTO DE LA PARROQUIA GUASAGANDA DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI”, siendo el Ing. Trujillo Ronquillo Danilo Fabricio, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



.....  
**Ivan Mauricio Patango Ayala**

**C. I.: 0503935132**



.....  
**Sergio Ivan Pallo Pallo**

**C. I.:0504072075**

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el título:

**“IMPLEMENTACIÓN DE LA ILUMINACIÓN CON ENERGIA EOLICA PARA LA CANCHA MULTIPLE DEL RECINTO SALENTO DE LA PARROQUIA GUASAGANDA DEL CANTON LA MANA PROVINCIA DE COTOPAXI** de Ivan Mauricio patango Ayala y Sergio Ivan Pallo Pallo, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aporte científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, abril del 2022



Ing. Danilo Trujillo Ronquillo MsC.

C.I: 1803547320

**TUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulante: Ivan Mauricio patango Ayala y Sergio Ivan Pallo Pallo con el título de Proyecto de Investigación: **”IMPLEMENTACIÓN DE LA ILUMINACIÓN CON ENERGIA EOLICA PARA LA CANCHA MULTIPLE DEL RECINTO SALENTO DE LA PARROQUIA GUASAGANDA DEL CANTON LA MANA PROVINCIA DE COTOPAXI ”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación de proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, abril del 2022

Para constancia firman:



Firmado electrónicamente por:  
**PACO JOVANNI  
VASQUEZ  
CARRERA**



Ing. Paco Jovanni Vásquez Carrera MSc

C.I: 0501758767

**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**

Ing. Francisco Saúl Alcocer Salazar MSc

C.I: 0504072075

**LECTOR 2**



Firmado electrónicamente por:  
**ALEX DARWIN  
PAREDES  
ANCHATIPÁN**

Ing. Alex Darwin Paredes Anchatipán MSc.

C.I: 0503614935

**LECTOR 3 (SECRETARIO)**

***AGRADECIMIENTO***

Expresamos nuestros más profundos agradecimientos a Dios y a nuestras familias, por el apoyo brindado a lo largo de este ciclo académico, y de una manera especial al PhD Yoandrys Morales Tamayo por su paciencia y sus conocimientos brindados para culminar con éxito nuestro trabajo.

***Mauricio, Sergio***

### ***DEDICATORIA***

Dedicamos todo nuestro esfuerzo a Dios por permitirnos llegar hasta este punto y nunca dejarnos solos, alcanzando así las metas y objetivos propuestos, de manera especial a nuestros padres y amigos que y estuvieron siempre a nuestro apoyándonos.

***Mauricio, Sergio***

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS – CIYA

### IMPLEMENTACIÓN DE LA ILUMINACIÓN CON ENERGÍA EOLICA PARA LA CANCHA MULTIPLE DEL RECINTO SALENTO DE LA PARROQUIA GUASAGANDA DEL CANTON LA MANA PROVINCIA DE COTOPAXI

**Autor:**

Pallo Pallo Sergio Ivan

Patango Ayala Mauricio Ivan

#### RESUMEN

Para el presente proyecto se implementó un sistema de iluminación para la cancha de uso múltiple del recinto Salento de la parroquia Guasaganda cantón La Maná de la Provincia de Cotopaxi, en primera instancia se diseñó el sistema para abastecer el banco de baterías para brindar energía eléctrica para iluminar la cancha de uso múltiple del recinto el Salento solo con energía eólica, pero luego de hacer el análisis acerca del rendimiento del generador eólico, se pudo observar que se necesitaba adicionar otra fuente adicional de energía para poder compensar la carga del banco de baterías y así lograr la iluminación de la cancha. Cabe recalcar que el sistema se diseñó con energías limpias y renovables y para que la iluminación del lugar este funcional por 1 hora. Se diseñó el presente proyecto para aprovechar la velocidad del viento del lugar por medio de energía eólica en conjunto con la radiación solar que brinda el sol a través de energía solar fotovoltaica, por lo que se logró obtener un generador híbrido autónomo no conectado a la red con la capacidad de brindar 1 hora de luz, esto debido a las limitaciones de diseño que conllevo la realización de este proyecto, además. Llegando a cumplir la meta para que los moradores del lugar puedan disfrutar de esta zona para realizar alguna actividad deportiva, recreativa o esparcimiento.

El sistema híbrido implementado para la generación eléctrica para la iluminación de la cancha de uso múltiple del recinto el Salento es versátil y escalable ya que se puede adicionar más paneles solares u otros generadores eólicos para lograr una carga más rápida del banco de baterías, también se puede adicionar más baterías al banco para que se pueda utilizar en otras aplicaciones además de la iluminación de la cancha.

**Palabras clave:** Sistema de iluminación, Energía Renovable, Solar Fotovoltaica, Sistema Híbrido.

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

## LA MANÁ EXTENSION

ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES FACULTY

### IMPLEMENTATION OF LIGHTING WITH WIND ENERGY FOR THE MULTIPLE COURT IN SALENTO PRECINCT, GUASAGANDA PARISH, LA MANÁ CANTON, COTOPAXI PROVINCE

**Author:**

Pallo Pallo Sergio Ivan

Patango Ayala Mauricio Ivan

#### ABSTRACT

For the present project, a lighting system was implemented for the multiple court in Salento precinct, Guasaganda parish, La Maná canton, Cotopaxi Province. Firstly, the system was designed to supply the battery bank for providing electrical energy and illuminating the multiple court in Salento precinct only with wind energy, but after making the analysis about the performance of the wind generator, it was noticed that it was necessary to add another additional source of energy in order to compensate the charge of the battery bank, so achieving the lighting of the court. It should be noted that the system is used with clean and renewable energy; and the lighting of the place is functional for 1 hour. This project was started to take advantage of the wind speed of the place, it means the wind energy in addition with the solar radiation that is provided by the sun through photovoltaic solar energy. According to this fact, an autonomous hybrid generator was implemented that is not connected to the network with the capacity to provide 1 hour of light due to the design limitations that the realization of this project entailed. Despite the last aspect, the goal was reached so the inhabitants of the place can enjoy this area by practicing some sports or leisure activities. The implemented hybrid system for electricity generation for the lighting of the multiple court in Salento precinct is versatile and scalable due to the fact that more solar panels or another wind generators can be added to achieve a faster charge of the battery bank, it is also possible to add more batteries to the bank which can be used for another applications apart from lighting.

**Keywords:** Lighting system, Renewable Energy, Photovoltaic Solar, Hybrid System.

## AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“IMPLEMENTACIÓN DE LA ILUMINACIÓN CON ENERGIA EOLICA PARA LA CANCHA MULTIPLE DEL RECINTO SALENTO DE LA PARROQUIA GUASAGANDA DEL CANTON LA MANA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, presentado por **Pallo Pallo Sergio Iván y Patango Ayala Mauricio Iván**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, abril del 2022

Atentamente,



-----  
Mg. Fernando Toaquiza  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**CI: 0502229677**

## INDICE GENERAL

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	vii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	ix
INDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. RESUMEN DEL PROYECTO.....	3
4. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
6. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
7. OBJETIVOS.....	5
8. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.....	5
9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
9.1. Contexto Social del Recinto el Salento.....	6
9.2. Energías Renovables.....	6
9.3. Energía Eólica.....	7
9.4. Energía Solar.....	8
9.5. Sistemas Híbridos de Energías Renovables.....	9
9.6. Reguladores de Carga.....	10
9.7. Banco de Baterías.....	11
9.8. Reflectores LED.....	12
9.9. Inversor.....	12
9.10. Estructuras de Soporte para los Reflectores LED.....	13
9.11. Cables Eléctricos.....	14

9.12.	Protecciones Eléctricas.....	15
9.13.	Interruptores .....	16
10.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	16
10.1.	TIPOS DE INVESTIGACIÓN .....	17
10.1.1.	Investigación Bibliográfica.....	17
10.1.2.	Investigación Aplicativa .....	17
10.1.3.	Hipótesis del Proyecto .....	17
10.2.	PREGUNTA CIENTÍFICA .....	17
10.3.	PARÁMETROS DE DISEÑO .....	18
10.3.1.	Lugar de Instalación .....	18
10.4.	DISEÑO DEL SISTEMA .....	18
10.4.1.	Obtención de Lúmenes necesarios .....	19
10.4.2.	Reflectores .....	19
10.4.3.	Banco de baterías.....	20
10.4.4.	Energía Eólica existente en el lugar .....	22
10.4.5.	Cálculo de la potencia extraíble del viento.....	23
10.4.6.	Energía Solar existente en el lugar .....	25
10.4.7.	Inversor .....	26
10.4.8.	Estructuras de soporte.....	27
10.4.9.	Cables .....	27
10.4.10.	Protección Eléctrica .....	28
10.5.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA .....	28
11.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	34
12.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO .....	35
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	37
13.1.	Conclusiones: .....	37
13.2.	Recomendaciones:.....	37
14.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	38
15.	ANEXOS.....	41

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Energías Renovables .....	7
Figura 2 Aerogenerador.....	8
Figura 3 Panel Solar .....	9
Figura 4 Sistema Híbrido eólico – solar .....	10
Figura 5 Regulador de Carga solar y eólico .....	11
Figura 6 Banco de Baterías.....	11
Figura 7 Reflectores LED .....	12
Figura 8 Inversor .....	13
Figura 9 Tubo poste galvanizado.....	14
Figura 10 Tipos de cable .....	15
Figura 11 Dispositivos de protección .....	16
Figura 12 Cancha de uso múltiple del recinto el Salento .....	18
Figura 13 Estadístico de la velocidad del viento del recinto el Salento .....	23
Figura 14 Esquema del Sistema de Iluminación .....	28
Figura 15 Armado de columnas.....	29
Figura 16 Colocación del mortero .....	29
Figura 17 Colocación de los tubos .....	30
Figura 18 Colocación del cable eléctrico .....	30
Figura 19 Colocación de los reflectores .....	31
Figura 20 Colocación del Aerogenerador.....	31
Figura 21 Ubicación del panel solar .....	32
Figura 22 Colocación del regulador de carga solar y el inversor .....	32
Figura 23 Colocación del regulador de carga eólico y ubicación de las baterías .....	33
Figura 24 Generador electrico Híbrido.....	33
Figura 25 Iluminación de la Cancha en el recinto el Salento .....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.....	5
Tabla 2 Características del reflector LED .....	19
Tabla 3 Valores para el sistema de iluminación .....	21
Tabla 4 Tiempo de carga del banco de baterías para 1 hora de Iluminación .....	22
Tabla 5 Densidad de aire de acuerdo con la altura .....	24
Tabla 6 Valores de Irradiancia del recinto el Salento.....	25
Tabla 7 Especificaciones Generales .....	27
Tabla 8 Propiedades Mecánicas del acero ASTM A-500.....	27
Tabla 9 Corriente obtenida por el Generador híbrido a diversas horas del día .....	34
Tabla 10 Costos directos de materiales .....	35
Tabla 11 Costos adicionales material .....	36
Tabla 12 Costos Indirectos .....	36

## 1. INFORMACIÓN GENERAL.

**Título del Proyecto:**

“IMPLEMENTACIÓN DE LA ILUMINACIÓN CON ENERGIA EÓLICA PARA LA CANCHA MÚLTIPLE DEL RECINTO SALENTO DE LA PARROQUIA GUASAGANDA DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI”

<b>Fecha de inicio:</b>	octubre del 2021
<b>Fecha de finalización:</b>	marzo del 2022
<b>Lugar de ejecución:</b>	Recinto el Salento de la parroquia Gusaganda del cantón La Maná de la provincia de Cotopaxi
<b>Unidad académica que auspicia:</b>	Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas CIYA
<b>Carrera que auspicia:</b>	Ingeniería Electromecánica
<b>Proyecto de investigación vinculado:</b>	

**Equipo de trabajo:**

<b>Tutor del Proyecto:</b>	MSc. Ing. Danilo Fabricio Trujillo Ronquillo
<b>Postulante:</b>	Pallo Pallo Sergio Ivan – Patango Ayala Ivan Mauricio
<b>Área de conocimiento:</b>	Ingeniería, Industria y Construcción
<b>Línea de investigación:</b>	Energías Alternativas y Renovables eficiencia energética y protección ambiental
<b>Sub líneas de investigación de la carrera:</b>	Energética en sistemas electromecánicos y uso de fuentes renovables de energía.
<b>Núcleo Disciplinar:</b>	

## 2. INTRODUCCIÓN

Según la OMM (Organización Meteorológica Mundial) en un informe presentado el 10 de marzo del 2020, muestra como la emisión de gases de efecto invernadero han seguido incrementándose y eso ha ocasionado catástrofes naturales en diversos países (OMM, 2020). Un claro ejemplo es lo que está sucediendo en el Ecuador en diversas regiones como La Maná, Quito, Quevedo, Guayaquil entre otros lugares afectados por el efecto invernadero. Todo esto hace que se intente cambiar la matriz energética y dejar de usar energías que provengan de recursos no renovables o combustibles fósiles.

El uso de energías limpias y renovables ha alcanzado importancia debido a que son energías que pueden lograr un desarrollo sostenible y se pueden utilizar en todo tipo de lugares para la generación eléctrica.

La energía eólica es una energía limpia que no contamina es inagotable además su característica principal es que tiene un bajo impacto ambiental, mucho menor que las fuentes de energía tradicionales y convencionales que se utilizan en la generación eléctrica. La generación eléctrica a través de turbinas que son impulsadas por el viento, previene la emisión de gases nocivos, lo que reduce el efecto invernadero y a la lluvia ácida (CELEC, 2019).

La energía solar fotovoltaica es otro tipo de fuente de energía renovable que se obtiene directamente del sol por medio de un panel solar que este convierte la radiación solar en energía eléctrica. El proceso de generación eléctrica comienza cuando la luz solar cae sobre una de las caras de una célula fotoeléctrica, que componen los paneles solares, y se produce un diferencial de potencial eléctrico entre ambas caras haciendo que los electrones salten de un lugar a otro, llamado a este proceso efecto fotoeléctrico; generando de esta manera corriente eléctrica que luego se la transporta por medio de conductores para su consumo. No produce gases tóxicos y por lo tanto no emite gases que contaminan durante la generación de energía eléctrica, una de sus características es que se puede utilizar para autoconsumo o para conectarlo a una red eléctrica (Enel, 2018).

Se puede utilizar la energía eólica y la energía solar en un sistema híbrido con el cual se puede compensar la energía producida por la radiación solar y la velocidad del viento. Logrando con esto tener un sistema más robusto para la generación eléctrica.

### **3. RESUMEN DEL PROYECTO**

Para el presente proyecto se implementó un sistema de iluminación para la cancha de uso múltiple del recinto Salento de la parroquia Guasaganda cantón La Maná de la Provincia de Cotopaxi, en primera instancia se diseñó el sistema para abastecer el banco de baterías para brindar energía eléctrica para iluminar la cancha de uso múltiple del recinto el Salento solo con energía eólica, pero luego de hacer el análisis acerca del rendimiento del generador eólico, se pudo observar que se necesitaba adicionar otra fuente adicional de energía para poder compensar la carga del banco de baterías y así lograr la iluminación de la cancha. Cabe recalcar que el sistema se diseñó con energías limpias y renovables y para que la iluminación del lugar este funcional por 1 hora. Se diseñó el presente proyecto para aprovechar la velocidad del viento del lugar por medio de energía eólica en conjunto con la radiación solar que brinda el sol a través de energía solar fotovoltaica, por lo que se logró obtener un generador híbrido autónomo no conectado a la red con la capacidad de brindar 1 hora de luz, esto debido a las limitaciones de diseño que conllevo la realización de este proyecto, además. Llegando a cumplir la meta para que los moradores del lugar puedan disfrutar de esta zona para realizar alguna actividad deportiva, recreativa o esparcimiento.

El sistema híbrido implementado para la generación eléctrica para la iluminación de la cancha de uso múltiple del recinto el Salento es versátil y escalable ya que se puede adicionar más paneles solares u otros generadores eólicos para lograr una carga más rápida del banco de baterías, también se puede adicionar más baterías al banco para que se pueda utilizar en otras aplicaciones además de la iluminación de la cancha.

### **4. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

En espacios públicos la falta de iluminación en las noches en donde no se pueden desarrollar actividades de entretenimiento y camaradería entre los habitantes del sector, hace que sólo puedan realizar estas actividades durante el día y mientras los rayos de sol permitan hacerlo. Por lo que se busca la manera de satisfacer la necesidad de que los habitantes puedan hacer actividades nocturnas de entretenimiento en la cancha de uso múltiple y esto se puede lograr por medio del uso de energías renovables, con las cuales se puede generar energía eléctrica para brindar iluminación en este lugar de recreación y entrenamiento.

En el recinto Salento de la parroquia Guasaganda cantón La Maná de la Provincia de Cotopaxi

se encuentra una cancha de uso múltiple, en la cual los habitantes no cuentan con luz eléctrica en dicha cancha; por lo que fue indispensable implementar un proyecto donde se brinde la iluminación necesaria para que este lugar de esparcimiento sea utilizado también en horas de la noche, esto debido a que es un lugar deportivo de reunión en el que todos los días hay afluencia de personas que buscan recreación deportiva y poder compartir en conjunto con los demás habitantes y vecinos. en el recinto Salento.

Además, con el uso de energías renovables y limpias se prevé hacer uso de ellas para generar electricidad y brindar de iluminación a la cancha de uso múltiple en el recinto el Salento de la parroquia Guasaganda del cantón La Maná y con esto reducir la emisión de gases de efecto invernadero en la generación eléctrica.

## **5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

### **Beneficiarios Directos**

Los beneficiarios directos del proyecto son los moradores y habitantes del recinto el Salento de la parroquia Guasaganda del cantón La Maná, ya que ellos se verán beneficiados de manera directa con la implementación de la iluminación de la cancha de uso múltiple con el uso de energía renovable.

### **Beneficiarios Indirectos**

Los beneficiarios indirectos del proyecto son los futuros moradores, habitantes y visitantes que lleguen a la cancha de uso múltiple y puedan hacer uso de sus instalaciones para su esparcimiento, recreación y lugar social de encuentro.

## **6. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **Planteamiento del problema**

En la actualidad en el Ecuador surgen muchas necesidades que priman dentro de parroquias, barrios, comunas, recintos. Una que surge es de no poder dotar de iluminación a caminos, carreteras o espacios de recreación y esparcimiento, especialmente en las zonas rurales. A pesar de que el problema es claramente identificado no se ha podido dar solución al mismo.

La falta de iluminación en la cancha de uso múltiple del recinto el Salento de la parroquia Guasaganda del Cantón La Maná de la Provincia de Cotopaxi.

### **Delimitación del problema**

El presente trabajo se lo realizará en la cancha de uso múltiple del recinto el Salento de la parroquia Guasaganda del Cantón La Maná de la Provincia de Cotopaxi.

## **7. OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Implementar de Iluminación mediante energía eólica (Solar) para la cancha de uso múltiple del recinto el Salento de la parroquia Guasaganda del Cantón La Maná de la Provincia de Cotopaxi.

### **Objetivos específicos**

- Identificar los parámetros de diseño de los sistemas eólicos y solares que permitan el uso de iluminación led.
- Diseñar un sistema de iluminación mediante energía eólica y solar para la cancha de uso múltiple.
- Desarrollar el diseño del sistema de Iluminación en la cancha de uso múltiple.

## **8. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.**

**Tabla 1 Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos**

<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Resultados de las actividades</b>	<b>Descripción (técnicas e instrumentos)</b>
Identificar los parámetros de diseño de los sistemas eólicos y solares que permitan el uso de iluminación led	Obtener la cantidad de viento e irradiancia solar existentes en el recinto el Salento de una base de datos.	Se obtuvo los valores promedio mensuales de velocidad del viento y de irradiancia solar de la página de la NASA.	Tablas de valores mensuales de velocidad del viento e irradiancia solar.
Diseñar un sistema de iluminación mediante energía eólica y solar para la cancha de uso múltiple	Se analizó el funcionamiento de los componentes del sistema de iluminación.	Informe de los materiales seleccionados para el diseño del sistema.	Elementos del sistema

Desarrollar el diseño del sistema de Iluminación en la cancha de uso múltiple	Se implementó el sistema en la cancha de uso múltiple	Adecuación del sistema en la cancha de uso múltiple.	Iluminación de la cancha múltiple del recinto el Salento.
---	---	--	---

Fuente: Los autores

## 9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.

### 9.1.Contexto Social del Recinto el Salento

El Salento es uno de los 15 recintos que conforman la parroquia Guasaganda, la presencia histórica de la Parroquia y su población se remonta a la existencia de los de los primeros pobladores en la afluencia de los ríos Guasaganda, Barropungo y Quindigua. Lo que es la actual cabecera parroquial fue poblada a partir del año de 1958 y los diferentes recintos en los años 1961 a 1963. Quienes abriendo caminos por el sector denominados trochas, dieron forma a lo que hoy es la parroquia Guasaganda, convirtiéndose en sus principales gestores y fundadores de la misma (GAD Parroquial Guasaganda, 2019).

La principal actividad económica del sector son las actividades agropecuarias y ganaderas, con las cuales sus habitantes intentan salir adelante, ya que los ingresos no son fijos y varían en el mercado de acuerdo a la época del año, debido a esto cuentan con apoyo del gobierno descentralizado quienes mediante estrategias de trabajo han logrado obtener ayudas de ONG (Organizaciones No Gubernamentales) nacionales e internacionales (Gavilanez, 2020).

### 9.2.Energías Renovables

Se definen a las energías renovables como fuentes de energía limpias tales como: el sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal; fuentes que no se agotan y que en la actualidad tienen una creciente competencia. Estas se diferencian de los combustibles que provienen de fósiles, principalmente en su diversidad, abundancia y tienen gran potencial; ya que se las puede aprovechar en cualquier parte del planeta. Estas energías no producen gases nocivos que ocasionan el efecto invernadero, los cuales son los que producen los cambios climáticos que se vislumbran en la actualidad (Acciona, 2020).

**Figura 1** Energías Renovables

Fuente: (DASSER, 2021)

### 9.3. Energía Eólica

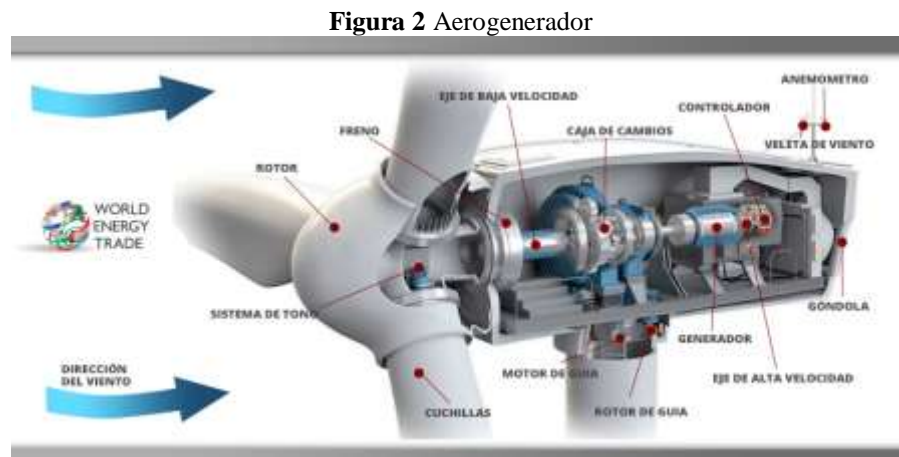
Se denomina energía eólica a la energía que se origina del movimiento de las masas de aire que se producen en la superficie terrestre, Se trata de un tipo de energía cinética producidas por el viento. Los vientos se generan debido al calentamiento no uniforme de la superficie terrestre por parte de la radiación solar. Entre el 1 y 2% de esta energía que se origina del sol se convierte en viento. En el día las masas de aire sobre la superficie de la tierra se calientan y se elevan por la falta de densidad y el aire más frío sobre el agua, océanos, mares y lagos se pone en movimiento para ocupar su lugar, el resultado son los vientos (CELEC, 2019).

La cinética del viento mueve las palas de un aerogenerador el cual a su vez pone en funcionamiento una turbina que transforma la energía mecánica en energía eléctrica. Este proceso inicia cuando el aerogenerador se ubica para lograr un aprovechamiento máximo de la energía del viento, por medio de la veleta y el anemómetro se registran datos los cuales son utilizados para hacer girar sobre su torre. Después, el viento hace girar las palas que se conectan a un rotor ubicado en una parte del aerogenerador denominada góndola. Ese eje o buje está comunicado con una caja de cambios que aumenta la rapidez de rotación del eje y da energía al generador, al que está conectada. El generador se vale de campos magnéticos y transforma la energía rotacional en eléctrica. El último paso antes de llegar a las redes de distribución es pasar por un transformador que adecue la cantidad de energía, ya que el voltaje creado es excesivo para ellas (Enel, 2018).

Los aerogeneradores comienzan a captar la fuerza del viento a partir de que exista una velocidad que sobrepase el rango de 3-4 m/s y se produce una potencia máxima con una velocidad de 15 m/s. Si existen factores ambientales que incidan en la velocidad del viento donde se produzca

una media de 25 m/s, estos están automatizados para que las aspas se sitúen en posición de bandera; es decir se paran y se desconectan.

Además, en la góndola hay unos aparatos encargados de medir la velocidad y la dirección del viento con el objetivo de optimizar la máxima obtención de energía eólica. Gracias a ellos, las palas se colocan de cara al viento moviéndose hacia él o inclinándose (Autosolar, 2015).



Fuente: (WORLD ENERGY TRADE, 2019)

#### 9.4. Energía Solar

La energía solar es una energía renovable obtenida a partir de la radiación electromagnética del Sol, se trata de una energía renovable porque se obtiene de una fuente natural e inagotable. La energía solar es una de las fuentes de energías renovables más fáciles de producir, especialmente la solar fotovoltaica, lo que está haciendo que se esté extendiendo su uso en las zonas climáticas con más horas de sol (Factorenergía, 2021)

La energía fotovoltaica es la transformación directa de la radiación solar en electricidad. Esta transformación ocurre en unos dispositivos denominados paneles fotovoltaicos. En los paneles fotovoltaicos, la radiación que proviene del sol excita los electrones presentes en un dispositivo semiconductor generando una pequeña diferencia de potencial, este proceso es conocido como efecto fotoeléctrico. La conexión en serie de estos dispositivos permite obtener diferencias de potencial mayores

Aunque el efecto fotoeléctrico era conocido desde el siglo XIX, fue en la década de los 50, en plena carrera espacial, cuando los paneles fotovoltaicos comenzaron a experimentar un importante desarrollo. Inicialmente fueron utilizados para poder suministrar electricidad a los satélites geoestacionarios de comunicaciones, En la actualidad constituyen una tecnología de generación eléctrica renovable y con creciente desarrollo.

Una de las principales características de la tecnología que utiliza paneles solares fotovoltaicos es su aspecto modular, pudiéndose desarrollar desde enormes plantas fotovoltaicas que se ubican en el suelo hasta modelos de paneles para tejados (APPA, 2021).

**Figura 3** Panel Solar



Fuente: (ACfrío , 2022)

### 9.5. Sistemas Híbridos de Energías Renovables

Se denominan a estos sistemas híbridos porque pueden utilizar simultáneamente dos o más fuentes de energía renovable para la generación eléctrica, por ejemplo: eólica – fotovoltaica, fotovoltaica – biomasa, térmica – eólica, eólica – fotovoltaica – hidráulica (Castillo, 2013).

Un sistema Híbrido Eólico-Solar Fotovoltaico combina un aerogenerador de eje vertical y un panel con celdas solares fotovoltaicas, con lo que se podrá aprovechar al máximo los recursos naturales del sol y del viento. Este sistema tiene la característica de poder estar disponible las 24 horas del día y así poder optimizar las horas para la generación de energía eléctrica, es un sistemas flexible y escalable; además, en lugares donde no existe la red eléctrica se adiciona un banco de baterías para lograr una autonomía que dependan de estas (KLIUX, 2021).

**Figura 4** Sistema Híbrido eólico – solar



**Fuente:** (Sersolar, 2015)

### **9.6. Reguladores de Carga**

Los controladores o reguladores de carga son equipos que controlan el voltaje y la corriente de un panel solar o generador eólico, entregados al banco de baterías. El regulador de carga se encarga de que en los procesos de carga y descarga de los acumuladores se haga de manera que estos estén siempre dentro de las condiciones correctas de funcionamiento. Un regulador de carga limita la velocidad a la que la corriente eléctrica se añade o extrae de eléctricas baterías. Evita la sobrecarga y puede proteger contra sobretensión. La sobrecarga de las baterías puede reducir el rendimiento de la batería o la vida útil, y puede suponer un riesgo de seguridad (Energía Solar, 2016).

**Figura 5** Regulador de Carga solar y eólico



Fuente: (Generatuluz, 2021)

### 9.7. Banco de Baterías

Una batería eléctrica también de lo conoce como un acumulador eléctrico o simplemente batería o acumulador, es un dispositivo que consiste en dos o más celdas electroquímicas que pueden convertir la energía química almacenada en corriente eléctrica. Cada celda consta de un electrodo positivo, o cátodo, un electrodo negativo, o ánodo, y electrolitos que permiten que los iones se muevan entre los electrodos, permitiendo que la corriente fluya fuera de la batería para llevar a cabo su función, alimentar un circuito eléctrico (Wikipedia, 2021).

Los bancos de baterías están formados por agrupamientos de baterías conectadas en serie y, según el caso, en paralelo, de manera en lograr el valor de voltaje VDC del sistema alimentado y la capacidad de energía requerida. Al conectar las baterías en paralelo, el amperaje (amperios hora) aumenta mientras el voltaje sigue siendo el mismo (CM COMANDOS LINEARES, 2022).

**Figura 6** Banco de Baterías

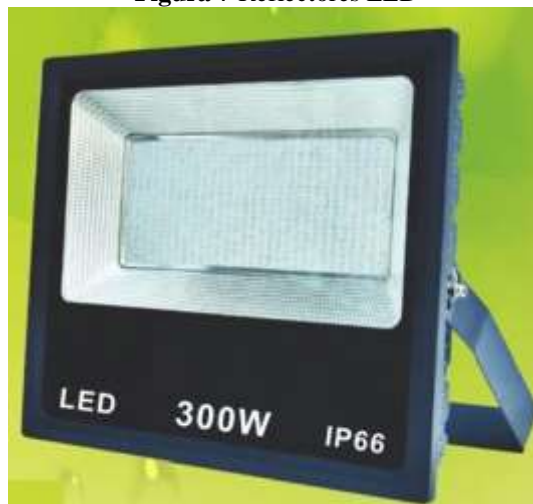


Fuente: (MPPTSOLAR, 2022)

## 9.8. Reflectores LED

Son dispositivos utilizados para iluminar grandes espacios, por ejemplo, la iluminación de jardines y talleres de trabajo. Tienen un rendimiento superior al de los bombillos incandescente o de xenón. Además, pueden brindar una luz blanca o de otros colores, de acuerdo a la necesidad. Son dispositivos que consumen poca energía, pero ofrecen un amplio desempeño que le permiten iluminar por horas, además, Pueden conservar la intensidad y pureza del color emitido por grandes periodos de tiempo, están fabricados de aluminio liviano; característica que hace que sean resistentes y exista poca corrosión, a diferencia de las bombillas incandescentes o de xenón no se calientan tanto (DEBIASE, 2022).

**Figura 7** Reflectores LED



**Fuente:** (Luz y Color SaC, 2020)

## 9.9. Inversor

Un inversor de corriente es un dispositivo electrónico que su función es cambiar el voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje de salida de corriente alterna. Es decir, transforma los 12v o 24v de la corriente de una batería (corriente continua) a 110 o 220 v (corriente alterna) como la que se tiene en una vivienda (COELECTRIX, 2021).

**Figura 8 Inversor**

**Fuente:** (FERNAPET, 2021)

Se utiliza el inversor para hacer un respaldo un respaldo de energía por medio de un banco de baterías para generar voltaje y corriente alterna, también se usa para la interconexión entre un lossistemas de generación solares o eólicos que generan energía en voltaje y corriente directa. Existen diferentes tipos de inversores de voltaje pero en la actualidad es importante el uso de inversor con generación de onda sinusoidal pura para su uso sin ningún tipo de inconveniente con cualquier tipo de carga o dispositivo eléctrico o electrónico (NEWLIN, 2022).

### **9.10. Estructuras de Soporte para los Reflectores LED**

Los soportes tienen la función de mantener la luminaria en la posición necesaria, por ejemplo, mediante: brazos, báculos, columnas, etc. Los factores a tener en cuenta para la elección del soporte son: Altura y saliente; factores que afectan a la distribución luminosa. Resistencia del material que lo compone. Diseño para resistir la acción del viento y solicitudes mecánicas. Facilidad de instalación y mantenimiento, Es el conjunto visible de la instalación.

Los tubos galvanizados son productos de acero con recubrimiento de zinc, protegiendo al material para que cuente con una mayor resistencia a la corrosión. Pueden ser fabricados mediante el proceso de inmersión al caliente, o provenir de acero galvanizado y soldado por resistencia eléctrica (YOHERSA, 2020).

**Figura 9** Tubo poste galvanizado

Fuente: los autores

### 9.11. Cables Eléctricos

Un cable eléctrico es un elemento fabricado y pensado para conducir electricidad. El material principal con el que están fabricados es con cobre por su alto grado de conductividad, aunque también se utiliza el aluminio que, a pesar de tener un menor grado de conductividad, resulta más económico que el cobre.

Los cables eléctricos están compuestos por el conductor, el aislamiento, una capa de relleno y una cubierta. Cada uno de estos elementos que cumplen con el siguiente propósito:

**Conductor eléctrico:** Es la parte del cable que transporta la electricidad y puede estar constituido por uno o más hilos de cobre o aluminio.

**Aislamiento:** Este componente es la parte que recubre el conductor, se encarga de que la corriente eléctrica no se escape del cable y de que sea transportada de principio a fin por el conductor.

**Capa de relleno:** La capa de relleno se encuentra entre el aislamiento y el conductor, se encarga de que el cable conserve un aspecto circular, ya que en muchas ocasiones los conductores no son redondos o tienen más de un hilo. Con la capa de relleno se logra un aspecto redondo y homogéneo (MEGAWATT, 2017).

**Cubierta:** La cubierta es el material que protege al cable de la intemperie y elementos externos.

Dependiendo de la tensión se categorizan en grupos:

- Cables de muy baja tensión (Hasta 50V)
- Cables de baja tensión (Hasta 1000V)
- Cables de media tensión (Hasta 30kV)

- Cables de alta tensión (Hasta 66kV)
- Cables de muy alta tensión (Por encima de los 770kV)

**Figura 10** Tipos de cable

FOTO	CALIBRE / AWG	SECCIÓN EN MM <sup>2</sup>	CONSUMO DE CORRIENTE	EJEMPLOS
	4	25mm <sup>2</sup>	Muy alto	Aires acondicionados centrales, equipos industriales (se requiere instalación especial de 240 volts).
	6	16mm <sup>2</sup>	Alto	Aires acondicionados, estufas eléctricas y acometidas de energía eléctrica.
	8	10mm <sup>2</sup>	Medio - alto	Secadoras de ropa, refrigeradores, aires acondicionados de ventana.
	10	6mm <sup>2</sup>	Medio	Hornos de microondas, licuadoras, contactos de casas y oficinas, extensiones de uso rudo.
	12	4mm <sup>2</sup>	Medio - bajo	Cableado de iluminación, contactos de casas, extensiones reforzadas.
	14	2.5mm <sup>2</sup>	Bajo	Extensiones de bajo consumo, lámparas.
	16	1.5mm <sup>2</sup>	Muy bajo	Productos electrónicos como termostatos, timbres o sistemas de seguridad.

Fuente: (ELECTROREM, 2019)

## 9.12. Protecciones Eléctricas

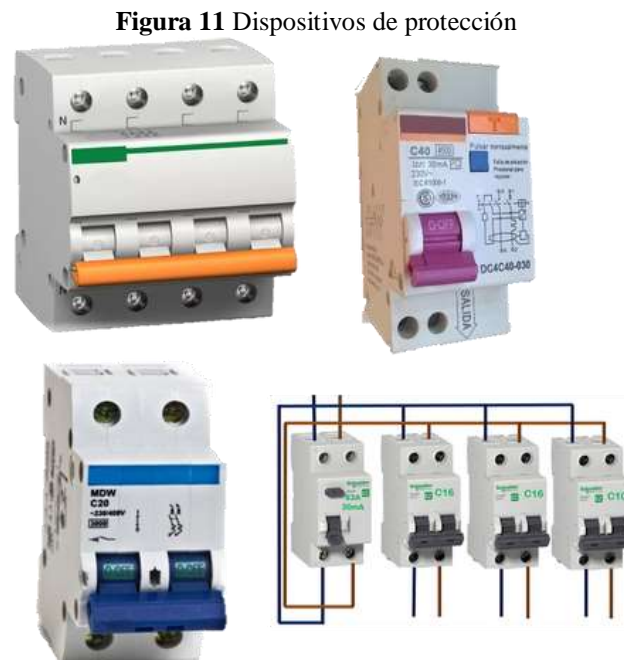
Son aparatos que resultan muy útiles para proteger las instalaciones eléctricas cuando el funcionamiento habitual ha sido alterado o presenta fallas en la conexión, y que no pueden faltar en las ferreterías. Estos dispositivos eléctricos se encargan de discontinuar la energía en circunstancias anormales del funcionamiento de las instalaciones, se trata de productos de uso obligatorio porque, algunos, son capaces de detectar fallas e impedir daños que puedan afectar a las personas en el área circundante.

### 9.13. Interruptores

Los interruptores son los componentes en los que podemos encontrarnos con una mayor variedad de dispositivos. La mayoría de ellos persiguen el objetivo de evitar electrocuciones, como veremos que hacen las tomas de tierra, pero también sirven para impedir que se produzcan cortocircuitos, sobrecargas, y daños en el circuito eléctrico y/o en sus componentes. En cualquier tipo de instalación, pero en especial en entornos adversos, el uso de ciertos tipos de interruptores y relés es más que recomendable, cuando no obligado por la normativa.

Entre otros, los interruptores de protección más utilizados en instalaciones eléctricas son:

- **Interruptores magnetotérmicos** (o pequeños interruptores automáticos, conocidos como ‘PIA’), destinados a proteger la instalación de sobrecargas y cortocircuitos.
- **Interruptores diferenciales**, que ‘saltan’ o impiden el paso de corriente eléctrica cuando alguna de las fases del circuito eléctrico se deriva a tierra. Cumplen la misión de evitar, sobre todo, daños en la instalación eléctrica y electrocuciones (SIMON, 2022).



Fuente: (Palava, 2021)

## 10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente trabajo de titulación está orientado a cubrir la necesidad de iluminar una cancha de uso múltiple siendo necesario analizar los métodos, técnicas y herramientas necesarias para realizar el diseño y posteriormente su implementación.

## **Localización**

La implementación de la iluminación será en el recinto el Salento de la parroquia Guasaganda del cantón La Maná de la provincia de Cotopaxi, este servirá para ayudar a la comunidad de este recinto a que puedan realizar actividades cuando haya el requerimiento de iluminación artificial en la cancha de uso múltiple.

## **10.1. TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

### **10.1.1. Investigación Bibliográfica**

Es importante recabar información bibliográfica buscando información adecuada en libros, bases de datos, revistas científicas, entre otros. Para poder utilizarla en el desarrollo del presente trabajo.

### **10.1.2. Investigación Aplicativa**

La investigación empleada es de carácter aplicada ya que se busca encontrar estrategias que se emplearon para el desarrollo del problema de falta de iluminación en la cancha de uso múltiple del recinto el Salento. La teoría prima para la realización del presente trabajo, debido a que se hizo un análisis teórico de los componentes que intervienen en la implementación de este sistema de iluminación.

### **10.1.3. Hipótesis del Proyecto**

La utilización de un generador híbrido eólico – solar permite la generación eléctrica y con esto poder abastecer la carga del banco de baterías, el cual se utilizarán para abastecer el consumo eléctrico de la iluminación LED en la cancha del recinto el Salento.

## **10.2. PREGUNTA CIENTÍFICA**

¿Se podrá utilizar un generador híbrido para abastecer de iluminación las canchas de uso múltiple del recinto el Salento de la parroquia Guasaganda del cantón La Maná de la provincia de Cotopaxi?

### 10.3. PARÁMETROS DE DISEÑO

Para determinar los parámetros de diseño, se analizó: el lugar de instalación con sus dimensiones donde se realizó el diseño del sistema; la cancha de uso múltiple del recinto el Salento, energía eólica, energía solar, combinación de las dos energías renovables, estructuras de soporte del sistema de iluminación, cable utilizado para el circuito eléctrico y las protecciones eléctricas necesarias.

#### 10.3.1. Lugar de Instalación

El lugar donde se procedió a instalar el sistema de iluminación con la utilización de energía renovable es la cancha de uso múltiple del recinto el Salento de la parroquia Guasaganda del cantón La Maná de la provincia de Cotopaxi, la cancha tiene las siguientes dimensiones: un largo de 38.6 metros y un ancho de 18.8 metros. La cancha no cuenta con iluminación, por lo que las actividades sólo pueden realizarse hasta que esté presente la luz ambiente.

**Figura 12** Cancha de uso múltiple del recinto el Salento



**Fuente:** Los autores

### 10.4. DISEÑO DEL SISTEMA

A continuación, se detalla cómo se realizó el diseño del sistema.

#### 10.4.1. Obtención de Lúmenes necesarios

Para calcular el valor de lúmenes requeridos sabiendo el área que se necesita iluminar se tiene la siguiente fórmula:

$$\Phi_V = E_{V(lx)} \cdot A(m^2)$$

Donde

$\Phi_V$  Flujo luminoso en lúmenes (*lm*)

$E_{V(lx)}$  Es la iluminancia en (*lux*), 2000 lux es o recomendado para canchas deportivas (LEDLUCKY, 2018).

$A(m^2)$  Área de la superficie  $m^2$  (725.68  $m^2$ )

$$\Phi_V = (2000 \text{ lux})(725.68 \text{ m}^2)$$

$$\Phi_V = \mathbf{1451360 \text{ lumens}}$$

Es la cantidad de lúmenes requerida para el sistema de iluminación

#### 10.4.2. Reflectores

Se utilizaron reflectores tipo LED de 300 W para la iluminación de la cancha de uso múltiple en el recinto el Salento, se utilizó estas iluminarias con las siguientes características:

**Tabla 2** Características del reflector LED

<b>Potencia</b>	300
<b>Tipo</b>	LED
<b>Tiempo de Vida</b>	500000 horas
<b>Voltaje</b>	110 a 220 V 50/60 Hz
<b>Protección</b>	IP 66
<b>Lúmenes</b>	300000
<b>Dimensiones</b>	460 mm x 380 mm
<b>Peso</b>	7.3 kg

Fuente: Los autores

Como se aprecia en las características este dispositivo brinda la capacidad lumínica suficiente para poder iluminar en su totalidad la cancha del recinto el Salento, con lo que se cubrió la necesidad que requería ese lugar, esto debido a que se necesitan 1451360 lúmenes y como se

aprecia en las características del reflector cada uno otorga 300000 lúmenes, para cubrir esa demanda se utilizó 5 obteniendo como resultado 1500000 lúmenes.

### 10.4.3. Banco de baterías

Para el sistema que se desarrolló en el presente proyecto se necesitaron 5 reflectores LED de 300 W con un periodo de trabajo de entre 1,2 y 3 horas diarias, por lo que para realizar el cálculo se lo determinó de la siguiente manera:

$$E_{requerida} = P_{LED} * h_{uso}$$

Donde  $E_{requerida}$  es la energía requerida para el sistema de iluminación LED ( $Wh$ )

$P_{LED}$  Potencia en conjunto de los reflectores LED ( $W$ )

$h_{uso}$  Horas de uso del sistema de iluminación ( $h$ )

$$E_{requerida} = 1500W(2h)$$

$$E_{requerida} = \mathbf{3000 Wh}$$

Este valor obtenido de energía será el que se utilizará para realizar el dimensionamiento de las baterías necesarias para el correcto funcionamiento del sistema de iluminación LED. Entonces se tendrá:

$$C_{B,útil}(Wh) = E_{requerida} * FSB$$

Donde  $C_{B,útil}(Wh)$  es la carga útil de la batería ( $Wh$ )

$FSB$  Días de autonomía (*adimensional*)

$$C_{B,útil}(Wh) = 3000 Wh * 1$$

$$C_{B,útil}(Wh) = 3000 Wh$$

$$C_{B,útil}(Ah) = \frac{C_{B,útil}(Wh)}{V_{Batería}}$$

Donde  $C_{B,útil}(Ah)$  es la carga útil de la batería ( $Ah$ )

$V_{Batería}$  Voltaje de batería 12 V

$$C_{B,útil}(Ah) = \frac{3000 Wh}{12 V}$$

$$C_{B,útil}(Ah) = \mathbf{250 Ah}$$

Este valor es una primera aproximación del valor requerido para las baterías, ahora hay que tomar en cuenta la protección para que no exista una descarga profunda de las baterías:

$$C_{B,NOM}(Ah) = \frac{C_{B,UTIL}(Ah)}{PD_{MAX}}$$

Donde  $C_{B,NOM}(Ah)$  es la carga útil nominal requerida de la batería ( $Ah$ )

$PD_{MAX}$  es el coeficiente para la protección contra profundidad de descarga valor típico 0.6

$$C_{B,NOM}(Ah) = \frac{250 Ah}{0.6}$$

$$C_{B,NOM}(Ah) = \mathbf{416.67 Ah}$$

Este valor obtenido es el necesario para poder mantener el sistema de iluminación con un periodo de duración de 2 horas. Tomando en cuenta que las baterías que se utilizaron son las normales usadas en automóviles y que tienen un valor característico de  $62 Ah$ , entonces las baterías necesarias serán:

$$n_{baterías} = \frac{C_{B,NOM}(Ah)}{62 Ah}$$

Donde  $n_{baterías}$  es el número de baterías requeridas para el sistema

$$n_{baterías} = \frac{416.67 Ah}{62 Ah}$$

$$n_{baterías} = 6,72 \approx \mathbf{7 baterías}$$

Se puede apreciar entonces que para poder tener 2 horas de iluminación se necesitarán un banco de 7 baterías de  $62 Ah$  cada una, conectadas en paralelo las 7. En la tabla 3 se muestra los valores que se necesitarán para diversas horas de iluminación.

**Tabla 3** Valores para el sistema de iluminación

Horas ( $h$ )	Energía requerida ( $Wh$ )	Número de baterías de $62 (Ah)$	Conexión
1	1500	4	Paralelo
2	3000	7	Paralelo
3	4500	10	Paralelo
4	6000	14	Paralelo

Fuente: Los autores

Para determinar la capacidad del generador de energías renovables necesario es necesario conocer cuáles son los valores de corriente que en conjunto emitirán los dispositivos, para poder calcular con la siguiente fórmula para un tiempo de 10 horas:

$$t_{carga} = \frac{C_{B,NOM}(Ah)}{I_{generador}}$$

Donde

$I_{\text{generador}}$  Es la corriente que entrega el generador (A)

$t_{\text{carga}}$  Tiempo que se demorará en cargarse el banco de baterías (h).

En la tabla 4 se aprecia el valor de Carga de baterías nominal para diferentes valores de tiempo:

**Tabla 4** Tiempo de carga del banco de baterías para 1 hora de Iluminación

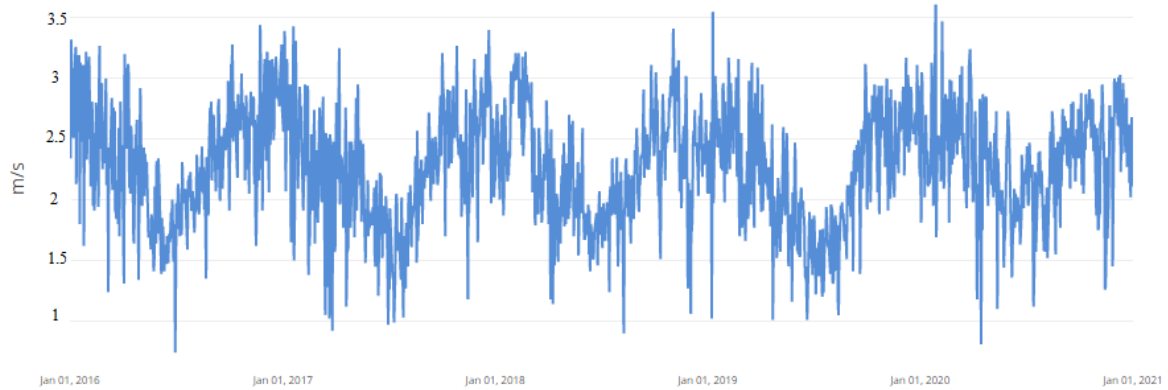
Amperios (A)	Tiempo de carga (h)
4	52.08
5	41.66
6	34.72
7	29.76
8	26.04
9	23.14
10	20.83
11	18.93
12	17.36

Fuente: Los autores

En la siguiente tabla 5 se muestra la corriente necesaria para diferentes horas de iluminación

#### 10.4.4. Energía Eólica existente en el lugar

Este es uno de los parámetros que se analizó primordialmente debido a que se necesita una velocidad de viento que este en el rango de 3 – 4 metros sobre segundo para que le generador eólico pueda funcionar. Por lo que se analizó la base de datos de la NASA para poder determinar la velocidad del viento que existe en el lugar.

**Figura 13** Estadístico de la velocidad del viento del recinto el Salento

**Fuente:** (NASA, 2022)

Al analizar los datos tomados de la NASA se pudo apreciar que en el histórico acerca de la velocidad del viento existente en el lugar, en la mayor parte de los meses del año no se cumple el requerimiento necesario para el funcionamiento del aerogenerador; por esta razón se tomó en cuenta la colocación de un generador solar para complementar este sistema.

#### 10.4.5. Cálculo de la potencia extraíble del viento

La potencia disponible del viento que pasa perpendicularmente a través de un área circular (por las palas del aerogenerador) bien expresado por;

$$P_{viento} = \frac{1}{2} \rho v^3 \pi r^2$$

Donde  $P_{viento}$  es la potencia disponible del viento en vatios ( $W$ )

$\rho$  es la densidad del aire ( $kg/m^3$ )

$v$  es la velocidad del viento ( $m/s$ )

$r$  es el radio de las palas del aerogenerador ( $m$ )

Para el aerogenerador utilizado se tiene:

$$r = 70 \text{ cm}$$

$$v = 3 \text{ m/s}$$

Para determinar la densidad de aire se obtuvo el dato de la siguiente tabla 2

**Tabla 5** Densidad de aire de acuerdo con la altura

Altitud Metros (m)	Densidad $kg/m^3$				
	0°C	5°C	10°C	15°C	25°C
0	1.28	1.25	1.23	1.21	1.17
500	1.21	1.19	1.17	1.15	1.11
1000	1.14	1.12	1.10	1.08	1.05
1500	1.07	1.06	1.04	1.02	0.98
2000	1.01	0.99	0.97	0.96	0.92
2500	0.94	0.92	0.91	0.89	0.86
3000	0.87	0.86	0.84	0.83	0.80
3500	0.81	0.79	0.78	0.76	0.74
4000	0.74	0.76	0.71	0.70	0.68
4500	0.67	0.66	0.64	0.64	0.62
5000	0.61	0.60	0.57	0.57	0.56

Fuente: (Full Mecánica, 2014)

La cancha de usos múltiple del recinto el Salento está a una altura de 574 metros sobre el nivel del mar, y tiene una temperatura media de 17°C, por lo que el valor de  $\rho = 1.15 \text{ kg}/\text{m}^3$ , entonces se tendrá:

$$P_{viento} = \frac{1}{2} \rho v^3 \pi r^2$$

$$P_{viento} = \frac{1}{2} (1.15 \text{ kg}/\text{m}^3) (3 \text{ m}/\text{s})^3 \pi (0.7 \text{ m})^2$$

$$P_{viento} = 23.89 \text{ W}$$

Pero por las leyes de la física hacen imposible que se extraiga toda la potencia disponible del viento cuando pasa por el rotor de un aerogenerador, esto debido a que el viento se ve frenado a su paso por las aspas. Según el límite de Betz se establece que no se puede superar un rendimiento de 16/27 un 59% cuando se transforma la energía eólica y se convierte en mecánica (Mendoza, 2018), por lo que el resultado obtenido anteriormente hay q multiplicar por un 59% para obtener la potencia extraíble del aerogenerador, así:

$$P_{extraible} = P_{viento} C_p$$

Donde

$P_{extraible}$  Potencia extraíble del aerogenerador (W)

$C_p$  Coeficiente de límite aprovechable (límite de Betz) (% expresado en decimal)

$$P_{extraible} = (23.89W)(0.59)$$

$$P_{extraible} = \mathbf{14.09W}$$

Este valor es la potencia obtenida por el aerogenerador cuando se obtenga velocidades de viento de 3 m/s.

$$I_{aerogenerador} = \frac{14.09W}{14V}$$

$$I_{aerogenerador} = \mathbf{1.06A}$$

#### 10.4.6. Energía Solar existente en el lugar

El uso de energía solar fue indispensable para poder compensar la falta de viento y la baja generación de potencia del generador eólico, por lo que se eligió un panel solar fotovoltaico para que pueda compensar la carga del banco de baterías. Para hacer el análisis primero se obtuvo el estadístico también obtenido de la base de datos de la NASA.

**Tabla 6** Valores de Irradiancia del recinto el Salento

Radiación Solar en $kWh/m^2$											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
4.14	4.35	4.55	4.33	4.12	4.02	4.27	4.46	4.27	4.24	4.30	3.98

Fuente: Los autores

Con estos resultados obtenidos de la base de datos de la nasa, serán utilizados determinar cuál la producción de energía eléctrica que brinda el panel solar fotovoltaico, como el sistema será aislado de la red pue se aplicará el método del peor mes.

Para realizar el cálculo se tomará en cuenta algunas horas de iluminación, en primer lugar, se determinará para una hora y luego se mostrará los valores para diferentes horas. Entonces se tendrá:

$$P_{NOM,G(Sin\ pérdidas)} = \frac{F_{SG} \cdot E_{requerida}}{(G_{dm}(\beta)/I_{STC})}$$

Donde

$P_{NOM,G(Sin\ pérdidas)}$  Potencia nominal del generador fotovoltaico ( $W$ )

$F_{SG}$  Factor de seguridad del sistema valor típico 1.2

$E_{requerida}$  Energía requerida (W)

$G_{am}(\beta)$  Irradiación mensual del pero mes del lugar ( $kWh/m^2$ )

$I_{STC}$  Valor de la Irradiancia estándar ( $W/m^2$ )

$$P_{NOM,G(Sin\ pérdidas)} = \frac{1.2 * 1500Wh}{\left(3.8 \frac{kWh}{m^2}\right) / 1000 \frac{W}{m^2}}$$

$$P_{NOM,G(Sin\ pérdidas)} = 473.68 W$$

Este valor obtenido es una primera estimación del valor requerido para el generador fotovoltaico, para realizar la aproximación necesaria ahora se aplicará la siguiente fórmula.

$$P_{NOM,G(necesario)} = \frac{P_{NOM,G(Sin\ pérdidas)}}{PR}$$

Donde  $PR$  se le conoce como factor de planta y el utilizado para energía fotovoltaica es de 0.65

$$P_{NOM,G(necesario)} = \frac{473.68 W}{0.65}$$

$$P_{NOM,G(necesario)} = 728.75 W \approx 730W$$

Entonces si solo se utilizará energía solar fotovoltaica se necesitaría un generador fotovoltaico con una capacidad de 730 W.

#### 10.4.7. Inversor

Dado que el regulador de carga del panel solar y del aerogenerador son de 12 voltios en corriente continua y se desea controlar una potencia de 1500 W, entonces se utilizará un inversor de esa capacidad,

### 10.4.8. Estructuras de soporte

Para la colocación de las estructuras de soporte, se utilizó tubos galvanizados de 3 pulgadas, se hizo esto debido a que la norma NEC (Norma Ecuatoriana de Construcción) dice: “Los perfiles de acero estructural combinado con barras de refuerzo, utilizados en elementos compuestos sometidos a cargas axiales o a flexo compresión, deberán satisfacer los requisitos indicados en las siguientes normas”, una de ellas es la ASTM A 500, y el elemento seleccionado como estructura de soporte es un tubo redondo con las siguientes características:

**Tabla 7** Especificaciones Generales

<b>Norma</b>	ASTM A-500
<b>Recubrimiento</b>	Galvanizado
<b>Largo nominal</b>	6 m
<b>Dimensión</b>	88.90 mm (3 pulgadas)
<b>Espesor</b>	2 mm

Fuente: (fdocuments, 2015)

Además, las propiedades mecánicas del acero ASTM A-500 son las siguientes:

**Tabla 8** Propiedades Mecánicas del acero ASTM A-500

<b>Módulo de Elasticidad</b>	E = 200 GPa
<b>Módulo de elasticidad por cortante</b>	G = 76.923 GPa
<b>Resistencia a la fluencia</b>	Fy = 320 MPa
<b>Resistencia última</b>	Fu = 405 MPa
<b>Porcentaje de elongación</b>	21% a 25%

Fuente: (AHMSA, 2014)

### 10.4.9. Cables

Para la conexión eléctrica se utilizó cable tipo 14 esto debido a que la potencia total del sistema es de 1500 W y el voltaje de la red es de 120 voltios aproximadamente entonces se tiene:

$$I = \frac{P}{V}$$

Donde

$I$  Es la intensidad de corriente (A)

$P$  Potencia del Sistema (W)

$V$  Voltaje de funcionamiento ( $V$ )

$$I = \frac{1500 W}{120 V}$$

$$I = 12.5 A$$

Ahora según la norma NEC manifiesta que el conductor debe soportar un 125% del valor de la corriente, por lo que:

$$I_{soportar} = 12.5A * 1.25$$

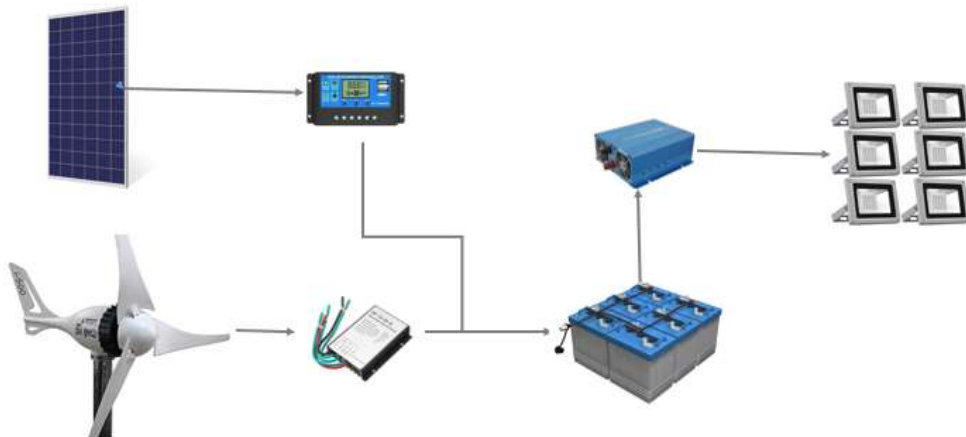
$$I_{soportar} = 15.625 A \approx 16 A$$

Y con el cable con calibre de conductor AWG tipo 14 soporta hasta los 16 Amperios.

#### 10.4.10. Protección Eléctrica

En el inciso anterior se analizó la corriente que soportará el cable por lo que se incorporó un breaker magnetotérmico de 16 Amperios.

**Figura 14** Esquema del Sistema de Iluminación



**Fuente:** Los autores

#### 10.5. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Para la implementación del sistema primero se realizó la colocación de la estructura (tubos tipo poste galvanizados) la ubicación de los postes y se los colocó los 4 en los extremos de la cancha y el último en la mitad del largo de la cancha. Para tener una mayor seguridad sobre la colocación de los tubos se procedió a colocar columnas con hormigón.

**Figura 15** Armado de columnas



**Fuente:** Los autores

Luego se colocó la columna y se mezcló el mortero para obtener una base sólida para el fijamiento de los soportes del sistema como se aprecia en la figura 15.

**Figura 16** Colocación del mortero



**Fuente:** Los autores

Cuando la mezcla estuvo sólida, se procedió a la colocación de los tubos y mangueras para el tendido eléctrico, los tubos se los soldó a la columna y se pasó alambre por ellos y por la manguera para que luego estas sirvan de guías para el paso del cable de categoría 16.

**Figura 17** Colocación de los tubos



Fuente: Los autores

Este procedimiento se repitió con los 5 soportes y luego se procedió a verter mortero sobre la columna para asegurar la posición de los tubos.

Cuando estuvo ya endurecido la mezcla se pasó el cable eléctrico por los tubos para poder conectar con los reflectores.

**Figura 18** Colocación del cable eléctrico



Fuente: los autores

Cuando se hubo colocado el cable de categoría 14, se pusieron los reflectores LED como se aprecia en la figura 18.

**Figura 19** Colocación de los reflectores



**Fuente:** Los autores

Luego de la colocación de los 5 reflectores se procedió a ubicar el panel solar y el aerogenerador para luego medir y ver cuáles son los valores de voltaje y corriente que brindan estos dispositivos.

**Figura 20** Colocación del Aerogenerador



**Fuente:** Los autores

**Figura 21** Ubicación del panel solar



**Fuente:** Los autores

Luego se colocó los reguladores de carga de los dispositivos en mención.

**Figura 22** Colocación del regulador de carga solar y el inversor



**Fuente:** Los autores

**Figura 23** Colocación del regulador de carga eólico y ubicación de las baterías



**Fuente:** Los autores

Al final se logró implementar el generador eléctrico híbrido para la carga de baterías que a través del inversor fueron las que lograron encender los reflectores LED.

**Figura 24** Generador eléctrico Híbrido



**Fuente:** los autores

Y al final se pudo hacer la iluminación de la cancha en el recinto el Salento como se aprecia en la figura 24.

**Figura 25** Iluminación de la Cancha en el recinto el Salento



Fuente: los autores

## 11. ANALISIS DE LOS RESULTADOS.

Al implementar el generador híbrido se obtuvieron los siguientes valores de corriente:

**Tabla 9** Corriente obtenida por el Generador híbrido a diversas horas del día

Hora del día	Amperios generados (A)
8:00 am	4.43
12:00 pm	7.5
2:00 pm	6.2
6:00 pm	4.1
8:00 pm	2.98

Fuente: Los autores

Estos datos mostrados fueron tomados en cuenta en un día que estuvo nublado donde no hubo mucha irradiancia y funcionaron en conjunto la energía solar y la eólica.

Con los datos obtenidos se hizo un promedio del valor de la corriente 5.42 amperios y entonces se tendrá un tiempo de carga de las baterías de:

$$t_{carga} = \frac{C_{B,NOM}(Ah)}{I_{promedio}}$$

$$t_{carga} = \frac{208.33 Ah}{5.042 A}$$

$$t_{carga} = 41.31 h$$

Este tiempo es el requerido para iluminar por una hora con 7 baterías la cancha de uso múltiple del recinto el Salento.

## 12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

**Tabla 10** Costos directos de materiales

Cant.	unidad	Detalle	valor (\$)
5	und	Reflectores led 300w	990.00
1	und	Columna prefabricada 15x15	30.45
5	und	Tubos metálicos galvanizados 3x2	290.90
300	mts	Cable 10 de diferente color	300.88
5	20x20 cnts	Placa cuadrada	4.69
20	Und	Pernos	15.00
20	Und	Tuercas	6.00
20	und	Anillos de presión	2.00
3	lb	Electrodos E6012	10.00
1	LB	Electrodo de E6013	3.00
5	Quintales	De cemento	43.25
7	und	Tablas	22.30
7	Caretillas	De lastre	45.00
5	Und	Abrazaderas	18.20
1	Und	Tablero de control	18.90
3	Und	Taipes de protección	3.00
1	Und	Un interruptor termomagnético	10.20
1	Und	Un panel solar	160.80
1	Und	Un regulador de carga solar	68.30
7	Und	Baterías	700.00
1	Und	Inversor 300w	68.90
1	Und	Aerogenerador eólico	699.70
1	und	Regulador eólico	60.80
<b>Total</b>			<b>3,572.27</b>

**Fuente:** Los autores

**Tabla 11** Costos adicionales material

Cant.	unidad	Detalle	valor (\$)
100	mts	Manguera ½	70
1	und	multímetro	25.00
1	und	juego de destornilladores	15.00
1	und	juego de llaves	12.00
1	und	Alicate	6.00
6	lb	Alambre pescador	8.00
1	und	Disco de corte metálico	4.25
		<b>Total</b>	140.25

Fuente: Los autores

**Tabla 12** Costos Indirectos

Costos de gastos indirectos			
20	días	Transporte	60.00
20	días	Alimentación	80.00
1	und	Cuaderno	5.00
50	horas	uso internet	25.00
50	und	Copias	10.25
50	und	impresiones a color	55.00
50	und	impresiones en blanco/ negro	50.00
4	und	Esferos	4.00
4	und	Lápices	2.00
		<b>Total</b>	291.25

Fuente: Los autores

## **13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **13.1. Conclusiones:**

- Fue necesario agregar otra fuente de energía renovable en conjunto con el aerogenerador, debido a que las condiciones de la velocidad del viento en el lugar donde se ubica la cancha de uso múltiple del recinto el Salento no son suficientes para que solo la energía eólica permita generar energía eléctrica para cargar el banco de baterías y así poder encender los reflectores LED.
- Para el diseño del sistema se consideró los parámetros adecuados realizados mediante los cálculos que permitieron determinar las características de estos y con los cuales se dimensionó el sistema híbrido para la generación eléctrica.
- Aunque se necesite varias horas para poder realizar la carga de las baterías, se logró implementar el sistema de iluminación para la cancha de uso múltiple del recinto el Salento de la parroquia Guasaganda del cantón La Maná de la provincia de Cotopaxi, aunque sea sólo por una hora.
- Se utilizó baterías de plomo en lugar de las de litio debido al factor económico.

### **13.2. Recomendaciones:**

- El sistema está diseñado para que tenga una hora de autonomía, por lo que si se deseará más horas de iluminación en la noche hay que colocar más baterías en conjunto con otras fuentes de energía renovable.
- Se recomienda cambiar el banco de baterías de plomo por otro banco de baterías de litio debido a que estas soportan descargas profundas.

## 14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

**Acciona. (2020). *Business as usual. Obtenido de Energías Renovables:***  
[https://www.acciona.com/es/energias-renovables/?\\_adin=02021864894](https://www.acciona.com/es/energias-renovables/?_adin=02021864894)

ACfrío . (2022). *Energía Solar*. Obtenido de ACfrío Especialistas en Aire Acondicionado:  
<https://www.acfrio.mx/shop?sort=price&start=12>

AHMSA. (2014). *Manual AHMSA*. Obtenido de Manual AHMSA:  
[https://www.ahmsa.com/assets/files/manuales/MANUAL\\_AHMSA\\_2.pdf](https://www.ahmsa.com/assets/files/manuales/MANUAL_AHMSA_2.pdf)

APPA. (2021). *APPA renovables*. Obtenido de ¿Qué es la energía fotovoltaica?:  
<https://www.appa.es/appa-fotovoltaica/que-es-la-energia-fotovoltaica/>

Autosolar. (19 de abril de 2015). *¿Cómo funciona un aerogenerador?* Obtenido de  
<https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/como-funciona-un-aerogenerador>

Castillo, R. M. (2013). Sistema híbrido fotovoltaico-eólico para la generación de energía eléctrica. *Dialnet*, 24. Obtenido de  
<https://www.eumed.net/rev/tlatemoani/13/energia.html>

CELEC. (enero de 2019). *¿Qué es la Energía Eólica?* Obtenido de CELEC:  
<https://www.celec.gob.ec/gensur/index.php/contacto/direccion/2-uncategorised/47-que-es-laenergia-eolica#:~:text=Es%20la%20energ%C3%ADa%20cuyo%20origen,sol%20se%20convierte%20en%20viento.>

CM COMANDOS LINEARES. (2022). *CM COMANDOS LINEARES*. Obtenido de BANCO DE BATERÍAS: <https://www.cmcomandos.com.br/es/produtos/banco-de-baterias-2/#:~:text=Los%20bancos%20de%20bater%C3%ADas%20est%C3%A1n,la%20capacidad%20de%20energ%C3%ADa%20requerida.>

COELECTRIX. (28 de agosto de 2021). *COELECTRIX*. Obtenido de Inversor de corriente, que es y como elegir el que necesitas: <https://coelectrix.com/inversor-de-corriente>

DASSER. (04 de febrero de 2021). *Importancia del uso de la energía renovable para el futuro del planeta*. Obtenido de Ingeniería de Proyectos:  
<https://dasseringenieria.com/2021/04/02/importancia-del-uso-de-la-energia-renovable-para-el-futuro-del-planeta/>

DEBIASE. (2022). *DEBIASE*. Obtenido de REFLECTORES LED: BENEFICIOS Y CARACTERÍSTICAS: <https://www.grupodebiase.com/blog/reflectores-led-beneficios-y-caracteristicas-b12.html>

ELECTROREM. (2019). *ELECTROREM*. Obtenido de Cable Hilo o Línea:  
<https://www.electrorem.es/cable-hilo-linea/cable-electrico-libre-de-halogenos-flexible-6mm-corte-por-metro.html>

Enel. (febrero de 2018). *¿Qué es la energía solar y cómo funciona?* Obtenido de enel:  
<https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/que-es-la-energia-solar-y-como-funciona.html>

- Energía Solar. (08 de abril de 2016). *Energía Solar Paneles de Energía Solar*. Obtenido de ¿Qué es un regulador de carga?: <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/instalaciones-autonomas/reguladores-carga>
- Factorenergía. (04 de mayo de 2021). *Energía solar: todo lo que tienes que saber*. Obtenido de <https://www.factorenergia.com/es/blog/autoconsumo/energia-solar/>
- fddocuments. (15 de agosto de 2015). *Ecuador Documents*. Obtenido de Catalogo Acero Dipac: <https://fddocuments.ec/document/catalogo-acero-dipac.html?page=40>
- FERNAPET. (2021). *FERNAPET*. Obtenido de Inversor dde Voltaje: <https://www.fernepet.cl/inversor-voltaje-1500-watts-dc-12v-ac-220v-774465-/p>
- Full Mecánica. (2014). *Definiciones y conceptos de Mecánica*. Obtenido de Densidad del aire: <http://www.fullmecanica.com/definiciones/d/285-densidad-del-aire>
- GAD Parroquial Guasaganda. (2019). *GAD Parroquial Guasaganda*. Obtenido de HISTORIA DE LA PARROQUIA «GUASAGANDA»: <https://guasaganda.gob.ec/cotopaxi/historia/>
- Gavilanez, M. (marzo de 2020). *Repositorio UTC*. Obtenido de Repositorio UTC: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6914/1/UTC-PIM-000256.pdf>
- Generatuluz. (2021). *Generatuluz*. Obtenido de Tipos de reguladores o controladores de carga: <https://www.generatuluz.com/tu-propia-instalacion-aislada/controladores-carga/>
- KLIUX. (2021). *KLIUX energías*. Obtenido de Sistema Híbrido Solar eólico-solar: <http://www.kliux.com/productos/hibrido-eolico-solar/>
- LEDLUCKY. (2018). *LEDLUCKY*. Obtenido de How many lumens do you need for sports Lighting: [https://ledlucky.net/es/cu%C3%A1ntos-l%C3%BAmenes-necesitas-para-la-iluminaci%C3%B3n-deportiva/#31\\_Calculation\\_with\\_Square\\_Meters](https://ledlucky.net/es/cu%C3%A1ntos-l%C3%BAmenes-necesitas-para-la-iluminaci%C3%B3n-deportiva/#31_Calculation_with_Square_Meters)
- Luz y Color SaC. (01 de septiembre de 2020). *Luz y Color SaC Soluciones Energéticas*. Obtenido de Reflector LED: <https://www.luzycolor.com.pe/producto/reflector-led-300w-ac85-265v-smd-ip66-6500k-osler/>
- MEGAWATT. (2017). *MEGAWATT*. Obtenido de Cables y Alambres Eléctricos: <http://www.megawatt.com.do/>
- Mendoza, I. (2018). Valoración del viento como fuente de energía eólica en el estado de Guerrero. *Redalyc*, 14. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/467/46759491003/html/>
- MPPTSOLAR. (2022). *MPPTSOLAR*. Obtenido de Conexión de Baterías: <https://www.mpptsolar.com/es/baterias-serie-paralelo.html>
- NASA. (30 de 01 de 2022). *POWER | Data Access Viewer*. Obtenido de Prediction Of Worldwide Energy Resource: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- NEWLINE. (2022). *NEWLINE*. Obtenido de INVERSORES DE VOLTAJE ELÉCTRICOS: <https://corpnewline.com/inversores.htm#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un>


%20inversor%20de%20voltaje%3F&text=El%20uso%20de%20un%20inversor,distribuci%C3%B3n%20del%20sistema%20de%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica%20en%20corriente%20alterna.

- OMM. (10 de marzo de 2020). *Organización Meteorológica Mundial*. Obtenido de Diversos organismos destacan en un informe las crecientes señales y consecuencias del cambio climático en la atmósfera, la tierra y los océanos:  
<https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/diversos-organismos-destacan-en-un-informe-las-crecientes-se%C3%B1ales-y#:~:text=Junto%20con%20la%20acidificaci%C3%B3n%20de,meses%20de%20temperaturas%20inusualmente%20c%C3%A1lidas.>
- Palava, D. (2021). *Cursos Online*. Obtenido de protecciones eléctricas:  
<https://davidpalavecino Capacitaciones.tiendup.com/curso/protecciones-electricas-1>
- Sersolar. (2015). *Sersolar*. Obtenido de Sistema Híbrido (solar - eólico):  
<http://www.sersolar.net/es/?portfolio=solar-eolico-hibrido>
- SIMON. (2022). *SIMON*. Obtenido de Tipos de protección eléctrica que debes conocer:  
<https://bricoladores.simonelectric.com/tipos-de-proteccion-electrica-que-debes-conocer>
- Wikipedia. (24 de diciembre de 2021). *Wikipedia*. Obtenido de Batería (electricidad):  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa\\_\(electricidad\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa_(electricidad))
- Wikipedia. (11 de diciembre de 2021). *Wikipedia*. Obtenido de Encofrado:  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Encofrado>
- WORLD ENERGY TRADE. (06 de noviembre de 2019). *¿Cómo funcionan los aerogeneradores?* Obtenido de <https://www.worldenergytrade.com/energias-alternativas/energia-eolica/como-funcionan-los-aerogeneradores>
- YOHERSA. (2020). *YOHERSA*. Obtenido de Tubo Galvanizado Estructural:  
<https://www.yohersa.com/tubo-galvanizado>

## 15. ANEXOS

### ANEJO 1. Curriculum Vitae

#### □ DATOS PERSONALES

<b>Nombres</b>	Ivan Mauricio	
<b>Apellidos</b>	Patango Ayala	
<b>Lugar y fecha de nacimiento</b>	Chugchilan 30 de Agosto de 1991	
<b>Cédula de ciudadanía</b>	050393513-2	
<b>Estado civil</b>	Casado	
<b>Dirección domiciliaria</b>	Cantón La Maná. Recinto el Salento Parroquia Guasaganda	
<b>Teléfonos de contacto</b>	0979840378	
<b>Email</b>	ivan.patango5132@utc.edu.ec	

#### Estudios Realizados

<b>Primarios</b>	Escuela fiscal mixta Juan José Flores”.
<b>Secundarios</b>	Unidad Educativa “Monseñor Leónidas Proaño extensión La Mana”.
<b>Superiores</b>	Estudiante - Universidad Técnica Cotopaxi “Extensión La Maná”. Ingeniería en Electromecánica – 10mo
	<b>Título obtenido:</b>  Bachiller en Ciencias Sociales  Escuela de sindicato de choferes profesionales licencia tipo “C”

#### Idiomas

- Español
- Kichwa

#### Experiencia

□ **DATOS PERSONALES**

<b>Nombres</b>	Sergio Ivan	
<b>Apellidos</b>	Pallo Pallo	
<b>Lugar y fecha de nacimiento</b>	Zumbahua 10 de Agosto de 1993	
<b>Cédula de ciudadanía</b>	050407207-5	
<b>Estado civil</b>	Casado	
<b>Dirección domiciliaria</b>	Cantón La Maná. La Pista calle Galo Plaza y Esmeraldas	
<b>Teléfonos de contacto</b>	09990444861	
<b>Email</b>	sergio.pallo2075@utc.edu.ec	

**Estudios Realizados**

<b>Primarios</b>	Escuela Fiscal Mixta “Escuela Municipal Ingeniero Guillermo Soto Mayor Navas”.
<b>Secundarios</b>	Unidad Educativa “Instituto Tecnológico Superior La Mana”.
<b>Superiores</b>	Estudiante - Universidad Técnica Cotopaxi “Extensión La Maná”. Ingeniería en Electromecánica – 10mo
	<b>Título obtenido:</b>  Bachiller en Mecanizado Químico Biólogo <b>Licencia tipo A1 Profesional</b>

**Idiomas**

- Español
- Inglés

**Experiencia**

## □ DATOS PERSONALES



<b>Nombres</b>	Trujillo Ronquillo
<b>Apellidos</b>	Danilo Fabricio
<b>Lugar y fecha de nacimiento</b>	28 de agosto de 1981
<b>Cédula de ciudadanía</b>	1803547320
<b>Estado civil</b>	Soltero
<b>Dirección domiciliaria</b>	Ambato, Izamba Ricardo Callejas y Pedro Vascones Sevilla
<b>Teléfonos de contacto</b>	0982987576
<b>Email</b>	<a href="mailto:danilo.trujillo7320@utc.edu.ec">danilo.trujillo7320@utc.edu.ec</a>

## Estudios Realizados

<b>Primarios</b>	Escuela Pensionado “La Merced”
<b>Secundarios</b>	“Instituto Tecnológico Superior “Bolívar”
<b>Superiores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escuela Politécnica del Ejército ESPE (Sangolquí – Ecuador)</li> <li>• Universidad Politécnica Nacional (Madrid – España)</li> <li>• Escuela Politécnica Nacional (Quito – Ecuador)</li> </ul>
	<b>Títulos obtenidos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones</li> <li>• Máster Universitario en Energía Solar Fotovoltaica</li> <li>• Estudiante de la Tercera Cohorte de Doctorado, Facultad de Ingeniería Eléctrica</li> </ul>

## Idiomas

- Español
- Inglés
- Alemán

## Experiencia

Docente Instituto Superior Tecnológico "Hispano América", septiembre 2010 a julio 2011

Docente Universidad Técnica de Ambato, marzo 2012 a marzo 2016

Docente Universidad Técnica de Cotopaxi, noviembre 2019 a febrero 2020

Docente Universidad Técnica de Cotopaxi, noviembre 2021 hasta la actualidad.

**ANEXO 2 Fotos del proyecto realizado**















## Document Information

Analyzed document	proyecto_titulacion_borrador_pallo_patango (1).pdf (D132967757)
Submitted	2022-04-07T19:05:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	yoandrys.morales@utc.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	yoandrys.morales.utc@analysis.orkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>1114017_1094197.docx</b> Document 1114017_1094197.docx (D53635849)		1
<b>SA</b>	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Valenzuela_IMPLEMENTACIÓN DE UN MINI SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A TRAVÉS DE ENERGÍA EÓLICA COMO FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE..pdf</b> Document VALenzuela_IMPLEMENTACIÓN DE UN MINI SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A TRAVÉS DE ENERGÍA EÓLICA COMO FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE..pdf (D132968404) Submitted by: yoandrys.morales@utc.edu.ec Receiver: yoandrys.morales.utc@analysis.orkund.com		2
<b>SA</b>	<b>TORRES_CHALEN_NICOL_DAYANA.docx</b> Document TORRES_CHALEN_NICOL_DAYANA.docx (D130378203)		1
<b>SA</b>	<b>8202 chercca_rj.pdf</b> Document 8202 chercca_rj.pdf (D34858882)		1
<b>SA</b>	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Proyecto AYALA WILSON-MARCO MORILLO_2.pdf</b> Document Proyecto AYALA WILSON-MARCO MORILLO_2.pdf (D111547131) Submitted by: yoandrys.morales@utc.edu.ec Receiver: yoandrys.morales.utc@analysis.orkund.com		5
<b>SA</b>	<b>INFORME FINAL DE TESIS - CHAVEZ FALLA y SOLIS ILIZARBE.docx</b> Document INFORME FINAL DE TESIS - CHAVEZ FALLA y SOLIS ILIZARBE.docx (D112390986)		1
<b>SA</b>	<b>Tesis 2020. Marco Puco.pdf</b> Document Tesis 2020. Marco Puco.pdf (D63392054)		1
<b>SA</b>	<b>LUIS APONTE TESIS 2.doc</b> Document LUIS APONTE TESIS 2.doc (D111984201)		1