



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **EXTENSIÓN LA MANÁ**

### **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

#### **CARRERA EN INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

#### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“IMPLEMENTACIÓN DE REFLECTORES CON PANELES FOTOVOLTAICOS  
PARA LA ILUMINACIÓN DE LA CANCHA SINTÉTICA DEL BLOQUE B EN LA  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Electromecánico.

#### **AUTORES:**

Marco Antonio Morillo Chiluzia

Wilson Alexis Ayala Tipan

#### **TUTOR:**

Ing. William Armando Hidalgo Osorio, M. Sc.

**LA MANÁ-ECUADOR**

**AGOSTO-2021**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Marco Antonio Morillo Chiluzza con cedula de ciudadanía 0503412504 y Wilson Alexis Ayala Tipan con cedula de ciudadanía 0504387507 declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE REFLECTORES CON PANELES FOTOVOLTAICOS PARA LA ILUMINACIÓN DE LA CANCHA SINTÉTICA DEL BLOQUE B EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI” siendo el Ing. William Armando Hidalgo Osorio, M. Sc. tutor de la presente investigación; y eximio expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

  
.....

**Morillo Chiluzza Marco Antonio**

**C.I.: 050341250-4**

  
.....

**Ayala Tipan Wilson Alexis**

**C.I.: 050438750-7**

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

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título “IMPLEMENTACIÓN DE REFLECTORES CON PANELES FOTOVOLTAICOS PARA LA ILUMINACIÓN DE LA CANCHA SINTÉTICA DEL BLOQUE B EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”, de Marco Antonio Morillo Chiluiza y Wilson Alexis Ayala Tipan, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes 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 de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, Octubre 2021



Ing. William Armando Hidalgo Osorio, M. Sc.

C.I.: 0502657885

**TUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, del presente trabajo investigativo, de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná; por cuanto, los postulantes: Wilson Alexis Ayala Tipan y Marco Antonio Morillo Chiluita con el título de Proyecto de Investigación “IMPLEMENTACIÓN DE REFLECTORES CON PANELES FOTOVOLTAICOS PARA LA ILUMINACIÓN DE LA CANCHA SINTÉTICA DEL BLOQUE B EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA 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, agosto del 2021

Para constancia firman:



Firmado electrónicamente por:  
PACO JOVANNI  
VASQUEZ  
CARRERA

Ing. Paco Jovanni Vásquez Carrera

CC: 050175876-7

**Lector 1 (presidente)**



Firmado electrónicamente por:  
NELSON JHONATAN  
VILLARROEL  
HERRERA

Ing. Nelson Jhonatan Villarroel

CC: 0502753254

**Lector 2**

Ing. Guido Gabriel Carrillo Velarde

CC: 0604243303

**Lector 3**

## AGRADECIMIENTOS

*Nuestro más sincero agradecimiento al Ing. William Hidalgo, nuestro docente tutor, por habernos guiado, compartiendo conocimientos y por su excelente orientación en la realización de nuestra investigación. De manera especial al Ing. Paco Vásquez, Director de Carrera, por compartir sus experiencias y por apoyarnos incondicionalmente en el desarrollo de este proyecto*

*También quiero agradecer a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, por abrirnos las puertas de la institución, para poder formar como profesionales; a los docentes que nos inculcaron sus conocimientos de vital importancia en nuestra formación en el campo profesional.*

*Agradezco a mi docente tutor por la paciencia y capacidad de entenderme que me tuvo siempre.*

*Gracias de todo corazón.*

**Marco  
Wilson**

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en de los anhelos más deseados. A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.*

*. Este proyecto va para ustedes.*

**Marco  
Wilson**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS****RESUMEN**

**TÍTULO:** “IMPLEMENTACIÓN DE REFLECTORES CON PANELES FOTOVOLTAICO PARA LA ILUMINACIÓN DE LA CANCHA SINTÉTICA DEL BLOQUE B EN LA INIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.”

**Autores:**

Marco Antonio Morillo Chiluita  
Wilson Alexis Ayala Tipan

El presente trabajo de investigación de la carrera de Ingeniería Electromecánica, tiene como objetivo implementar reflectores con paneles fotovoltaicos para la iluminación de la cancha sintética del bloque B en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná; para lograr conseguir se ha realizado mediciones y cálculos necesarios para identificar el panel fotovoltaico más apropiado e iluminar la cancha sintética, haciendo énfasis a la utilización y aplicación de la energía fotovoltaica existente en el Ecuador. En el desarrollo de este proyecto se ha implementado un sistema de iluminación fotovoltaico con paneles solares, los mismos que tienen la función de cargar sus baterías de almacenamiento para posteriormente abastecer de energía a los reflectores. Además, se logró cumplir mediante normas de iluminación y cálculos matemáticos que para alumbrar el área de la cancha sintética, cuya superficie es de 1161.94 metros cuadrados; se requiere un flujo luminoso total de 108 060.42 lúmenes. No obstante, se instaló seis reflectores de 18 000 lúmenes; cuya potencia es de 300 watts, distribuido tres de cada lado de la cancha a iluminar; a un ángulo óptimo de 4.35 grados según su latitud; finalmente, obtenemos un ahorro de 270 kWh al mes y 3240 kWh al año que representa un gasto económico de \$ 338.25 dólares americanos por año; de esta manera, recuperando la inversión total en 3 años 8 meses con 19 días con la implementación de este sistema.

**Palabras claves:** Energía solar, sistema fotovoltaico, flujo luminoso.

## ABSTRACT

The present research work of the Electromechanical Engineering major aims to implement reflectors with photovoltaic panels to illuminate the synthetic field of block B at Universidad Técnica de Cotopaxi, extension La Maná; To achieve this, the necessary measurements and calculations have been carried out to identify the most appropriate photovoltaic panel and illuminate the synthetic pitch, emphasizing the use and application of existing photovoltaic energy in Ecuador. In the development of this project, a photovoltaic lighting system with solar panels has been implemented, the same ones that have the function of charging their storage batteries to later supply energy to the reflectors. In addition, it was possible to comply with lighting standards and mathematical calculations to illuminate the area of the synthetic court, whose Surface is 1161.94 square meters; a total luminous flux of 108 060.42 lumens is required. However, six 18000 lumen reflectors were installed; whose power is 300 watts, distributed three on each side of the field to be illuminated; at an optimal angle of 4.35 degrees depending on its latitude; finally, we obtain a saving of 270 kWh per month and 3240 kWh per year, which represent economic expense of \$338.25 dollars year; in this way, recovering the total investment in 3 years 8 months and 19 days with the implementation of this system.

**Keywords:** Solar energy, photovoltaic system, luminous flux



## 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 del proyecto de investigación al idioma Inglés presentado por el estudiante Egresado de la Facultad de Ciencias De La Ingeniería y Aplicadas, Morillo Chiluzza Marco Antonio y Ayala Tipan Wilson Alexis, cuyo título versa “IMPLEMENTACIÓN DE REFLECTORES CON PANELES FOTOVOLTAICOS PARA LA ILUMINACIÓN DE LA CANCHA SINTÉTICA DEL BLOQUE B EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.”, 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 los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

La Maná, Julio del 2021

Atentamente,



MSc. Ramón Amores Sebastián Fernando  
C.I. 050301668-5  
**DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS**

## ÍNDICE

<b>Contenido</b>	<b>Págs.</b>
PORTADA .....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	ix
ÍNDICE.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiv
1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....	1
1.1 Nombre del Proyecto .....	1
2 RESUMEN DEL PROYECTO .....	2
3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4 BENEFICIARIO DEL PROYECTO .....	4
5 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	4
5.1 Contextualización Macro .....	4
5.2 Contextualización Meso .....	5
5.3 Contextualización Micro.....	5
5.4 Formulación del problema .....	6

6	OBJETIVOS.....	6
6.1	Objetivos General .....	6
6.2	Objetivos específicos .....	6
7	ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	7
8	FUNDAMENTO CIENTÍFICO .....	8
8.1	ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	8
8.2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	9
8.2.1	Descripción de alternativas energéticas.....	9
8.2.2	Energía solar fotovoltaica.....	9
8.2.3	Radiación solar .....	10
8.2.4	Células fotovoltaicas .....	14
8.2.5	Panel solar .....	14
8.2.6	Tipos de paneles .....	15
8.2.7	Tipos de corriente .....	18
8.2.8	Elementos del kit módulo fotovoltaico.....	20
8.2.9	Ángulo de inclinación y orientación para un panel solar .....	20
8.2.10	Efectos negativos de las sombras .....	21
8.2.11	Reflectores .....	22
8.3	Software DIALUX.....	24
9	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	25
9.1	Tipo de investigación.....	25
9.2	Investigación cualitativa .....	25
9.2.1	Fuentes de recolección de información .....	25
9.2.2	Identificación de los procesos logístico.....	26
9.3	Investigación cuantitativa .....	26
9.4	Localización del proyecto .....	26

9.5	Cálculo del área de la cancha sintética .....	27
9.6	Normativas para diseño de iluminación en canchas deportivas .....	28
9.6.1	Instalación de Luminarias.....	28
9.6.2	Instalación de Luminarias Empotradas en las Mallas que Cubre la Cancha .	28
9.6.3	Espacio Ambiente.....	28
9.7	Niveles de Iluminación en canchas deportivas .....	28
9.8	Canchas Deportivas y Bulevares .....	29
9.9	Cálculo de flujo luminoso total requerido bajo Normas RET 069 INEN Y CONELEC 008/11.....	30
9.10	Cálculo del flujo luminoso requerido.....	31
9.11	Precio de la energía sus centrales.....	32
9.12	Tarifa eléctrica.....	32
9.13	Cálculo Consumo de kWh.....	33
9.14	Gasto energético mensual y anual.....	33
9.15	Cálculo número de paneles requerido .....	34
9.16	Calcular el ángulo óptimo de los paneles solares $\beta$ .....	34
9.17	Recuperación de la inversión .....	35
9.18	Diseño en DIALUX .....	35
10	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	36
10.1	Impacto técnico .....	36
10.2	Impactos sociales.....	37
10.3	Impactos ambientales .....	37
10.4	Impactos económicos .....	37
11	PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE REFLECTORES CON PANELES FOTOVOLTAICOS .....	37
11.1	Proceso de corte de tubo cuadrado 3/4 pulgada .....	37
11.2	Proceso de soldar.....	38

11.3	Proceso de armado .....	39
11.4	Proceso de montaje de paneles y reflectores .....	40
12	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO .....	41
13	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	44
13.1	Conclusiones .....	44
13.2	Recomendaciones.....	44
14	Bibliografía.....	46
15	ANEXOS.....	49

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b>	Beneficiarios del proyecto.....	4
<b>Tabla 2:</b>	Actividades en relación a los objetivos planteados en la investigación.....	7
<b>Tabla 3:</b>	Insolación Global UTC (-0.94770 -79.23504) Atlas solar del Ecuador.....	13
<b>Tabla 4:</b>	Potencial Solar del Ecuador. ....	13
<b>Tabla 5:</b>	Panel Policristalino de 40 w .....	15
Tabla 6:	Niveles de iluminación en zonas recreativas RET 069 INEN Y CONELEC 008/11 .....	29
<b>Tabla 7:</b>	Precio de la energía según centrales.....	32
<b>Tabla 8:</b>	Gasto General.....	41

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	La energía solar fotovoltaica.....	10
Figura 2:	Tipos de radiación solar que recibimos en la tierra. ....	13
Figura 3:	Tipos de paneles solares.....	15
Figura 4:	Panel Solar Monocristalino.....	17
Figura 5:	Panel Solar Policristalino .....	18
Figura 6:	Corriente Continua DC .....	19
Figura 7:	Corriente Alterna AC .....	20
Figura 8:	Reflectores fotovoltaico DC.....	23

Figura 9: Descripción del control remoto.....	24
Figura 10: Universidad Técnica de Cotopaxi, extensión La Maná .....	27
Figura 11: Dimensiones de la cancha sintética.....	27
Figura 12: Puntos de medidas en canchas .....	30
Figura 13: Ubicación de latitud del proyecto Cancha sintáctica UTC .....	35
Figura 14: Diseño en DIALUX .....	36
Figura 15: Cortes de tubo galvanizado 3/4plg.....	38
Figura 16: Soldadura con electrodo 6013.....	39
Figura 17: Proceso de armado de soporte.....	40
Figura 18: instalación de reflector junto a su panel solar. ....	40

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Currículum vitae del Tutor de la Investigación .....	49
Anexo 2: Currículum vitae del investigador 1.....	51
Anexo 3: Currículum vitae del investigador 2.....	52
Anexo 4: Evidencia fotográficas .....	53
Anexo 5: Ficha técnica Reflector de 300W.....	54
Anexo 6: Ficha técnica, panel solar Policristalino 40W.....	55
Anexo 7: Ficha técnica, batería .....	56
Anexo 8: Insolación Difusa de Mayo .....	57
Anexo 9: Insolación Directa de Mayo.....	58
Anexo 10: Insolación Global de Enero.....	59
Anexo 11: Planos en AutoCAD .....	60
Anexo 12: Latitud y longitud en Google Map.....	61
Anexo 13: diseño en DIALUX.....	62
Anexo 14: diseño en DIALUX.....	63
Anexo 15: diseño en DIALUX.....	64
Anexo 16: diseño en DIALUX.....	65
Anexo 17: diseño en DIALUX.....	66
Anexo 18: diseño en DIALUX.....	67
Anexo 19: diseño en DIALUX.....	68
Anexo 20: diseño en DIALUX.....	69

## 1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

### 1.1 Nombre del Proyecto

Implementación de reflectores con paneles fotovoltaicos para la iluminación de la cancha sintética del bloque B en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

<b>Fecha de inicio:</b>	Abril 2021
<b>Fecha de finalización:</b>	Octubre 2021
<b>Lugar de ejecución:</b>	Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas
<b>Carrera que auspicia:</b>	Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus La Maná Ingeniería Electromecánica
<b>Unidad Académica que auspicia:</b>	
<b>Equipo de trabajo:</b>	Ing. William Armando Hidalgo Osorio, M. Sc.
<b>Tutor de Titulación:</b>	050265788-5
<b>Cédula:</b>	william.hidalgo7885@utc.edu.ec
<b>Correo:</b>	0980209857
<b>Teléfono:</b>	
<b>Autores:</b>	Sr. Marco Antonio Morillo Chiluiza
<b>Apellidos y Nombres:</b>	050341250-4
<b>Cédula:</b>	marco.morillo2504@utc.edu.ec
<b>Correo:</b>	0992034333
<b>Teléfono:</b>	
	Wilson Alexis Ayala Tipan
<b>Apellidos y Nombres:</b>	050438750-7
<b>Cédula:</b>	wilsom.ayala7507@utc.edu.ec
<b>Correo:</b>	0980457985
<b>Teléfono:</b>	
	UNESCO: Ingeniería, Industria y Construcción.
<b>Área de Conocimiento:</b>	Automatización, control y protecciones para
<b>Línea de Investigación:</b>	sistemas
	Mantenimiento industrial.
<b>Sub líneas de investigación:</b>	

Implementación de reflectores con paneles fotovoltaicos para la iluminación de la cancha sintética del bloque B en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

### 2 RESUMEN DEL PROYECTO

El presente trabajo de investigación de la carrera de Ingeniería Electromecánica, tiene como objetivo implementar reflectores con paneles fotovoltaicos para la iluminación de la cancha sintética del bloque B en la Universidad Técnica de Cotopaxi, extensión La Maná; para lograr conseguir se ha realizando mediciones y cálculos necesarios para identificar el panel fotovoltaico más apropiado e iluminar la cancha sintética, haciendo énfasis a la utilización y aplicación de la energía fotovoltaica existente en el Ecuador. En el desarrollo de este proyecto se ha implementado un sistema de iluminación fotovoltaico con paneles solares, los mismos que tienen la función de cargar sus baterías de almacenamiento para posteriormente abastecer de energía a los reflectores. Además, se logró cumplir mediante normas de iluminación y cálculos matemáticos que, para alumbrar el área de la cancha sintética, cuya superficie es de 1161.94 metros cuadrados; se requiere un flujo luminoso total de 108 060.42 lúmenes. No obstante, se instaló seis reflectores de 18 000 lúmenes; cuya potencia es de 300 watts, distribuido tres de cada lado de la cancha a iluminar; a un ángulo óptimo de 4.35 grados según la latitud; finalmente, obtenemos un ahorro de 270 kWh al mes y 3240 kWh al año que representa un gasto económico de \$ 338.25 dólares americanos por año; de esta manera, recuperando la inversión total en 3 años 8 meses con 19 días con la implementación de este sistema.

**Palabras claves:** Energía solar, sistema fotovoltaico, flujo luminoso.



### 3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Con la realización del presente proyecto investigativo desarrollado en del bloque B, dentro de las instalaciones de la Universidad Técnica de Cotopaxi, extensión La Maná; en la cual dispone de canchas de uso múltiples que no cumple con la iluminación adecuada; por tal razón surge la necesidad de este proyecto, el cual también está enfocado en obtener energía limpia para iniciar el proceso de transformación en energía sostenible.

Se pretende implementar reflectores con paneles fotovoltaicos de 40 watts para iluminar de la cancha sintética; de lograrlo sus beneficios radica en el aprovechamiento de la energía solar que no emana gases que provoque efecto invernadero, de esta forma no contribuye al calentamiento a nivel global. De hecho, esta técnica, se muestra como una de las tecnologías renovables con mayor eficiencia en la lucha contra el cambio climático.

El ahorro de energía y economizar su coste, inevitablemente será viable para la institución benéfica, No obstante, para conseguirlo se propondrá la aplicación y control de métodos técnicamente fundamentados que permitan manipular la energía con eficiencia y responsabilidad en cualquier sitio que se desarrollen. En este contexto, cobra trascendental importancia la ejecución de un adecuado diagnóstico energético que conlleve al establecimiento de alternativas de ahorro energético aplicados a los procesos de iluminación fotovoltaica, que posibilite establecer las políticas y la planificación de un buen uso.

En ese sentido, el desarrollo del proyecto se justifica en los beneficios que se obtengan de esta investigación y serán de gran utilidad para la Universidad Técnica de Cotopaxi y tesistas. Para el desarrollo de la misma se contará con el apoyo necesario de la Institución, facilitando sus instalaciones, los mismos que nos permitirán la viabilidad y factibilidad para el cumplimiento del trabajo.

La presente investigación se realizará desde la perspectiva tanto teórica como metodológica basada en el conocimiento académico. Teórica ya que se aprovecharán los contenidos conceptuales de los sistemas de control interno, contenidos en libros, investigaciones y publicaciones de reconocidos autores y tratadistas especializados, para ser adaptado en implementación de reflectores con paneles fotovoltaicos para la iluminación de la cancha sintética del bloque B en la Universidad Técnica de Cotopaxi, de esta forma fundamentar el presente trabajo investigativo y pueda aportar al desarrollo tecnológico.

## 4 BENEFICIARIO DEL PROYECTO

El principal beneficiario del proyecto es la Universidad Técnica de Cotopaxi, con 1994 estudiantes; conjuntamente con los autores que desarrollan el proyecto previo a la obtención del título de ingeniero electromecánico que se detallan a continuación.

**Tabla 1:** Beneficiarios del proyecto

<b>Beneficiarios directos</b>	<b>Beneficiarios indirectos</b>
Con la implementación de este proyecto se verán beneficiados directamente la Universidad Técnica de Cotopaxi y los 1994 estudiantes en general.	Empresa eléctrica ELEPCO S.A

**Elaborado por:** (Autores del proyecto, 2021)

## 5 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 5.1 Contextualización Macro

La situación energética a nivel internacional persigue obtener un uso más eficiente y consiente de la energía sin disminuir los niveles de producción y distribución, sin poner en riesgo la calidad del producto o el servicio, ni afectar los estándares ambientales. La eficiencia energética se refiere al uso racional de la energía, el uso racional consiste en usar fuentes más apropiadas utilizando únicamente lo necesario. En el caso del uso eficiente, se refiere a la reducción del consumo de energía por unidad de producto o servicio, de esta manera se optimiza la energía consumida. (Macías Andrade, pág. 3)

Con el transcurso de los años, en algunos países han adoptado diferentes medidas y acciones hacia el crecimiento de la eficiencia energética cada vez más limpia y a la reducción de pérdidas, donde se ha evidenciado que hay un gran énfasis hacia las etapas de un uso racional de la energía eléctrica para cubrir la gran demanda por parte de las fábricas y su rápido crecimiento poblacional. En la actualidad, en todo el mundo se está tratando de implementar módulos de paneles fotovoltaicos para la iluminación de sus hogares; esto ha conllevado a reducción de costes en sus planillas por concepto de energía eléctrica; no obstante ayudar a contribuir al buen vivir, todo ello en el ámbito de una política global de reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. (Macías Andrade, 2018)

## **5.2 Contextualización Meso**

Según (Revista Lideres, 2011) menciona que en el Ecuador tiene un gran potencial para producir energía solar para la generación de energía eléctrica basándose en el Consejo Nacional de Electricidad (Conelec). Donde existe una zona de iluminación vertical de 5.5 horas a 6.3 horas. El funcionamiento de este tipo de sistema fotovoltaico requiere una media de 5.2 horas de iluminación vertical al día.

En el Ecuador el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable puso en marcha un Plan Estratégico que constituye el principal insumo orientado a la gestión institucional y sectorial, todo esto para la realización de estudios, análisis de factibilidad, evaluación de alternativas, definición del financiamiento y el seguimiento a la construcción de grandes proyectos que permita reorientar la matriz energética del país, por lo que se buscan nuevas fuentes de energía limpia. (Macías Andrade, 2018)

El Gobierno Nacional, por medio del Consejo Nacional de Electrificación (CONELEC), desde el 2011 ha aprobado 17 proyectos que ayudaran a la generación de energía limpia por medio de la colocación de paneles solares, estos fueron instalados en las provincias de Santa Elena, Imbabura, Manabí y en Pichincha la capacidad de generación que tienen estos proyectos es de 272 megavatios (MW) de potencia. (Macías Andrade, 2018)

## **5.3 Contextualización Micro**

En la actualidad en la ciudad de La Maná a consecuencia de un incremento poblacional, el cual trae aparejado un incremento de la demanda eléctrica cada año, se crea la necesidad de buscar nuevas fuentes de energías encaminadas a un ahorro energético. Por tal motivo se encamina los estudios hacia la búsqueda de nuevas tecnologías que lleven a minimizar el consumo energético. Sin embargo algunas familias han optado por usar paneles fotovoltaicos en sus residencias como por ejemplo en el refugio de Grace.

Este proyecto no sólo contribuye a la disminución de emisiones de dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, en el ambiente; sino que también aporta al mejoramiento de la seguridad de los estudiantes. Las luminarias LED de 300 W a utilizarse en la cancha sintética cumplen con los valores recomendados en las Normas RoHS y la Regulación de Alumbrado Público 008/11 emitida por el Consejo Nacional de Electricidad, CONELEC.

## **5.4 Formulación del problema**

¿Con la implementación de reflectores con paneles fotovoltaicos para la iluminación de la cancha sintética del bloque B en la Universidad Técnica de Cotopaxi optimizará el consumo de energía eléctrica?

## **6 OBJETIVOS**

### **6.1 Objetivos General**

Implementar reflectores con paneles fotovoltaicos para la iluminación de la cancha sintética del bloque B en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

### **6.2 Objetivos específicos**

- Realizar mediciones y cálculos necesarios para la selección de los paneles fotovoltaicos y reflectores en la iluminación de la cancha sintética del bloque B en la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Identificar los paneles fotovoltaicos y reflectores más apropiados del mercado nacional para iluminar la cancha sintética de la institución nominada, por medio de cotizaciones, características y fiabilidad en la instalación.
- Identificar la potencia de consumo por mes y año de energía eléctrica para las luminarias en la cancha sintética del bloque B. Además, cuantificar el costo total por año generado por dicho consumo y finalmente estimar el tiempo requerido para recuperar la inversión.

## 7 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 2:** Actividades en relación a los objetivos planteados en la investigación

<b>Objetivos</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la metodología</b>
Realizar un diagnóstico, mediciones y cálculos necesarios para la selección de los paneles fotovoltaico en la iluminación de la cancha sintética del bloque B en la Universidad Técnica de Cotopaxi, a través de un estudio del mismo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Diagnosticar y medir las dimensiones de la cancha (largo y ancho).</li> <li>•Realizar los cálculos pertinentes para la selección de los paneles necesarios para su instalación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Delimitación del área de trabajo.</li> <li>•Con el conocimiento de fórmulas indagadas en libros se hallará la potencia de cada panel fotovoltaico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mediciones</li> <li>•Libros</li> </ul>
<b>Objetivo específico 2</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medio de verificación</b>
Identificar el panel fotovoltaico más apropiado del mercado nacional para iluminar la cancha sintética de la institución nominada, por medio de cotizaciones, características y fiabilidad en la instalación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Recolección de información de proveedores nacionales de paneles fotovoltaicos.</li> <li>•Revisar características técnicas y precios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Obtención de información por parte de las empresas proveedoras de paneles en Quito.</li> <li>•Elegir la cotización más apropiada con el presupuesto y cumpla con las características calculadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Cotizaciones</li> <li>•Fichas técnicas</li> </ul>
<b>Objetivo específico 3</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medio de verificación</b>
Abastecer de energía eléctrica las luminarias en la cancha sintética del bloque B, con finalidad en contribuir a la reducción del consumo energético por medio de paneles fotovoltaicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Elaboración de una tabla de costo energético bajo los precios de ELEPCO S.A respecto a ahorro mediante paneles fotovoltaico.</li> <li>•Comparar resultados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•se elaborará 2 tablas comparando su diferencia en consumo energético y su respectivo coste en dólares americanos.</li> <li>•beneficios del proyecto será notable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tablas</li> <li>•Estadística</li> </ul>

Elaborado por: (Autores del proyecto, 2021)

## **8 FUNDAMENTO CIENTÍFICO**

### **8.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

El presente proyecto de investigación tiene sus fundamentos científicos en otros proyectos que se han ejecutado en otros lugares, y que sirven de referencia investigativa al proyecto en curso, lo que a continuación se describe.

#### **Proyecto de investigación 1. Análisis de las alternativas energéticas para el servicio eléctrico del centro histórico de la ciudad de Quito, y su incidencia en la eficiencia energética.**

El proyecto análisis de las alternativas energéticas para el servicio eléctrico del centro histórico de la ciudad de Quito, y su incidencia en la eficiencia energética fue desarrollado en la ciudad de Quito- Ecuador en el mes de Marzo del 2018, en el que consiste en la determinación de la fuente alternativa energética más adecuada para el sector residencial del Centro Histórico de Quito integrado por 5100 viviendas, que posibilite disminuir la dependencia del servicio eléctrico proveniente del SEN (Sistema Eléctrico Nacional) debido al carácter de sector priorizado, motivado por el valor histórico de constituir el primer patrimonio de la humanidad declarado por la UNESCO en 1978. (Macías Andrade, 2018)

#### **Proyecto de investigación 2. La luz solar enciende esta idea**

El proyecto de energía fotovoltaica de uso comercial fue desarrollado en la provincia de Imbabura-Ecuador, cuyas oficinas están ubicadas en Quito, esta empresa nace a inicios del año 2011, con el propósito de generar energía solar fotovoltaica de uso comercial. Hugo Pérez, actual gerente de esta pequeña empresa, dice que según el letrero a la entrada de la central indica que esta infraestructura puede generar 998 kW (kilovatios) durante todo el día (de 7 a.m. a 5 p.m.). El señor Pablo Acosta, responsable del contrato de Valsolar con Emelnorte, explica que las plantas solares representan el 10% de la energía de Imbabura. Para ello considera un importante aporte de la generación alternativa. A finales del año pasado, la empresa obtuvo la licencia para instalar una segunda planta en Martingi con una capacidad de 995 kW. Tiene un capital de inversión de \$ 2.5 millones y estará listo a fines de este año. (Revista Lideres, 2011)

## **8.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **8.2.1 Descripción de alternativas energéticas**

Las energías alternativas, son también llamadas energías limpias, estas proceden de fuentes de energía naturales e inagotables que no contaminan la naturaleza al generarlas. Al hablar de energías alternativas, solemos referirnos a energías renovables como las que se enumeran a continuación. (Primagas, 2021)

- Energía de la biomasa
- Energía geotérmica
- Energía eólica
- Energía fotovoltaica

### **8.2.2 Energía solar fotovoltaica**

Cenelec (2012), define a la energía solar fotovoltaica como la central que genera electricidad en base a la energía de los fotones de la luz solar, que, al tener contacto con las placas semiconductor del panel solar, desprende los electrones de su última órbita, de esta manera al ser recolectados da inicio a formar una corriente eléctrica. Sin embargo, según el Consejo Nacional de Electricidad CENELEC; Ecuador cuenta con zonas con hasta 6,3 horas de luz perpendicular promedio día por año. (pág. 8)

Sin embargo, para Appa Renobables (2021), La energía fotovoltaica es la conversión directa de la radiación solar en electricidad a través de células solares. Esta conversión se realiza en un dispositivo llamado placa fotovoltaica. Sin embargo, en estos paneles solares, la radiación solar excita electrones en los polos semiconductores, creando una pequeña diferencia de potencial interno. La conexión en serie de estos dispositivos permite una mejor diferencia de potencial para su uso. Como se muestra en la figura 1.

La energía fotovoltaica se conoce a partir del siglo XIX, pero no fue hasta la década de 1950, desde el comienzo de la carrera espacial hasta el inicio de la Guerra Fría, que los científicos comenzaron a crear energía directamente de la radiación solar y a operar satélites de arrozales. Cuando los paneles fotovoltaicos comienzan a experimentar un desarrollo significativo. Al comienzo se utilizaba para alimentar satélites de comunicaciones geoestacionarios, ahora es

una tecnología para generar energía renovable o limpia que no produce ruido ni contaminación. (Appa Renovables, 2021)

**Figura 1.** La energía solar fotovoltaica



**Fuente:** (Universidad Politécnica de Cataluña, SN)

### 8.2.3 Radiación solar

La radiación solar emitida por el Sol, considerado una estrella, esta puede ser tomada como radiación de un cuerpo negro en su senda a través del espacio hasta alcanzar la capa principal de la atmósfera terrestre, durante este recorrido la proporción entre el flujo de energía y el flujo de entropía se conserva inalterado. Sin embargo, en su viaje a través de la atmósfera terrestre la radiación solar es en parte absorbida y difractada, en función de su longitud de onda. Además, la radiación solar es parcialmente polarizada cuando se refleja desde una superficie. (González Bayón & Pita Cantos, 2016)

La Maná, está ubicada en las estribaciones de la cordillera occidental de Los Andes, en la provincia de Cotopaxi, a 150 km de la capital de la provincia de Latacunga, No obstante, la época invernal es deshonrosa y fría, la época seca es un poco menos nublada y es más caliente en el año. Durante el año, la temperatura varía entre 22 °C hasta los 33 °C y pocas veces se reduce hasta menos de 21 °C o en ocasiones sube a más de los 35 °C. También, en esta zona se reconoce un alza de temperatura mundial con un promedio de 4.050 kWh/m<sup>2</sup>/día en el año,



igualmente se registra una insolación global de 4.860 kWh/m<sup>2</sup>/día por cada mes, en Mayo los datos conseguidos a través de “Atlas Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica” al dividir entre 1000, las unidades de insolación se encuentran en Wh/m<sup>2</sup>/día, ver Tabla 3. (CENELEC, 2012)

Sin embargo, por los efectos de absorción y difracción en la atmósfera terrestre, la radiación solar que llega a la superficie terrestre se divide en dos bloques: la radiación solar directa y la radiación solar difusa. Estos dos componentes están sujetos a diferentes métodos en términos de generación de entropía, y es imposible estudiarlos como entidades ideales. (González Bayón & Pita Cantos, 2016)

Además, sobre la atmósfera se recoge un promedio de radiación solar (constante solar) de 1 367 W/m<sup>2</sup>, pero a nivel de la superficie varía en un intervalo de 0 y 1 000 W/m<sup>2</sup>. Esta atenuación de los valores de radiación solar y su variabilidad en el tiempo se manifiesta a varios factores, como son los efectos de absorción y difusión de la atmósfera, factores astronómicos, efectos meteorológicos, etc. Esto hace que la radiación solar recibida sobre la superficie horizontal de la tierra pueda cambiar simultáneamente. (Gómez Sarduy & Puerta Fernández, 2015)

Por otro lado, para la implementación iluminaria de la cancha sintética del bloque B en la Universidad Técnica de Cotopaxi, como la solar térmica, fotovoltaica, es necesario conocer la radiación solar favorable en la superficie inclinada. El cálculo de la radiación solar que incide sobre la superficie inclinada de los paneles precisa determinar las componentes directa y difusa de la radiación ya que sus diferentes naturalezas físicas establecen cómo se proyectan sobre la superficie en cuestión de tiempo. (Gómez Sarduy & Puerta Fernández, 2015)

No obstante, el sol tiene mucha energía que se emite a la tierra siguiendo la ley de Planck con una temperatura aproximando de 6000k. La radiación del sol se dispersa desde la luz infrarroja hasta la luz ultravioleta; además no toda esta radiación llega a la superficie de la tierra, algunas ondas ultravioletas son absorbidos por la capa de ozono. La irradiación es la magnitud física con la cual podemos medir la radiación solar que llega a campo terrestre, cuya unidad de medida es el W/m<sup>2</sup>(vatio por metro cuadrado). (Morán Gorozabel & León Yungaicela, 2015, pág. 10)

### **8.2.3.1 La radiación directa**

La radiación directa que atraviesa la atmósfera es reflejada en gran medida por las nubes y/o captadas por las mismas. Esta radiación se nombra como difusa, que va en todas direcciones no sólo provocados por las nubes, sino también por las edificaciones, polvos atmosféricos, entre otras. Las superficies horizontales tienen más radiación difusa, y las verticales toman menos porque perciben la mitad de ésta. Por lo que la ciudad de La Maná en el mes de Mayo tendrá una medida de 2050 kWh/m<sup>2</sup>/día, según Atlas solar del Ecuador. Ver Tabla 3. (Morán Gorozabel & León Yungaicela, 2015, pág. 11)

### **8.2.3.2 La radiación difusa**

La radiación difusa es la radiación emitida por la esfera celeste debido a fenómenos reflejados como el cambio de dirección de los rayos de luz cuando no se transmiten. Los cambios solares en la atmósfera son cambios en la dirección de las ondas que se detectan a medida que pasan de una sustancia a otra, como las nubes o la materia en la atmósfera, pero este tipo de radiación no puede concentrarse. Luz dispersa desde cualquier dirección. Por lo que se puede concluir que, en la ciudad de La Maná en el mes de mayo, según Atlas solar del Ecuador medida de 2810 kWh/m<sup>2</sup>/día, ver Tabla 3. (Morán Gorozabel & León Yungaicela, 2015, pág. 12)

### **8.2.3.3 La radiación reflejada**

La radiación reflejada es aquella que se refleja en la superficie terrestre. Sin embargo, la radiación depende de la reflectividad de la superficie, llamada albedo, dado a que el plano horizontal no tiene masa y el plano horizontal no recibe radiación reflejada. Además, el plano vertical es el plano que recibe la radiación reflejada más directa. (Morán Gorozabel & León Yungaicela, 2015, pág. 12)

### **8.2.3.4 La radiación global**

La irradiancia solar total es la suma de las 3 irradiancias solares anteriores. En los días soleados, la radiación directa es más alta que la radiación dispersa. Pero, en los días nublados no hay radiación directa y toda la radiación existente se difunde. Los módulos solares utilizan la radiación solar de diferentes formas. Los módulos solares planos pueden capturar toda la radiación que ingresa a la estructura con el fin de generar electricidad. Dispersado como máximo es directamente desde otra ubicación, según Atlas solar del Ecuador, ver Anexo 8, 7, 10. (Morán Gorozabel & León Yungaicela, 2015, pág. 13)

**Tabla 3:** Insolación Global UTC (-0.94770 -79.23504) Atlas solar del Ecuador

<b>INSOLACIÓN LA MANÁ</b>	<b>MEDIDO EN Wh/m<sup>2</sup>/día</b>
<b>Insolación difusa</b>	2810
<b>Insolación directa</b>	2050
<b>Insolación global</b>	<b>4860</b>

FUENTE: (CENELEC, 2012)

**Figura 2:** Tipos de radiación solar que recibimos en la tierra.

Fuente: (Alonso Lorenzo, Radiación Solar, 2006)

### 8.2.3.5 Recurso solar

El Ecuador debido a su situación geográfica, tiene un alto potencial energético fotovoltaico su radiación horizontal media es de alrededor de 3 a 4.8  $KWh/m^2/día$ ; a continuación, se muestra los valores medios estimados por región según. (Morán Gorozabel & León Yungaicela, 2015, pág. 13)

**Tabla 4:** Potencial Solar del Ecuador.

Región	Radiación Media
<b>Costa</b>	$4.5 \frac{KWh}{m^2} \text{ año}$
<b>Sierra</b>	$3.5 \frac{KWh}{m^2} \text{ año}$
<b>Oriente</b>	$3.8 \frac{KWh}{m^2} \text{ año}$
<b>Galápagos</b>	$4.5 \frac{KWh}{m^2} \text{ año}$

Fuente: (Morán Gorozabel & León Yungaicela, 2015, pág. 14)

#### **8.2.4 Células fotovoltaicas**

Según Bridgewater (2009), en las células fotovoltaicas el sistema convierte directamente la luz del sol en corriente continua (CC). Sin embargo, cada una de las células fotovoltaica contiene un contacto posterior junto a dos capas de silicio y un recubrimiento antirreflectante; formando una rejilla de contacto para finalmente mediante un inversor proporcionar energía de corriente alterna (CA) al sistema.

#### **8.2.5 Panel solar**

Los paneles solares son módulos que aprovecha la energía que tiene la radiación solar, y existen muchos tipos de modulos, como; los de uso doméstico, que producen agua caliente, los paneles solares fotovoltaico, que generan energia electrica. Tambien, los paneles fotovoltaicos se constituyen de celdas, las cuales transforman la radiacion solar en electricidad. Sin embargo, cada celda que produce un efecto fotoeléctrico según este principio provoca cargas positivas y negativas en dos semiconductores que se encuentran cercanos entre sí de diferentes formas de energía lumínica, creando un campo eléctrico con capacidad para generar corriente. (Morán Gorozabel & León Yungaicela, 2015, pág. 14)

Además, la energía solar es la alternativa ecológica por excelencia para uso doméstico. Pese a ello, y al aumento que está registrando alrededor del mundo, el desconocimiento sobre ella está todavía extendido en Latinoamérica en especial en Ecuador. Esto dificulta su utilización por muchas de las personas que podrían beneficiarse de esta fuente renovable inagotable. (Eco Inventos Green Technology, 2020)

También se debe asegurar de que no haya zonas o cosas que creen sombra en la mayoría de los lugares de instalación, especialmente durante los períodos de máxima luz solar. El sombreado evita que el panel solar funcione a plena capacidad. (Eco Inventos Green Technology, 2020)

**Figura 3:** Tipos de paneles solares

**Fuente:** (Eco Inventos Green Technology, 2020)

De cualquier manera, el panel es la clave para el impulso de energía y el punto de partida. Pero, es importante saber que existen varios tipos. Primero, necesitamos distinguir entre los dos principios básicos de las placas monocristalinas y las placas policristalinas. Elegir uno afectará tanto los costos de instalación como los niveles de eficiencia. (Eco Inventos Green Technology, 2020)

### 8.2.6 Tipos de paneles

Casi el 100% de los paneles fotovoltaicos del mercado mundial están hechos de células de silicio. También, puede diferenciar entre dos categorías básicas, donde la diferencia puede no es clara. Un panel con células monocristalinas o policristalinas. Aunque ambos tienen los mismos elementos químicos. Por lo tanto, discutiremos en detalle la diferencia clave entre paneles policristalinos y monocristalinos. Esto le dirá cuál se adapta mejor a sus necesidades. (Eco Inventos Green Technology, 2019)

**Tabla 5:** Panel Policristalino de 40 w

<b>Panel solar Policristalino HIGH QUALITY SOLAR LAMP</b>	
Potencia:	40 W
Voltaje:	5 V
Intensidad de la corriente eléctrica	6.8 A
Voltaje en circuito abierto	6.2 v
Corriente de cortocircuito	7.44 A
Tolerancia de potencia	+/- 3%

Dimensiones del panel	348x628x17 mm
-----------------------	---------------

**Fuente:** (GoLed, 2021)

**Elaborado:** (Autores del proyecto, 2021)

### 8.2.6.1 Paneles con células Monocristalinas

Los paneles monocristalinos destacan por estar hechas con silicio de muy alta pureza. Por esta razón, este tipo de celdas de tono negro son las más eficientes, también en términos de espacio, lo que se traduce en la práctica en infraestructuras más pequeñas. Se distinguen por su color oscuro y de bordes redondeados. (Eco Inventos Green Technology, 2019)

Cuenta con el mayor nivel de eficiencia del mercado de paneles, que puede alcanzar el 20%, también, las células monocristalinas son las más fáciles de instalar debido a su baja exposición a la luz solar y su alto rendimiento en estas condiciones ambientales. Sin embargo, este sistema tiene una vida útil que supera a las células policristalinas, con garantías que supera los 25 años y capacidad para funcionar hasta 50 años, es otra de las ventajas de los paneles monocristalinos. (Eco Inventos Green Technology, 2019)

Este tipo de paneles requiere más silicio que las células policristalinas, y con el tipo de corte realizado afecta el alto precio de las mismas, por la cuestión de pérdida de material durante la fabricación. Así mismo, como adolece de buen comportamiento en situaciones en las que no hay exposición a la luz, como los días nublados. Sin embargo, las células policristalinas tienden a funcionar peor a altas temperaturas y deben tenerse en cuenta antes de elegir este tipo de componente. (Eco Inventos Green Technology, 2019)

En el aspecto físico los estos paneles solares tienen un color azul oscuro, casi negro. Sus bordes son circulares y el principal componente es el silicio monocristalino. En algunos tipos de paneles solares. El silicio monocristalino se abulta y se corta en láminas delgadas para convertirse en células solares para paneles solares. Para crear estos materiales se necesita de bastante tiempo, para el enfriamiento de las células monocristalina sin la necesidad de un proceso rápido. Debido a la alta pureza de los cristales, estas placas funcionan mejor que las placas policristalinas por lo que su precio es un poco costoso. (Damia Solar, 2019)

**Figura 4:** Panel Solar Monocristalino

Fuente: (Damia Solar, 2019)

### 8.2.6.2 Paneles con células Policristalinos

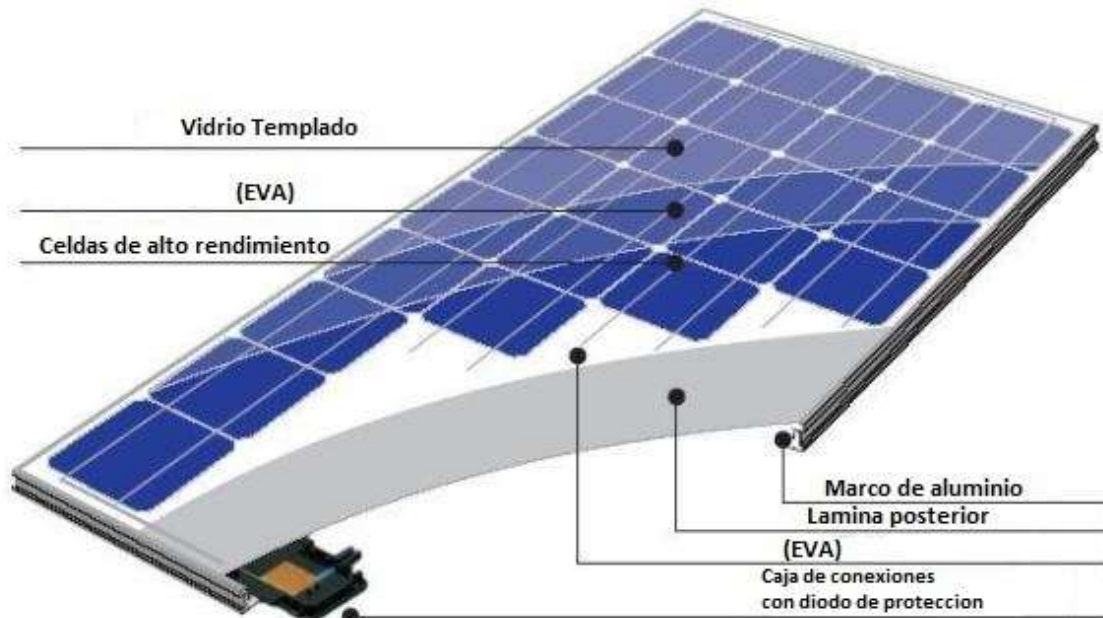
Los paneles solares fabricados con células policristalinas tienen una larga trayectoria en la industria desde que se inició su construcción y desarrollo en la década de 1980. Sus ventajas sobre las células Los monocristales se basan en un proceso de fabricación de bajo coste que supone la última rebaja de precios de estos sistemas. En este sistema, el silicio se funde y entra en el molde en el que se imprime la celda. Este método no solo utiliza una pequeña cantidad de este elemento, llamado silicio, sino que también evita el desperdicio durante el proceso de fabricación. Si bien estas celdas son más asequibles en el mercado nacional, tienen algunos inconvenientes. La baja resistencia al calor de estas celdas significa que son menos eficientes que las alternativas de cristal único. De hecho, se estima que el factor de eficiencia máxima para las obleas compuestas por estas células es más del 15%. Esto se debe principalmente a la pequeña cantidad de silicio presente en la estructura. (Eco Inventos Green Technology, 2019)

Las grandes temperaturas que tiene durante los días calurosos, pueden causar inconvenientes a estas células, son aún más apetecibles para los usuarios que viven en zonas más cálidas que las monocristalinas y menos eficientes que por el espacio. (Eco Inventos Green Technology, 2019)

Aunque las celdas contengan el material denominado silicio, pueden presentar comportamientos que difiere en función de aspectos como el monto de luz o los espacios necesarios. El costo de producción viéndolo de otro punto, importante aumentarlo debido a los casos de las células monocristalinas. Pero, a medida que la industria se ha desarrollado, el costo

de fabricación ha disminuido con el tiempo y es cada vez más común comprar paneles fotovoltaicos con estas características. (Eco Inventos Green Technology, 2019)

**Figura 5:** Panel Solar Policristalino



**Fuente:** (Salcantay, 2018)

### 8.2.6.3 Selección del panel solar del mercado

Hay que presente que, existen varios aspectos a la hora de elegir un panel fotovoltaico apto para una instalación solar, entre ellos calidad, garantía, origen del producto, tipo de tecnología y eficiencia. Se considera alta eficiencia para paneles fotovoltaicos superiores al 18%. Eso es 180w por metro cuadrado instalado. Pero, como puede verse, esto es muy importante en los sistemas fotovoltaicos auto consumibles, que se instalan en los techos de las construcciones. El techo siempre tiene un lugar limitado, y cuanto más eficientes sean los paneles, más potencia podrá producir. (Alonso Lorenzo, 2016)

## 8.2.7 Tipos de corriente

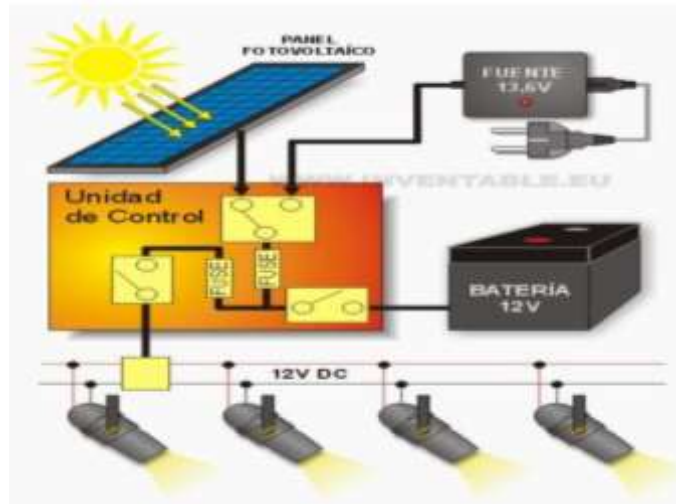
### 8.2.7.1 Corriente continua

En el medio que nos rodea, la electricidad es relativamente sorprendente cuando se mide en nuestras vidas. Solo lo ven ciertos animales y, en algunos fenómenos naturales, como el relámpago. Los científicos han observado que un campo magnético puede hacer que los electrones fluyan a través de cables metálicos y otros elementos conductores para crear un flujo artificial de electrones, pero los electrones son repelidos de los polos del campo magnético y



atraídos. Debido a que puede fluir, solo puede fluir en una dirección. Un gran ejemplo son las baterías y generadores de corriente eléctrica continua, un invento esencialmente atribuido a Thomas Edison en el siglo XIX, el mismo sobre el que se debate si invento o no la bombilla. (Ciencia, 2019)

**Figura 6:** Corriente Continua DC

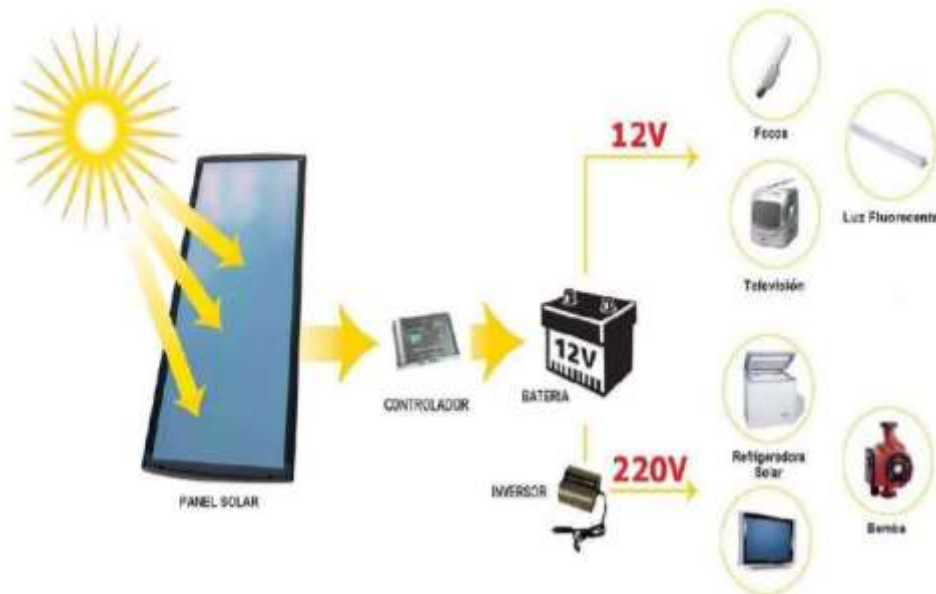


Fuente; (Alonso Lorenzo, Radiación Solar, 2006)

### 8.2.7.2 Corriente alterna

Este sistema incorpora como elementos básicos; paneles solares fotovoltaico, reguladores, baterías, inversor, y equipos de consumo de 110 Vac como en 12 Vdc; como también sistema de iluminación de 220 Vac, con frecuencia de 50 o 60 Hz. Este es posible gracias a un inversor de corriente, el cual transforma la corriente directa almacenada en las baterías en corriente alterna. (Alonso Lorenzo, 2016)

**Figura 7:** Corriente Alterna AC



Fuente: (Alonso Lorenzo, 2016)

### 8.2.8 Elementos del kit módulo fotovoltaico

El sistema seleccionado a través del sitio web Mercado Libre para implementación de un módulo de paneles fotovoltaicos para la iluminación de la cancha sintética del bloque B en la Universidad Técnica de Cotopaxi; consta de los siguientes:

- Seis módulos fotovoltaicos Policristalinos de 6v / 300 W
- Seis reflectores Led Solar de 300W IP67

### 8.2.9 Ángulo de inclinación y orientación para un panel solar

Otorgar una buena orientación y un ángulo de inclinación adecuados a nuestras placas solares son dos factores fundamentales para optimizar el aprovechamiento de las horas de sol y, de este modo, obtener el máximo rendimiento de nuestra instalación solar. En este artículo te contamos cómo debes ubicarlo para producir la mayor cantidad de energía posible. (Selectra, 2021)

La orientación idónea para dirigir los paneles solares es hacia el sur (ángulo azimutal de 180 °). Si orientamos los módulos hacia esta dirección, la instalación de módulos fotovoltaicos recibirá la máxima irradiación solar posible durante el día y, por tanto, el rendimiento del sistema será

óptimo. Asimismo, es importante verificar que no haya sombras sobre nuestro sistema fotovoltaico. (Selectra, 2021)

Al orientar los paneles hacia el sur, la radiación solar incide perpendicularmente a la superficie y, por tanto, se obtiene la máxima eficacia. Sin embargo, en ocasiones será imposible ubicarlos de este modo, por lo que se debe buscar la orientación que más se aproxime para que las pérdidas del sistema de autoconsumo solar sean mínimas.

#### **8.2.9.1 Orientación del sitio de trabajo**

Puedes conocer la orientación de tu vivienda fácilmente con Google Maps. En primer lugar, debes localizar tu casa en la aplicación. Una vez la hayas encontrado, usa la brújula de la esquina inferior derecha para determinar dónde está el sur y finalmente, compararla con tu techo. (Selectra, 2021)

Si la orientación de tus paneles presenta un desvío de hasta 45 ° respecto del sur, no debes preocuparte lo más mínimo. Los módulos solares dirigidos hacia el sureste o suroeste presentan unas pérdidas de entre un 1 y un 4 %, por tanto, la generación eléctrica es prácticamente la misma. (Selectra, 2021)

Por otra parte, si las placas se encuentran dirigidas hacia el este u oeste, el sistema presentará unas pérdidas de hasta un 20%. No descartes una instalación solar si tu vivienda presenta estas condiciones, el sistema fotovoltaico seguirá siendo muy rentable y ahorrarás cientos de euros anualmente. En el caso de que tu vivienda no tenga orientación sur, la oeste es la siguiente más favorable en términos de producción. Esto se debe a que los módulos orientados hacia el oeste a las 17h generan un 55% de su potencial y los dirigidos hacia el sur tan solo un 15%, por lo que resulta muy interesante para aquellos que se encuentran en sus hogares durante la tarde. (Selectra, 2021)

#### **8.2.10 Efectos negativos de las sombras**

Las placas fotovoltaicas se componen por varias células solares que actúan como un conjunto. Cuando una o varias celdas se ven afectadas por alguna sombra, en vez de producir energía, la consumen, pudiendo sobrecalentarse o incluso deteriorarse. Esto ocasionará una pérdida de potencia de la instalación completa, ya que la actividad de cada una repercute sobre el resto. (Selectra, 2021)

Si la producción de una placa solar es menor debido a una o varias sombras, existirá una inconsistencia energética y, por tanto, el sistema presentará fluctuaciones de energía. Estas oscilaciones pueden ocasionar que el resto de elementos fotovoltaicos se dañen o destruyan, por ejemplo, los inversores fotovoltaicos o los acumuladores. Asimismo, la producción desigual en una placa solar perjudicará a los componentes internos del módulo fotovoltaico. (Ciencia, 2019)

### **8.2.11 Reflectores**

A medida que la tecnología va evolucionando con el tiempo, el campo de la iluminación pasó de las bombillas incandescentes a las bombillas de bajo consumo, y hace 15 años los LEDs revolucionaron la iluminación. Se ha descubierto que estos artefactos ofrecen muchas ventajas significativas en su uso humano, como una potencia reducida y un mayor brillo, pero con la adición del panel accesorio de base solar y la batería como fuentes de energía, incluso tienen certificación contra el agua y el polvo. Los reflectores que funcionan con energía solar son luces para uso exterior como las calles, estacionamientos, campos deportivos, campos de fútbol, adoquines y espacios abiertos etc. (GoLed, 2021)

#### **8.2.11.1 Beneficios**

- **Sensor de luz inteligente:** encienda la luz, se encenderá automáticamente cuando esté en la oscuridad o por la noche, la luz también se apagará automáticamente cuando esté en el día o en un área brillante.
- **Resistencia a la intemperie:** nivel de impermeabilidad IP 65. Gran luz nocturna de seguridad para exteriores para pared, patio, jardín, porche, césped, camino, canaletas, etc. Está diseñado específicamente para soportar condiciones climáticas extremas.
- **Diseño ajustable del soporte líder en la industria:** puede ajustar el ángulo del panel solar para la mejor exposición a la luz del día. El ángulo flexible puede satisfacer diferentes necesidades.
- **Instalación inalámbrica y fácil:** puede elegir montarlo en la pared con cuatro tornillos de expansión o montarlo en el poste con un aro.
- **Garantía de satisfacción del 100%:** Su satisfacción es nuestra principal prioridad. Si tiene algún problema durante la transacción o el uso, contáctenos, resolveremos el problema con usted.

**Figura 8:** Reflectores fotovoltaico DC



**Fuente:** (Autores del proyecto, 2021)

### **8.2.11.2 Funcionamiento**

Los reflectores tienen un funcionamiento que consiste en extraer energía de la batería que se instalan en interiores y están sellados al vacío para mantener la protección IP66 o mejores. El panel carga la batería durante el día y los LEDs extraen energía de la batería y la convierten en luz para uso nocturno. Un panel solar es un accesorio de uso externos que almacena la radiación solar y la convierte en un flujo de electrones para cargar la batería que luego es utilizada por el reflector. (GoLed, 2021)

### **8.2.11.3 Descripción del control remoto**

El control remoto es un accesorio muy importante, ya que es el mando a distancia, que permite automatizar y controlar las luces de forma remota e inalámbrica. Los controles remotos tienen un teclado que al presionar cualquiera de estos botones, la luz se encenderá durante 3H "3 horas encendidas", 5H "5 horas encendidas" y 8H "8 horas encendidas". Busque un botón para atenuar y úselo para aumentar la autonomía de la luz y eventualmente verá un botón automático. Utilice este botón ON para encender la luz por la noche y OFF para apagarla al amanecer. (GoLed, 2021)

**Figura 9:** Descripción del control remoto



Fuente: (Autores del proyecto, 2021)

### **8.3 Software DIALUX**

Dialux, es un software completo y libre para proyectos de iluminación en espacios interiores y exteriores, desarrollado en 1994 por la compañía alemana DIAL especialista en domótica e iluminación, con laboratorio acreditados conforme a DIN en ISO/IEC 17025. Un software hecho por planificadores para planificadores, Gracias a DIALUX se puede crear muy fácilmente proyectos de iluminación de forma eficaz y profesional, evaluación energética al instante y la cualidad de obtener datos actualizados de luminarias de diferentes fabricantes líderes a nivel mundial como PHILIPS, GE LIGHTING, LITHONIA, SYLVANIA, etc. (Castro Guaman & Posligua Murillo, 2015)

Este software permite de la manera más simple e intuitiva crear ambientes visuales con respecto a un proyecto real, el cual consta de muchas herramientas que permiten que el desarrollo del evento cumpla con las normas y estándares conocidos a nivel mundial. Permite tomar como base documentos de CAD exportando un archivo en formato dwg o utilizar modelos 3D descargados de internet. (Castro Guaman & Posligua Murillo, 2015)

## **9 METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

El estudio trata sobre la implementación de un módulo de paneles fotovoltaicos para la iluminación de la cancha sintética del bloque B en la Universidad Técnica de Cotopaxi, en el cual se realiza mediciones de superficie, posteriormente se realizó la recopilación y análisis de los datos provenientes de las mediciones y su posterior interpretación. (Autores del proyecto, 2021)

### **9.1 Tipo de investigación**

De acuerdo a la investigación del proyecto se realizaron varios tipos de investigación, que se adapte a la indagación y variables manejadas, no obstante, a continuación, se detalla el proceso que tiene cada investigación ligada con el estudio de la implementación de un módulo de paneles fotovoltaicos para la iluminación de la cancha sintética del bloque B en la Universidad Técnica de Cotopaxi. (Autores del proyecto, 2021)

### **9.2 Investigación cualitativa**

Dentro de este campo se reconoció al capital humano que se involucra directamente con el área de módulo de paneles fotovoltaicos, se identificó los proveedores de paneles solares policristalinos en la ciudad de Quito, después de varias reuniones se adquirió seis kits de paneles fotovoltaico que detallará a medida que avanza el proyecto. Sin embargo, se requirió materiales para el área de instalación que se detallará en otro capítulo, (Autores del proyecto, 2021)

#### **9.2.1 Fuentes de recolección de información**

Existen dos tipos de fuentes de recolección de información: las primarias y las secundarias. Fuentes primarias son todas aquellas de las cuales se obtiene información directa, es decir, de donde se origina la información. En este caso las fuentes de información fueron los proveedores y técnicos relacionado con el tema. Mientras como fuentes secundarias de información se

consideró las fichas técnicas provenientes de los proveedores de paneles fotovoltaicos. (Autores del proyecto, 2021)

### **9.2.2 Identificación de los procesos logístico**

Se distinguió los procesos o pasos para la instalación de los módulos solares fotovoltaico, iniciando desde su adquisición del kit completo, almacenamiento e instalación de los soportes y paneles. Sin embargo, todo este proceso lleva tiempo desarrollar desde el inicio del proyecto hasta su culminación. (Autores del proyecto, 2021)

### **9.3 Investigación cuantitativa**

Para efectuar el proyecto relacionado con la implementación de un módulo de paneles fotovoltaicos para la iluminación de la cancha sintética del bloque B en la Universidad Técnica de Cotopaxi, para lo cual se procedió a determinar el área total de la superficie a iluminar, así como el cálculo de los paneles solares óptimo y necesario. Por lo que se utilizó la investigación cuantitativa, ya que se manejan variables numéricas, las cuales fueron organizadas en tablas para su posterior análisis, los procedimientos para esta actividad fueron los siguientes. (Autores del proyecto, 2021)

### **9.4 Localización del proyecto**

La Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, cual fue acreditada como una de las mejores universidades del país en septiembre 2015. En la actualidad, existen aproximadamente 1994 alumnos matriculados del primer semestre en adelante, 54 docentes, 6 profesionales administrativos, 6 guardias, 3 auxiliares de servicios, que están regidos por la Ley Orgánica de Servicio Civil y Carrera Administrativa (LOSCA) y el Código de Trabajo. Su ubicación es avenida Los Almendros y Pujilí, (Universidad Técnica de Cotopaxi, 2021)



**Figura 10:** Universidad Técnica de Cotopaxi, extensión La Maná

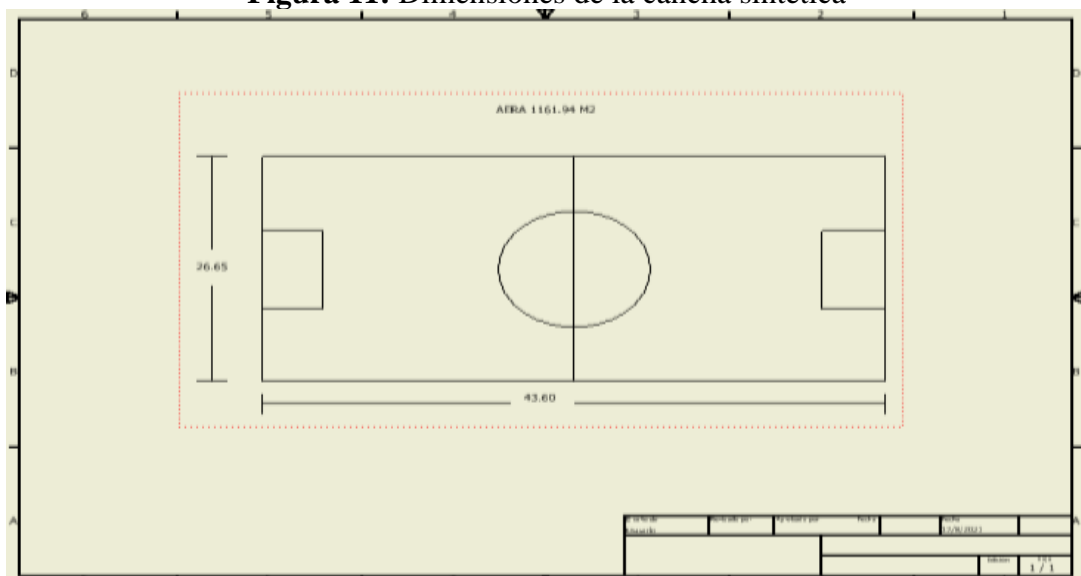


Fuente: (Universidad Técnica de Cotopaxi, 2021)

### 9.5 Cálculo del área de la cancha sintética

Implementación de un módulo de paneles fotovoltaicos para la iluminación de la cancha sintética del bloque B en la Universidad Técnica de Cotopaxi; cuenta con las siguientes dimensiones como se observa en la fig.11. El área calculada base por ancho se obtuvo una superficie de 1161.94 m<sup>2</sup>.

**Figura 11:** Dimensiones de la cancha sintética



Fuentes: Plano en software AutoCAD

## **9.6 Normativas para diseño de iluminación en canchas deportivas**

Según Bravo Nieto y Salazar (2015), el diseño de la luminaria está direccionado a superficies específicas que se puede encontrar en lugares recreativos y deportivos de la ciudad, fuentes de agua, etc. A diferencia de normas que define valores y requisitos para parques y canchas deportivas en general sin importar su arquitectura. Es importante indicar que esta propuesta de norma es un complemento a lo que ya se encuentra estipulado en la Regulación del CONELEC 008/11 y la Norma RTE INEN 069, para iluminarias. (Bravo Nieto & Salazar, 2015)

### **9.6.1 Instalación de Luminarias**

Si bien no es posible especificar la disposición de luminarias en áreas recreativas, dado que tanto arquitectónica, como estructuralmente, han sido concebidas desde diversos puntos de vista, se recomienda que cada una cubra cierta área ofreciendo niveles de iluminación óptimos para el desarrollo de cada actividad. (Bravo Nieto & Salazar, 2015)

### **9.6.2 Instalación de Luminarias Empotradas en las Mallas que Cubre la Cancha**

Para la instalación de ese tipo de luminarias, el proyectista debe conocer la forma adecuada de realizarla. Se sabe que en caso de ir empotradas en la estructura del cerramiento de la cancha como el concreto debe estar al mismo nivel, caso contrario en jardines debe estar sobre el nivel del piso evitando así el ingreso de elementos externos que afecten el funcionamiento de la lámpara. (Bravo Nieto & Salazar, 2015)

### **9.6.3 Espacio Ambiente**

En zonas donde predomine la presencia de árboles, se recomienda tener especial cuidado en la instalación de luminarias, pues los mismos obstruyen el flujo luminoso; impidiendo que se alcancen los niveles de iluminancia considerados en el diseño. (Bravo Nieto & Salazar, 2015)

## **9.7 Niveles de Iluminación en canchas deportivas**

Para el caso de áreas verdes se puede considerar como parámetro el mismo de las áreas de descanso. Aunque su análisis es muy relativo, ya que puede existir afectación de la arboleda, montículos, césped de varios tamaños y otros aspectos que actúan en la decisión de ubicación de la luminaria y el valor de iluminancia respectivo como se observa a continuación en la tabla 4.

Tabla 6: Niveles de iluminación en zonas recreativas RET 069 INEN Y CONELEC 008/11

<b>Clasificación</b>	<b>Iluminancia</b>	<b>Uniformidad</b>
	<b>Promedio EP (luxes)</b>	<b>General (%)</b>
Canchas deportivas	<b>60</b>	55
Bulevar	60	45
Piletas o fuentes de agua	40	40
Andenes y camineras	30	40
Ciclovías en parques	30	40
Áreas de juegos infantiles	30	40
Área de descanso	25	40

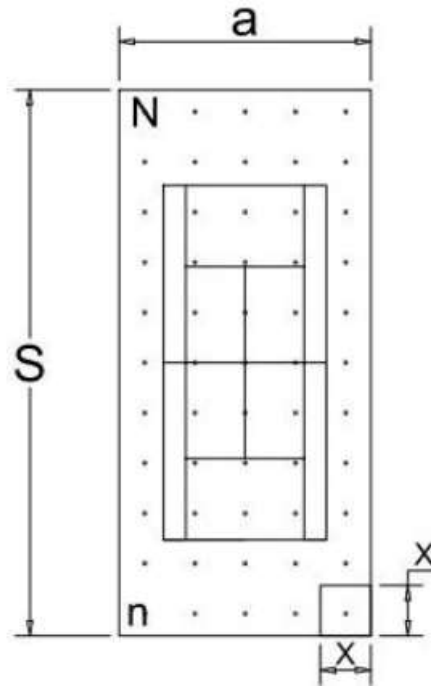
Fuente: (Bravo Nieto & Salazar, 2015)

Por requerimientos de la regulación del CONELEC 008/11, los niveles de uniformidad general deben superar el 40%, consecuentemente, en nuestra propuesta, algunos de los valores asignados se exige una uniformidad general superior al 45%. Los valores de iluminancia promedio y de uniformidad general asignados a cada clasificación, como se muestra en la (tabla 4), se concluyeron en base al análisis previo y en conjunto con criterios obtenidos de normas como CIE, NTC 900, IES, INEN 069 y CONELEC 008/11. (Bravo Nieto & Salazar, 2015)

### **9.8 Canchas Deportivas y Bulevares**

Es necesario definir el área que limita el bulevar o la cancha, en distancia longitudinalmente (S) y su ancho (a). En el caso de bulevares con una distancia longitudinal (S) que exceda los 50m, se puede dividir en tramos obteniendo varias matrices de medición. Subdividir el área en cuadrados, cuyos centros serán los puntos de medida, deben estar espaciados uniformemente como define la CIE 140. A continuación, la Fig. 12.

Figura 12: Puntos de medidas en canchas



Fuente: (Bravo Nieto & Salazar, 2015)

Dónde:

N y n son números enteros

El lado del cuadrado (X) no debe superar los 5m, porque la distancia entre un punto de medición y otro es muy alta, perdiendo la uniformidad de flujo luminoso que llega a la superficie a iluminar. Conjuntamente debe ser mayor a 1m, porque en áreas muy extensas se poseerá un número alto de puntos de medición, en el cual su iluminancia promedio ( $E_p$ ) no tendrá una diferencia considerable con un valor de lado del cuadrado (X) mayor que 1m. (Bravo Nieto & Salazar, 2015)

### 9.9 Cálculo de flujo luminoso total requerido bajo Normas RET 069 INEN Y CONELEC 008/11

El nivel de iluminancia promedio simbología ( $E_p$ ) es el flujo luminoso recibido por una superficie, cuya unidad es luxes expresada en  $\frac{\text{lúmenes}}{\text{m}^2}$ ; según la (tabla 4). es de 60 luxes. Sin embargo, puede alcanzar en un 55% más del promedio normal, así alcanzando un máximo de 93 luxes en canchas deportivas. A continuación, se realizará el respectivo cálculo según los parámetros que se detalla, (Autores del proyecto, 2021)

$$E_p = \frac{\varphi}{A}$$

Dónde:

$E_p$ : iluminancia promedio

$E$ : iluminancia en lux (lx)

$\varphi$ : Flujo luminoso en lumen (lm)

$A$ : área en  $m^2$

Para el desarrollo se obtuvo los siguientes datos que se expondrá a continuación:

**Datos:**

$E$ : 60 luxes más el 55%, véase la normativa (tabla 4).

$A$ : 1161.94  $m^2$  véase fig. 11

$$\varphi = E * A$$

$$\varphi = 1.55(60luxes) * (1161.94m^2)$$

$$\varphi = \left(93 \frac{lumenes}{m^2}\right) * (1161.94m^2)$$

$$\varphi = 108\,000 \text{ lúmenes requerido}$$

**9.10 Cálculo del flujo luminoso requerido**

$$\varphi_r = \frac{\varphi}{N_r} = \frac{108\,060.42 \text{ lúmenes}}{6} = 18000 \text{ lúmenes}$$

Dónde:

$N_r$ : Número de reflectores requeridos: 6 unidades

$\varphi$ : Flujo luminoso total requerido bajo Normas es de: 108 060.42 lúmenes

$\varphi_r$ : Flujo luminoso de cada reflector requerido en el proyecto

### 9.11 Precio de la energía sus centrales

Según (CENELEC, pág. 3) menciona los precios a reconocerse por la energía medida en el punto de entrega, expresados en centavos de dólar por kWh, son los siguientes:

**Tabla 7:** Precio de la energía según centrales

Centrales	Precio (cUSD/ Kwh)
Eólicas	10.05
Fotovoltaica	13.65
Biomasa-Biogas	10.23
Geotérmicas	8.12

**Elaborado por;** (Autores del proyecto, 2021)

### 9.12 Tarifa eléctrica

Ecuador es el sexto, de 14 países en América Latina, en el ranking de las tarifas eléctricas más bajas de la región para el sector residencial. Con una tarifa del 10,47 centavo por kilovatio hora para consumos de hasta 300 kWh, está por debajo de países vecinos como Colombia (15,23) y Perú (16,43). Los datos han sido revelados por la entidad Osinergmin (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, Perú) en marzo del 2021. (El Universo, 2021)

La tasa promedio de consumo eléctrico para 2021 en Ecuador es de \$ 10 para los hogares, \$ 7.99 para uso industrial, \$ 7.12 para otros sectores. Recursos que son usados para cubrir el costo de toda la industria eléctrica. De acuerdo con el señor Coordinador Técnico de Regulación y Control eléctrico de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables, los servicios eléctricos nacionales cuestan \$ 201,400 millones para satisfacer a 5 millones y medio de usuarios, de los cuales los servicios eléctricos son \$ 185,50 millones, los servicios de iluminación pública son \$ 138,90 millones y los servicios de terceros son \$ 19,70 millones. Está en medio de un negocio que incluye fabricación, transporte, distribución y marketing de servicios. Estos costos no incluyen el capital de inversión estatal para la construcción de infraestructura hidroeléctrica (como lo requiere la Constitución del Ecuador). (El Universo, 2021)

Según Ojeda afirma que no habrá aumentos de impuestos de 2014 a 2021 y, en cambio, un incentivo para el sector industrial en 2018. Menciona que tiene energía competitiva tanto en el ámbito residencial, comercial como industrial en relación con la región. Sostiene que los

cambios en la matriz energética han impedido el restablecimiento de esta relación, en el sentido de que Ecuador tiene más de 91% de capacidades hidroeléctricas. Si continúa utilizando energía térmica, el costo será mucho mayor. También ayudó a eliminar el déficit arancelario existente. Si bien se considera una tasa impositiva competitiva, cientos de consumidores domésticos se han quejado recientemente de que el impuesto es demasiado alto, especialmente en lo que respecta a la restricción y estructura arancelaria que castiga el mayor consumo. (El Universo, 2021)

### 9.13 Cálculo Consumo de kWh

Para este desarrollo se tendrá en cuenta la potencia de consumo por parte de los reflectores solares, el cual cada kit consume una cantidad de 300 W y en su totalidad son seis unidades adquiridas para su instalación; a continuación, se desarrollará el cálculo respectivo que se tendría que costear según los siguientes requerimientos se desarrolla según la formula (1).

$$consumo = \frac{potencia * tiempo * (30 dias)}{1000} \quad (1)$$

$$consumo = \frac{(1800W)(5h)(30)}{1000} = 270Kwh/mes$$

Dónde:

- 6 reflectores solares de 300W
- Potencia total 1800W
- Tiempo de uso 5h/día

### 9.14 Gasto energético mensual y anual

De acuerdo al coordinador técnico de Regulación y Control eléctrico de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables del Ecuador, las tarifas del consumo en el presente año, son de \$ 10,30 para el sector residencial; \$ 10,45 para el comercial; \$ 8,00 para el industrial; y \$ 7,15 para otros sectores. Para el cálculo se utilizará la siguiente formula 2. (El Universo, 2021)

$$\text{Gasto } \$ = 270\text{kwh} * (0,1044) = \$ 28,2 \text{ gasto mensual}$$

Gasto anual ( $C_a$ )

$$\text{Gasto } \$ = 270\text{kwh} * (0,1044) * (12 \text{ meses}) = \$ 338,25 \text{ gasto anual}$$

### 9.15 Cálculo número de paneles requerido

Cenelec (2012), Consejo Nacional de Electricidad CENELEC; Ecuador cuenta con zonas con hasta 6,3 horas de luz perpendicular promedio día por año. Sin embargo, para nuestro cálculo se tomará la mínima de 5 horas solar pico.

Para consumo de 1800 W

$$N_p = \frac{\frac{\text{consumo energetico diario}}{\text{horas solar pico (5h)}} * \text{eficiencia (0,8)}}{\text{potencia del panel solar}}$$

$$N_p = \frac{\frac{9\text{kWh}}{(5h)} * \text{eficiencia (0,8)}}{0,24 \text{ kw}} = 6 \text{ paneles solares}$$

Dónde:

$$\text{Consumo energético diario será de } 1800W \left( \frac{5h}{1000} \right) = 9 \text{ kWh}$$

Hora solar pico se tomará 5 horas

Eficiencia del 80%

$$\text{Potencia de panel solar } 6 \text{ paneles de } 40 \text{ W} = 240W = 0.24kW$$

### 9.16 Calcular el ángulo óptimo de los paneles solares $\beta$

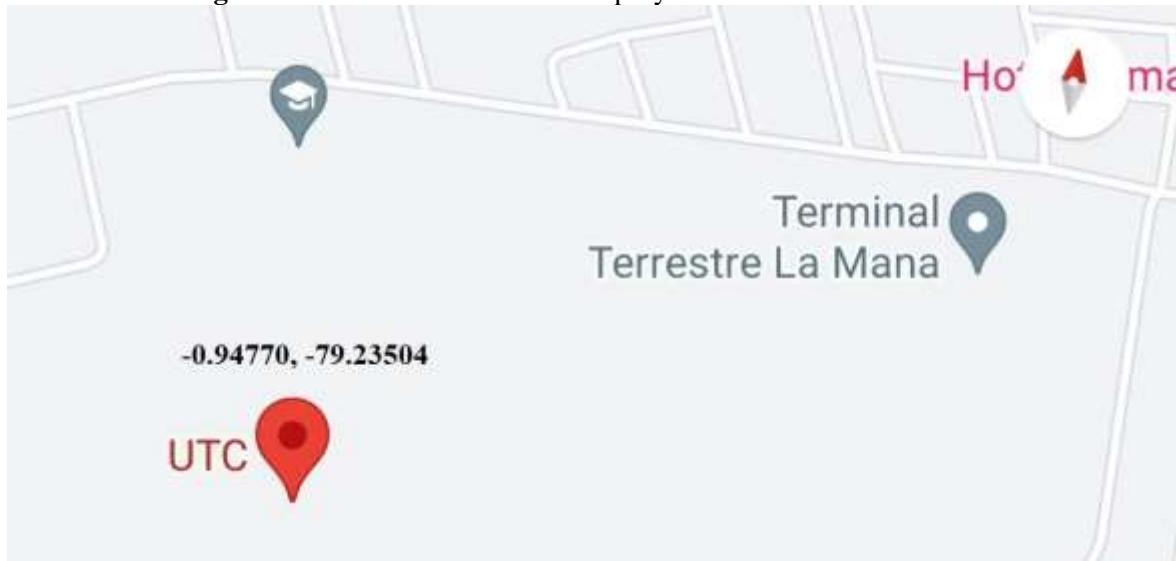
$$\beta = 3.7 + 0.69(0.94770)$$

$$\beta = 4.35^\circ$$

Dónde:

Latitud en la Universidad Técnica de Cotopaxi es de -0.95049, ver Anexo 12.



**Figura 13:** Ubicación de latitud del proyecto Cancha sintáctica UTC

Fuente: (google map, 2021)

### 9.17 Recuperación de la inversión

$$T = \frac{G_g}{G_a}$$

$$T = \frac{\$ 1\,259.25}{\$ 338.25} = 3.72 \text{ AÑOS}$$

$$0.72 \text{ AÑOS} \left( \frac{12 \text{ MESES}}{\text{AÑO}} \right) = 8.64 \text{ MESES}$$

$$0.64 \text{ MESES} \left( \frac{30 \text{ DIAS}}{\text{MES}} \right) = 19 \text{ DÍAS}$$

Tiempo necesario para recuperar inversión es de 3 años 8 meses y 19 días

Dónde:

$G_g$ : Gasto general \$1 259.25 y  $G_a$ : Gasto anual \$ 338.25

### 9.18 Diseño en DIALUX

Para el desarrollo de la práctica se usa el software DIALUX, con las dimensiones obtenidas y las características de los reflectores. Automáticamente genera el lugar con las dimensiones fijadas por efecto en la configuración, pudiendo cambiarlas si queremos, seguidamente se pulsa aceptar, si en administrador del proyecto, se selecciona con el botón derecho el nombre del loco, se puede cambiar su nombre. Otra manera de realizar un proyecto exterior es importando

un plano previamente realizado en AutoCAD, que nos servirá como guía y poder crear los diseños más adecuados como se observa en la siguiente figura, además del informe generado en el software que se encuentra descrito en Anexos

**Figura 14:** Diseño en DIALUX

Quadratic interpolation

---

Project : ILUMINACION CANCHA DEPORTIVA File :

---

**General information : Standard C.I.E. 140**

---

**Road details**

Arrangement : Driving : Way :

No. of lanes : 2 Lane width : 13.325 m Road width : 26.65 m

RTable : R3007 Qo : 0.070

Calculation :  Luminance  Illuminance (Z Positive)  Semi-cyl. ill.  TI

---

**Luminaire details**

Spacing : 10.90 m Height : 5.60 m Overhang : 0.000 m Setback : 0.000 m

Inclination : 1.0 ° REFLECTOR 300W

Description : D:REFLECTOR CON PANEL 18000LM - 300W IES Flux : 17.5 klm MF : 0.85

---

**Summary**

- Luminance
 

	1	2
ObsY	2.000	6.000
LAve	1.77	1.65
Uo	52.2	50.9
UI	76.9	79.4
TI	8.8	

 Observer position -20.625; 2.000; 1.500 m
- Illuminance
 

EMin	15.0
EAVE	25.3

---

**Schema**

---

Ulysse User : USUARIO Page 1 / 8 01/06/2021 13:05

**Fuente:** Diseño lumínico en software

## 10 IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

### 10.1 Impacto técnico

La presente investigación tiene un impacto tanto de carácter técnico como económico, siendo técnico ya que se ofrece una solución técnica usando paneles solares para generar la suficiente potencia energética requerida en los reflectores, manteniendo consumos normales de corriente, y de carácter económico ya que al producirse un ahorro de energía, consecuentemente se

produce un ahorro en los costos por concepto de consumo de energía, por lo que la inversión en arrancadores suaves, genera beneficios tanto a corto, mediano y largo plazo dentro de los procesos productivos de la empresa en estudio.

## **10.2 Impactos sociales**

El impacto en la sociedad de este proyecto está ligado con los docentes de la carrera de Ing.: electromecánica, así como los directivos y personal administrativo de la Universidad Técnica de Cotopaxi ya que con el estudio de la radiación solar de La Maná se aumenta de cierta forma del ahorra de consumo de energía, por tal razón el prestigio de la cancha será mejor.

## **10.3 Impactos ambientales**

Con respecto al medio ambiente, evitar la contaminación, lo cual es la idea principal de esta investigación, impidiendo que se evite la posible forma de contaminación, y que se conviertan en un riesgo ecológico para las fuentes de agua, siendo a la vez una práctica responsable relacionada con el la instalación.

## **10.4 Impactos económicos**

Con el desarrollo de esta tesis, se puede evidenciar que el gasto relacionado con el consumo normal siempre desunirá el consumo, y cuando sigan las técnicas adecuadas de mantenimiento y control aplicado permitirá conocer las ventajas de este proyecto.

# **11 PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE REFLECTORES CON PANELES FOTOVOLTAICOS**

Para proceder a la instalación desde los soportes hasta el kips reflector y panel solar fotovoltaico debemos seguir los siguientes pasos.

## **11.1 Proceso de corte de tubo cuadrado 3/4 pulgada**

En este proceso es muy importante poseer las herramientas adecuadas y materiales a construir, ver figura 15:

- a) Para realizar el corte tubo galvanizado cuadrado 3/4 pulgadas se usó una amoladora previa a la medición con el flexómetro, como se muestra en la figura 15.

**Figura 15:** Cortes de tubo galvanizado 3/4plg.



Fuente: (Autores del proyecto, 2021)

## 11.2 Proceso de soldar

En este proceso se realizó mediante la suelda de electrodo para unir la estructura que soportará los reflectores junto a los paneles solares de la siguiente manera, ver fig.16:

- a) El tipo de suelda utilizado es la soldadura con electrodo 6013 que es el proceso para soldar que funde los metales a unir, a través del calor producido por un arco eléctrico, entre un electrodo continuo de metal de aporte y la pieza de trabajo, los cuales están protegidos por una atmósfera inerte suministrada externamente.
- b) Se escoge este proceso porque en el campo del tubo es delgadas (2-3 mm.) con una preparación de costura uniforme y correcta, se pueden alcanzar con técnica TANDEM, velocidades de hasta 6m/min. En el caso de láminas gruesas, se consiguen rendimientos de fusión de 24 kg/h. y velocidades de 80 cm/min. para una cota "a" de 8 mm. en una pasada con, al mismo tiempo, una zona térmicamente afectada muy favorable. También en aluminio según la pieza se puede duplicar la velocidad de soldadura.
- c) El amperaje se coloca en la posición 6 de la perilla que es para espesores de 1/20" a 1/16" y 2mm.
- d) La velocidad del electrodo se regula a 4.5 m/min.

Figura 16: Soldadura con electrodo 6013



Fuente: (Autores del proyecto, 2021)

### 11.3 Proceso de armado

En este paso que se realiza en el proceso unir los tubos, platina y pernos con sus respectivas tuercas junto a rodela, ver figura 17.

- a) En este paso, se usó pernos de 2 pulgadas para sujetar la base de los paneles.
- b) Además, se utilizó platinas de 1 pulgada.

Figura 17: Proceso de armado de soporte



Fuente: (Autores del proyecto, 2021)

#### 11.4 Proceso de montaje de paneles y reflectores

Finalmente, la instalación de todos los 6 reflectores junto a sus respectivos paneles solares, ver figura 18.

Figura 18: instalación de reflector junto a su panel solar.



Fuente: (Autores del proyecto, 2021)

## 12 PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

**Tabla 8:** Gasto General

<b>Presupuesto para la elaboración del proyecto</b>			
<b>Recursos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>V. Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
<b>Equipos y materiales</b>			
Kit fotovoltaico	6	\$ 170	\$ 1020
Cautín eléctrico	1	\$ 5,50	\$ 5,50
Tubo galvanizado cuadrado 3/4	1	\$ 13,25	\$ 13,25
Electrodos 6013	1/2lib	\$ 0,50	\$ 0,50
Tuercas y pernos galvanizado 2pulg	25	\$ 0,20	\$ 5,00
Flexómetro 5m	1	\$ 4,50	\$ 4,50
Platina 1pulg	1	\$ 4,00	\$ 4,00
<b>Equipo de bioseguridad</b>			
Frascos de alcohol	2	\$ 3,50	\$ 7,00
Caja de mascarilla quirúrgicas	1	\$ 4,50	\$ 4,50
<b>Transporte y alimentación</b>			
Pasajes	2	\$ 16,00	\$ 32,00
Alimentación	2	\$ 9,00	\$ 18,00
<b>Material bibliográfico y fotocopias</b>			
Resma de hojas A4	2	\$ 3,00	\$ 6,00
Servicio de internet (CNT)	4meses	\$ 22,00	\$ 88,00
Gastos varios			\$ 50,00
<b>Valor Total (<math>G_g</math>)</b>			\$ 1259,25

Fuente: (Autores del proyecto, 2021)

## **13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **13.1 Conclusiones**

Una vez obtenido las mediciones del área de la cancha sintética, realizamos junto a normas de iluminación y cálculos matemáticos se logró cuantificar que, para alumbrar el área de la cancha sintética, cuya superficie es de 1161.94 metros cuadrados; se requiere un flujo luminoso total de 108 060.42 lúmenes. No obstante, se instaló seis reflectores de 18 000 lúmenes; cuya potencia es de 300 watts, distribuido tres de cada lado de la cancha a iluminar; a un ángulo óptimo de 4.35 grados según su latitud; datos necesarios para la selección de los paneles fotovoltaico en la iluminación de la cancha sintética del bloque B en la Universidad Técnica de Cotopaxi, a través de un estudio del mismo.

Se identificó el panel fotovoltaico, cuya potencia es de 40 Watts y sus dimensiones son 348x628x17 milímetros correspondientes al ancho, largo y espesor respectivamente. No obstante, dentro del mercado nacional se halló paneles Monocristalinos y Policristalinos; de esta manera seleccionando el más adecuado para iluminar la cancha sintética de la institución nominada, por medio de cotizaciones, características y fiabilidad en la instalación se usó paneles Policristalinos.

Finalmente, obtenemos un ahorro de 270 kWh al mes y 3240 kWh al año que representa un gasto económico de \$ 338.25 dólares americanos por año; de esta manera, recuperando la inversión total en 3 años 8 meses con 19 días con la implementación de este sistema.

### **13.2 Recomendaciones**

Con la fundamentación teórica obtenida en este proyecto para la implementación de reflectores con paneles fotovoltaicos, se recomienda usar las normativas del Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN, así tenemos como el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 069 para alumbrado público, que establece requisitos para la Iluminación pública; el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), con la Regulación 008/11 de Prestación del Servicio de Alumbrado Público, ambas bajo la supervisión del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER). Además, usar el reglamento RTE INEN 069 tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir los equipos y elementos constituyentes del sistema de alumbrado público general, para garantizar los niveles y calidad de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el



abastecimiento energético, y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados por la instalación y uso de sistemas de iluminación; e, incluyendo criterios de eficiencia energética.

Para proyectos fotovoltaicos en zonas cálidas donde la exposición a la luz solar es alta se recomienda utilizar paneles Policristalinos. Del mismo modo que inciden por su buen comportamiento en circunstancias de baja exposición lumínica; no obstante, las células policristalinas suelen rendir menos a elevadas temperaturas, aspecto a tenerse en cuenta antes de inclinarse por esta opción.

## 14 Bibliografía

### LIBROS Y REVISTAS CIENTÍFICAS

- Carrillo Punina, Á. P. (2019). Cultura organizacional y desempeño financiero en las cooperativas de ahorro y crédito ecuatorianas. *Sedici*, 188-200.
- Bravo Nieto, V., & Salazar, G. (Septiembre de 2015). Propuesta de Normativa de Iluminación para zonas recreativas y deportivas de la ciudad de Quito. *Revista Politécnica*(1), 1-10.
- CENELEC. (1 de Noviembre de 2012). *Consejo Nacional de Electricidad* . Obtenido de panel fotovoltaico: [https://www.regulacioneolica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/10/CONELEC\\_004\\_11\\_ERN.pdf](https://www.regulacioneolica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/10/CONELEC_004_11_ERN.pdf)
- González Bayón, J. J., & Pita Cantos, L. (Mayo de 2016). *Evaluación de la energía de la radiación solar utilizando datos reales*. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59012016000200004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012016000200004)
- Macías Andrade, R. J. (2018). Análisis de las alternativas energéticas para el servicio eléctrico del centro histórico de la ciudad de Quito. *Indoamérica*, 3-9.
- Morán Gorozabel, I. D., & León Yungaicela, K. W. (Mayo de 2015). *Diseño e implementación de un sistema de iluminación fotovoltaico de respaldo para los laboratorios de electromecánica*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10404/1/UPS-GT001450.pdf>
- Revista Lideres. (2011). *Energía Solar*. Obtenido de <https://www.revistalideres.ec/lideres/luz-solar-enciende-idea.html>
- Universidad Politécnica de Cataluña. (SN). *La energía solar fotovoltaica*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/7538/Anexo%20II%20-%20La%20energ%20a%20solar%20fotovoltaica.pdf?sequence=3>
- Universidad Técnica de Cotopaxi. (2021). *Historia*. Obtenido de <https://www.utc.edu.ec/UTC/La-Universidad/Historia>

## TESIS DE GRADO

- Castro Guaman, M., & Posligua Murillo, N. (15 de Marzo de 2015). *Diseño de iluminaria*. Obtenido de Dialux: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10253/1/UPS-GT001344.pdf>
- Eco Inventos Green Technology. (20 de Septiembre de 2019). *Diferencia entre paneles solares monocristalinos y policristalinos*. Obtenido de <https://ecoinventos.com/diferencia-paneles-solares-monocristalinos-policristalinos/>
- Gómez Sarduy, J. R., & Puerta Fernández, J. F. (2015). Determinación de la radiación solar directa y difusa en la zona de la costa venezolana a partir de variables meteorológicas. *Scielo*.
- González Bayón, J. J., & Pita Cantos, L. (Mayo de 2016). *Evaluación de la energía de la radiación solar utilizando datos reales*. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59012016000200004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012016000200004)
- Morán Gorozabel, I. D., & León Yungaicela, K. W. (Mayo de 2015). *Diseño e implementación de un sistema de iluminación fotovoltaico de respaldo para los laboratorios de electrónica*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10404/1/UPS-GT001450.pdf>
- Universidad Politécnica de Cataluña. (SN). *La energía solar fotovoltaica*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/7538/Anexo%20II%20-%20La%20energ%20a%20solar%20fotovoltaica.pdf?sequence=3>

## WEB

- Alonso Lorenzo, J. A. (2006). *Radiación Solar*. Obtenido de Tipos de radiación solar que recibimos en la tierra: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/radiacion-solar/>
- Alonso Lorenzo, J. A. (2016). *Selección del mejor panel solar del mercado*. Obtenido de <https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/el-mejor-panel-solar-del-mundo/>
- Appa Renovables. (2021). *Energía fotovoltaica*. Obtenido de <https://www.appa.es/appa-fotovoltaica/que-es-la-energia-fotovoltaica/>

Ciencia. (25 de Octubre de 2019). *Corriente alterna y continua*. Obtenido de <https://curiosoando.com/cual-es-la-diferencia-entre-corriente-alterna-y-continua>

Damia Solar. (7 de Marzo de 2019). *Paneles solares monocristalino*. Obtenido de [https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/que-son-los-paneles-solares-monocristalinos\\_1](https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/que-son-los-paneles-solares-monocristalinos_1)

Eco Inventos Green Technology. (20 de Septiembre de 2019). *Diferencia entre paneles solares monocristalinos y policristalinos*. Obtenido de <https://ecoinventos.com/diferencia-paneles-solares-monocristalinos-policristalinos/>

Eco Inventos Green Technology. (18 de Noviembre de 2020). *Tipos de paneles solares*. Obtenido de <https://ecoinventos.com/tipos-de-paneles-solares/>

El Universo. (21 de Junio de 2021). *Tarifas eléctricas*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/tarifas-electricas-de-ecuador-son-competitivas-segun-colegio-de-ingenieros-electricos-y-la-arc-nota/>

GoLed. (17 de Marzo de 2021). *Reflector Solar*. Obtenido de <https://goledperu.com/reflector-solar-como-funcionan-y-su-instalacion/>

Primagas. (5 de Marzo de 2021). *Fuentes alternativas de energía* . Obtenido de <https://blog.primagas.es/energias-alternativas-que-son>

Salcantay. (2018). *Paneles Solares policristalino*. Obtenido de <https://www.todoensolar.com/paneles-solares-policristalinos-trina-solar-265w-24v>

Selectra. (15 de Junio de 2021). *Ángulo de inclinación y orientación para un panel solar*. Obtenido de <https://tarifasgluz.com/autoconsumo/instalacion/inclinacion-y->

## 15 ANEXOS

### Anexo 1: Currículum vitae del Tutor de la Investigación

#### CURRICULUM VITAE

<b>APELLIDOS:</b>	Hidalgo Osorio
<b>NOMBRES:</b>	William Armando
<b>CEDULA DE IDENTIDAD:</b>	050265788-5
<b>ESTADO CIVIL:</b>	Casado
<b>EDAD:</b>	35 años
<b>DOMICILIO:</b>	Latacunga - Cotopaxi
<b>TELEFONO:</b>	032140793 –0980209857
<b>EMAIL PERSONAL:</b>	abuewily@hotmail.com
<b>PROFESIÓN:</b>	Ingeniero Electromecánico Magister en Gestión de Energías



#### ESTUDIOS REALIZADOS

- Escuela Experimental “Antonio a Jácome”- Pujilí Educación Primaria.
- Instituto Tecnológico Superior “Ramón Barba Naranjo”- Latacunga Título: Bachiller Técnico Industrial Especialidad: Mecánica Automotriz
- Universidad Técnica de Cotopaxi – Latacunga Carrera: Ciencias Administrativas Humanísticas y del hombre Especialidad: Certificado Suficiencia en inglés
- Universidad Técnica de Cotopaxi - Latacunga Carrera: Ciencias De la Ingeniería y Aplicadas Especialidad: Ingeniería Electromecánica Titulado
- Universidad Técnica de Cotopaxi – Latacunga: Maestría en Gestión de Energías Titulado.

#### PUBLICACIONES

- EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA BIOMASA, PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA GENERACIÓN DE GAS METANO (CH<sub>4</sub>).

Ciencia Digital, **ISSN: 2602-8085**, Vol. 2, N°2, p. 8-18, Abril - Junio, 2018  
<http://www.cienciadigital.org/revistacienciadigital/index.php/CienciaDigital/article/view/114/105>

- **INCIDENCIA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO CON EL USO DE B-LEARNING.**

Ciencia Digital, **ISSN: 2602-8085**, Vol. 2, N°3, p. 1-18, Julio - Septiembre, 2018  
<http://www.cienciadigital.org/revistacienciadigital/index.php/CienciaDigital/article/view/163/143>

- **DESECHOS ORGÁNICOS QUE GENERAN GAS A TRAVÉS DE UN BIODIGESTOR DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA PARROQUIA GUASAGANDA DE LA CIUDAD DE LA MANÁ**

Ciencia Digital, **ISSN: 2602-8085**, Vol. 3, N°2,6 p. 190-205, abril -junio, 2019

<http://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/58/1330>

58/1330

- **INSTRUMENTACIÓN EMPLEADA EN TÚNELES DE VIENTO SUBSÓNICOS PARA EVALUAR PERFILES AERODINÁMICOS**

Ciencia Digital, **ISSN: 2602-8085**, Vol. 3, N°3 p. 98-118, julio - septiembre, 2019

<http://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/615/1481>

615/1481

## **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

- Evaluación del potencial energético de la biomasa, para el aprovechamiento de la generación de gas metano (CH<sub>4</sub>), en la granja avícola Cynthia Elizabeth de la ciudad de Pujilí en el año 2016., Propuesta de diseño de un biodigestor

**Anexo 2:** Currículum vitae del investigador 1.

<b>DATOS PERSONALES</b>		
Nombres:	Marco Antonio	
Apellidos:	Morillo Chiluzza	
Nacionalidad:	Ecuatoriana	
Fecha de nacimiento:	14 de Abril de 1994	
Lugar de nacimiento:	La Maná	
Cédula de identidad:	0503412504	
Estado civil:	Soltero	
Teléfono:	0992034333	
Dirección domiciliaria:	Cabecera cantonal	
Cantón:	La Maná	
Correo electrónico:	marco.morillo2504@utc.edu.ec	
<b>ESTUDIOS REALIZADOS</b>		
Instrucción primaria:	Narciso Cerda Maldonado	
Instrucción secundaria:	Padre José María Vélez Infeyal	
<b>TÍTULOS OBTENIDOS</b>		
➤ Bachiller Mecánica Automotriz		
<b>CERTIFICADOS OBTENIDOS</b>		
➤ Prevención de riesgos laborales		
➤ Corte y Suelta		
➤ Practicas preprofesionales Mantenimiento industrial		

**Anexo 3:** Currículum vitae del investigador 2.

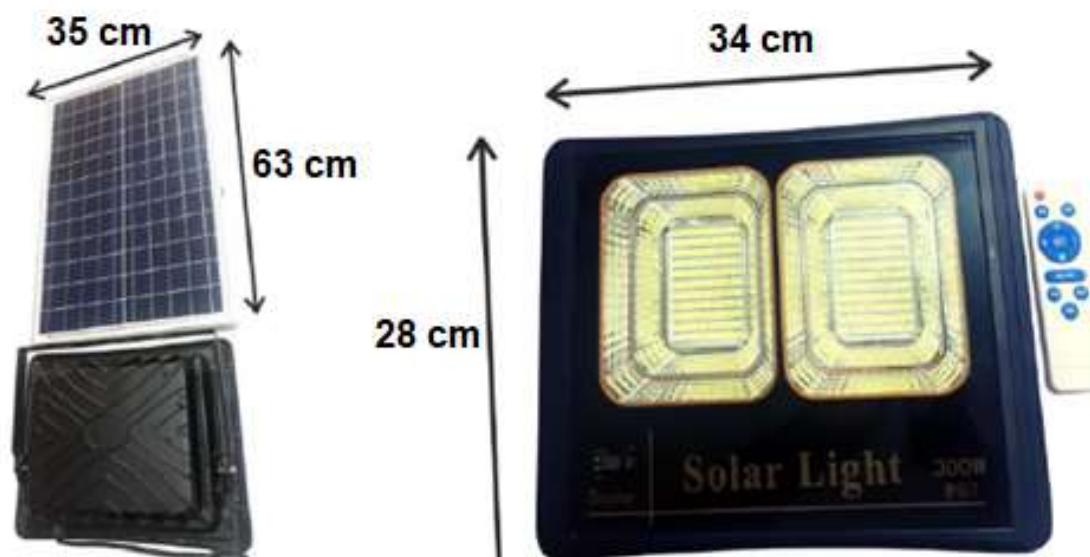
<b>DATOS PERSONALES</b>		
Nombres:	Wilson Alexis	
Apellidos:	Ayala Tipan	
Nacionalidad:	Ecuatoriana	
Fecha de nacimiento:	05 de Marzo de 1997	
Lugar de nacimiento:	La Maná	
Cédula de identidad:	0504387507	
Estado civil:	Soltero	
Teléfono:	0980457985	
Dirección domiciliaria:	Guasaganda	
Cantón:	La Maná	
Correo electrónico:	wilsom.ayala7507@utc.edu.ec	
<b>ESTUDIOS REALIZADOS</b>		
Instrucción primaria:	Fiscal Mixta “Republica de Francia”	
Instrucción secundaria:	Unidad Educativa “Guasaganda” Bachiller en Ciencias General Unificado Superior.	
<b>TÍTULOS OBTENIDOS</b>		
➤ Bachillerato General Unificado		
<b>CERTIFICADOS OBTENIDOS</b>		
➤ Prevención de riesgos laborales		
➤ Torno y fresa		
➤ Prácticas preprofesionales Mantenimiento industrial		



**Anexo 4: Evidencia fotográficas****Foto 1:** Cortes de tubos cuadrados 3/4"**Foto 2:** Proceso de soldadura**Foto 3:** Armado de estructura**Foto 4:** Inspección de reflectores**Foto 5:** Proceso de instalación**Foto 6:** Funcionamiento

**Anexo 5:** Ficha técnica Reflector de 300W

<b>FICHA TÉCNICA REFLECTOR</b>	
<b>Modelo:</b> Reflector LED SOLAR	<b>Tipo</b> Para anclar
<b>Ancho (mm):</b> 340 mm	<b>Voltaje:</b> Carga con radiación
<b>Largo (mm):</b> 280 mm	<b>Voltaje del panel Solar:</b> Policristalino 6v/40w
<b>Certificado:</b> CE	<b>Características</b> 50000horas de vida útil
<b>Tipo de tecnología:</b> Led	<b>Color de luz</b> 6000 – 6500k
<b>IP:</b> 66	<b>CRI:</b> 80
<b>Marca:</b> GoLED	<b>Potencia:</b> 300W
<b>Tiempo de carga:</b> 6-8hrs	<b>Lúmenes:</b> 18000 lm
<b>Horas de trabajo:</b> 10 hrs	<b>Temperatura de trabajo:</b> -20c° +50 c°
<b>Batería:</b> 3.2v 36 AH LIFE PO4	<b>Garantía:</b> 1 año por defecto de fabrica



**Anexo 6:** Ficha técnica, panel solar Policristalino 40W

<b>Panel solar Policristalino HIGH QUALITY SOLAR LAMP</b>	
Potencia:	40 W
Voltaje:	5 V
Intensidad de la corriente eléctrica	6.8 A
Voltaje en circuito abierto	6.2 v
Corriente de cortocircuito	7.44 A
Tolerancia de potencia	+/- 3%
Dimensiones del panel	348x628x17 mm

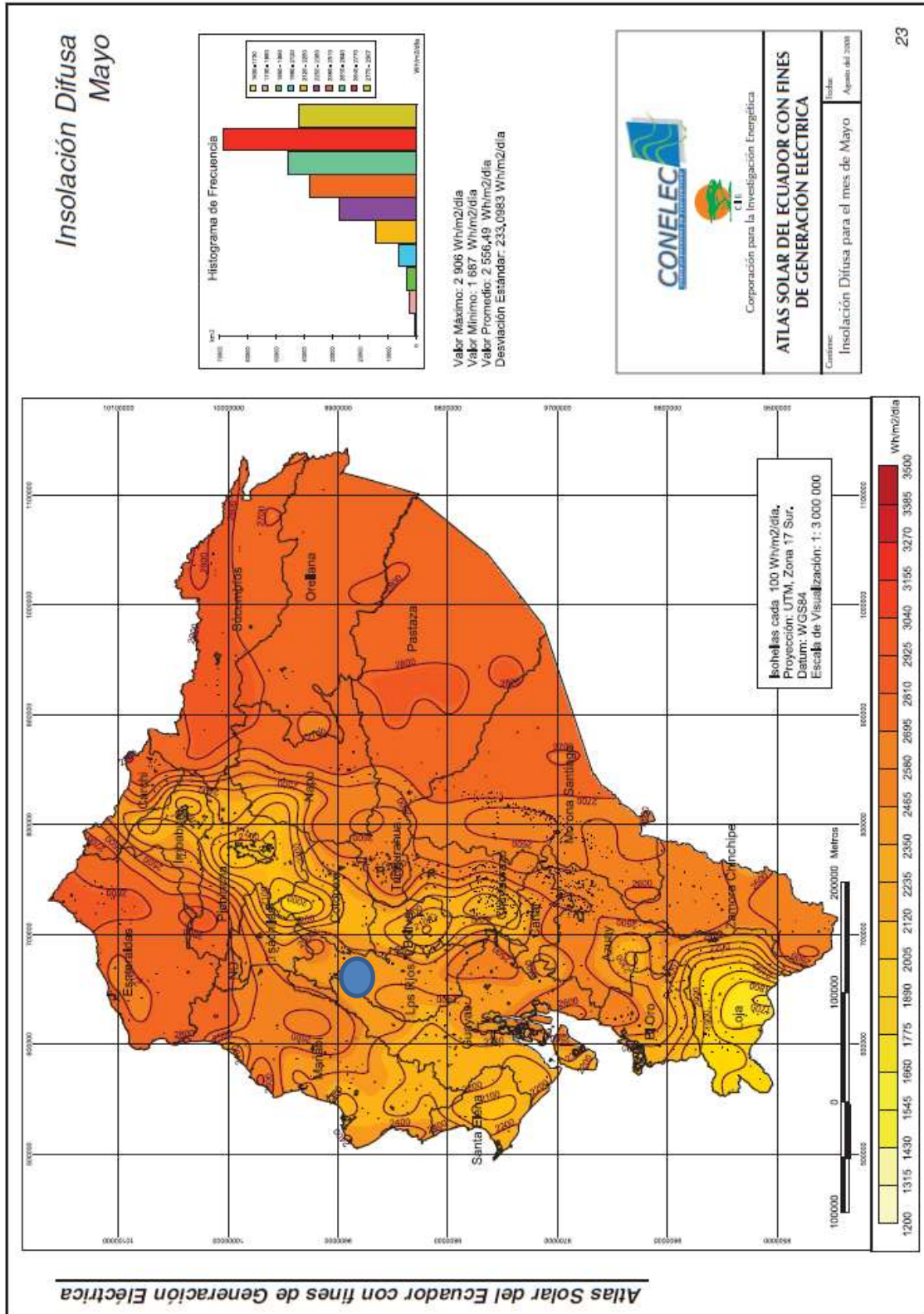


**Anexo 7:** Ficha técnica, batería

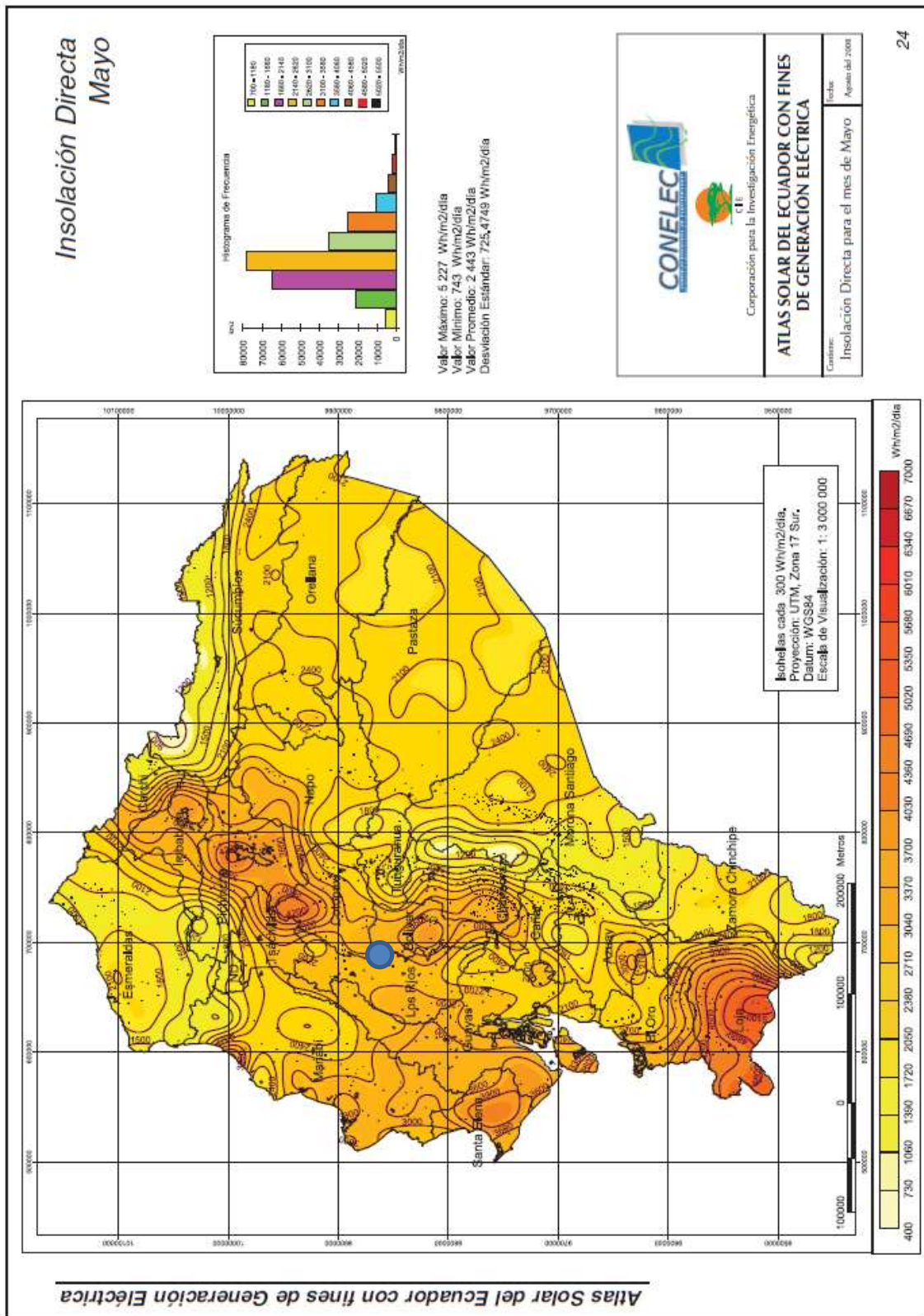
<b>BATERÍAS LITIO MODELO 14500/ 2000 mAh</b>	
Voltaje	3.7 v AA
Dimensiones	ICR 14500
Capacidad	2000mAh
Peso	17,3 gr
Tamaño	5.0 cm x 1.4 cm



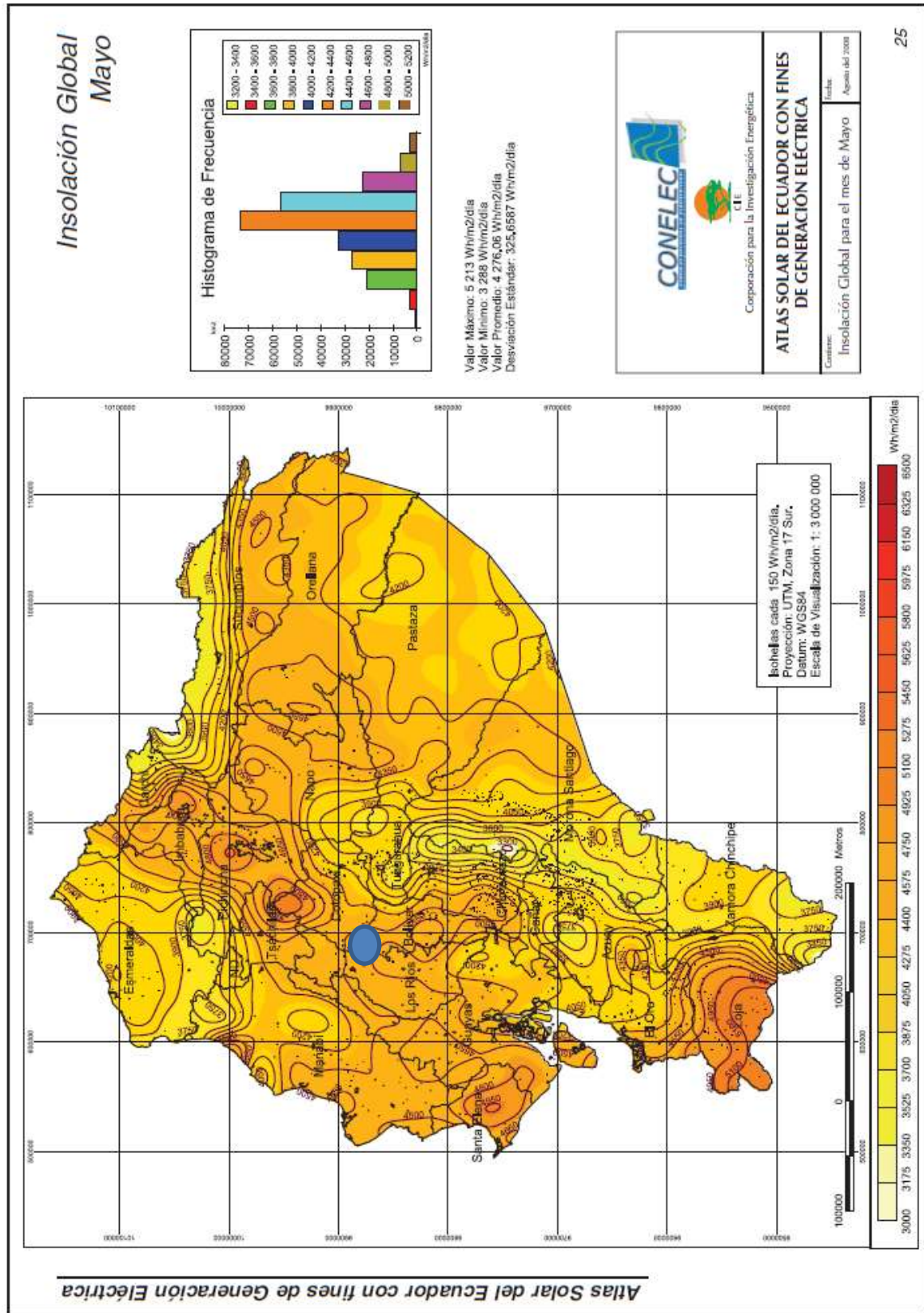
Anexo 8: Insolación Difusa de Mayo



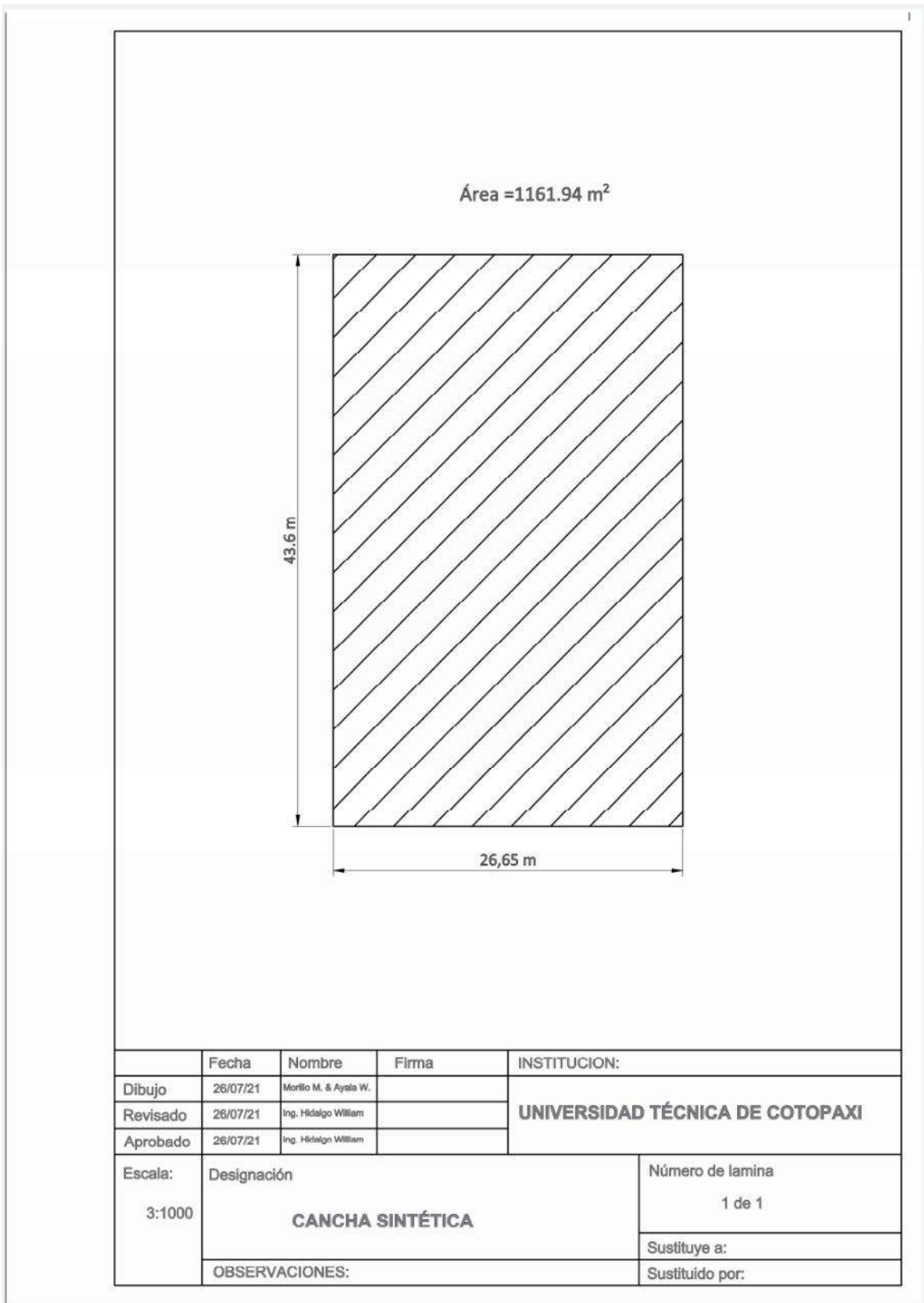
# Anexo 9: Insolación Directa de Mayo



Anexo 10: Insolación Global de Enero



**Anexo 11: Planos en AutoCAD**





**Anexo 12:** Latitud y longitud en Google Map

# Anexo 13: diseño en DIALUX

Quadratic interpolation

Project : ILUMINACION CANCHA DEPORTIVA

File :

## General information : Standard C.I.E. 140

### Road details

Arrangement :

Driving :

Way :

No. of lanes :  Lane width :  m Road width :  m

RTable :  Qo :

Calculation :  Luminance  Illuminance (Z Positive)  Semi-cyl. ill.  TI

**DIALux**  
12.06.2019

### Luminaires details

Spacing :  m Height :  m Overhang :  m Setback :  m

Inclination :  ° REFLECTOR 300W

Description :  Flux :  klm MF :

## Summary

### • Luminance

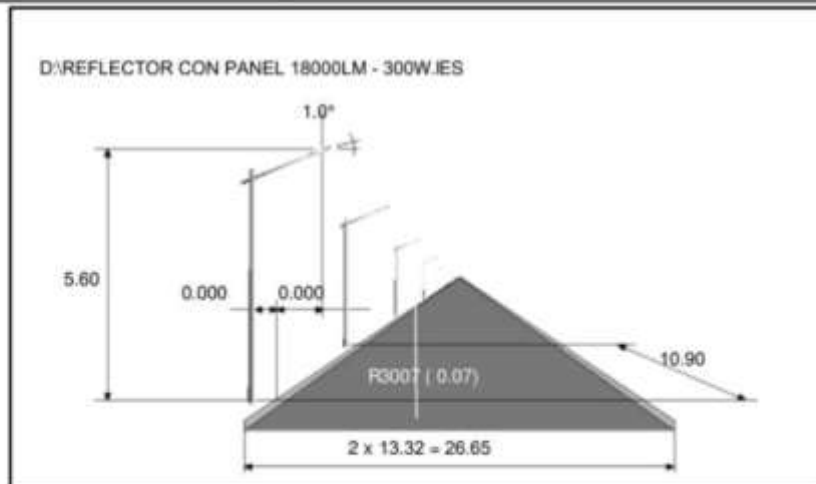
	1	2
ObsY	<input type="text" value="2.000"/>	<input type="text" value="6.000"/> m
LAve	<input type="text" value="1.77"/>	<input type="text" value="1.65"/> cd/m <sup>2</sup>
Uo	<input type="text" value="52.2"/>	<input type="text" value="50.9"/> %
U1	<input type="text" value="76.9"/>	<input type="text" value="79.4"/> %
TI	<input type="text" value="8.8"/> %	

Observer position  m

### • Illuminance

E <sub>Min</sub>	<input type="text" value="15.0"/> lux
E <sub>Ave</sub>	<input type="text" value="25.3"/> lux

## Schema

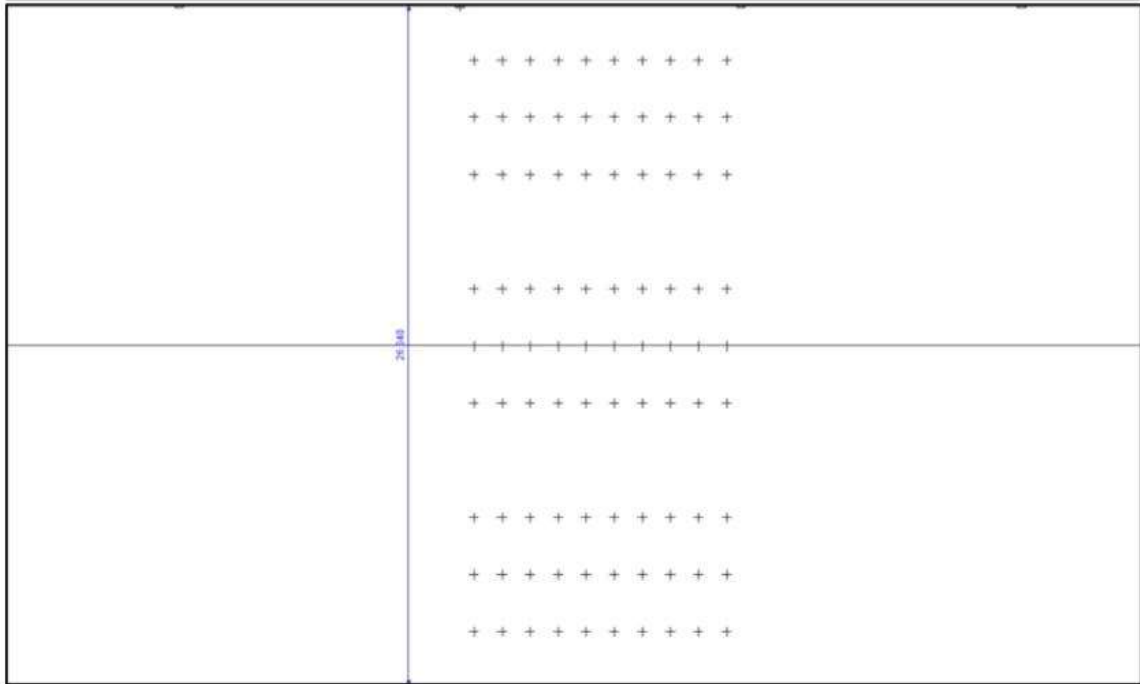


### Anexo 14: diseño en DIALUX

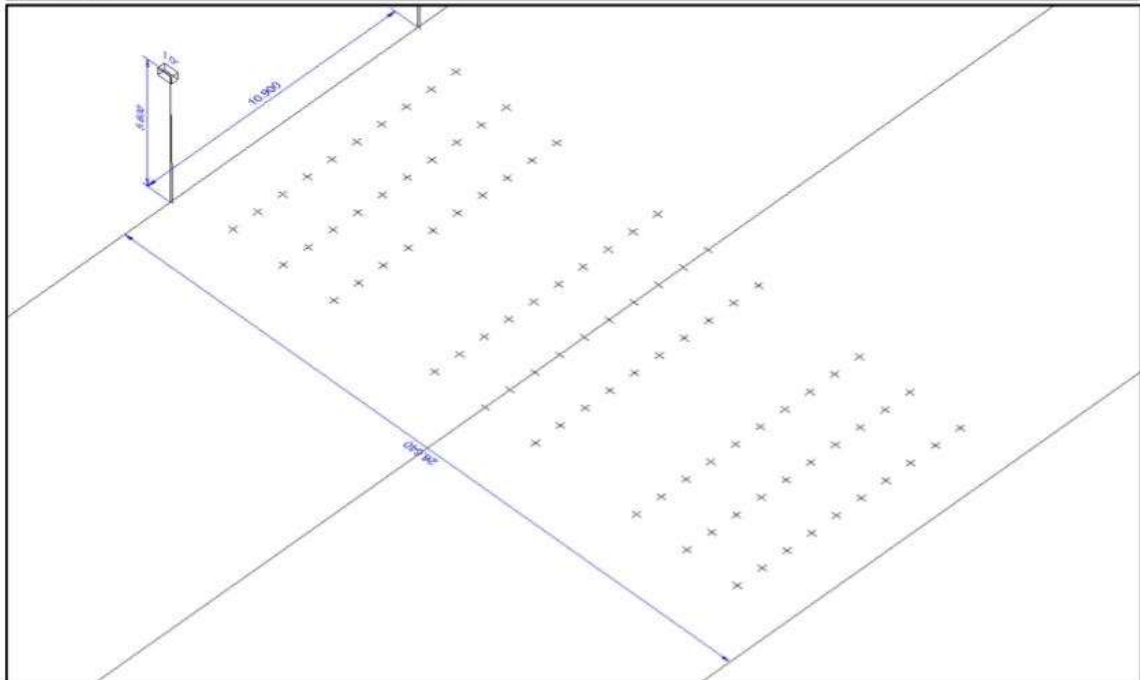
Project : ILUMINACION CANCHA DEPORTIVA

File :

#### Plan view



#### 3D View



# Anexo 15: Diseño en DIALUX

Project : ILUMINACION CANCHA DEPORTIVA

File :

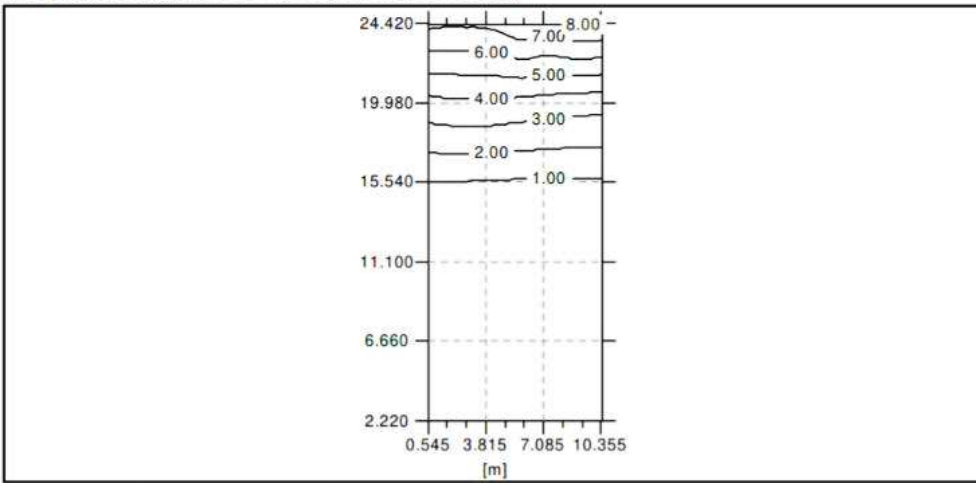
## Grid results

Master grid (1) : Luminance ( <- -60.000; 6.660; 1.500) [cd/m<sup>2</sup>]

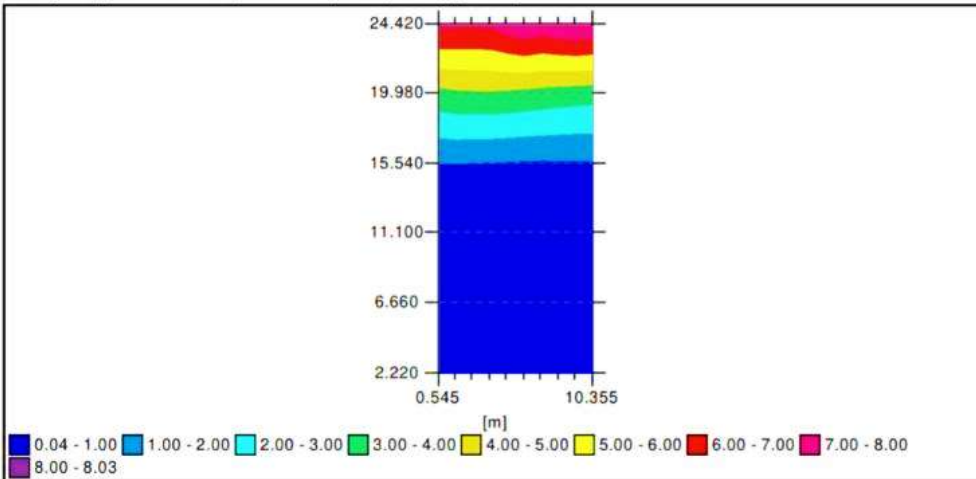
Min : 0.04 cd/m<sup>2</sup> Ave : 2.11 cd/m<sup>2</sup> Max : 8.03 cd/m<sup>2</sup> Uo : 2.1 % Ug : 0.6 %

24.420	7.23	7.13	7.14	7.17	7.54	7.84	7.62	7.86	8.03	7.92
19.980	3.65	3.78	3.81	3.82	3.76	3.66	3.59	3.48	3.41	3.35
15.540	0.99	0.99	0.95	0.93	0.90	0.88	0.86	0.87	0.88	0.91
11.100	0.37	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33	0.33	0.34	0.35	0.36
6.660	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15
2.220	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
Y/X	0.545	1.635	2.725	3.815	4.905	5.995	7.085	8.175	9.265	10.355

Master grid (1) : Luminance ( <- -60.000; 6.660; 1.500) [cd/m<sup>2</sup>]



Master grid (1) : Luminance ( <- -60.000; 6.660; 1.500) [cd/m<sup>2</sup>]



Anexo 16: Diseño en DIALUX

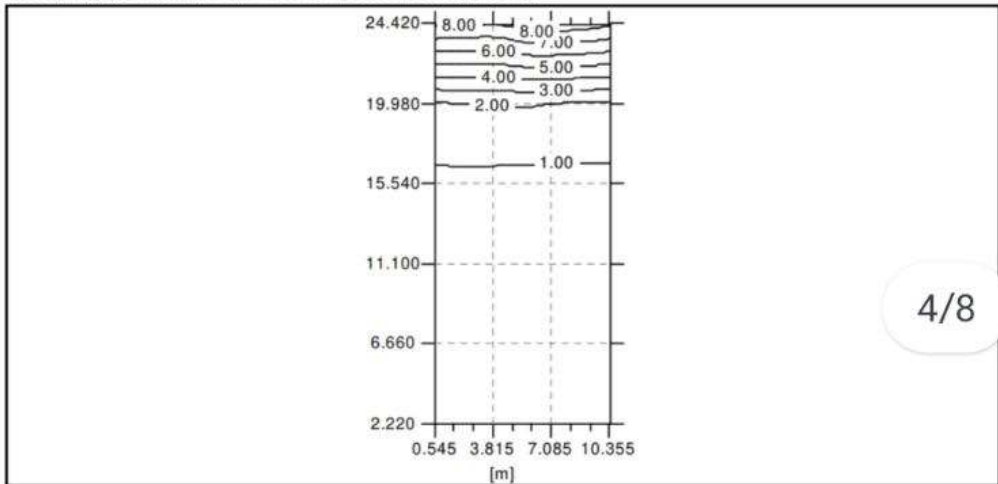
Project : ILUMINACION CANCHA DEPORTIVA ... File : ...

Master grid (2) : Luminance ( <- -60.000; 19.980; 1.500) [cd/m<sup>2</sup>]

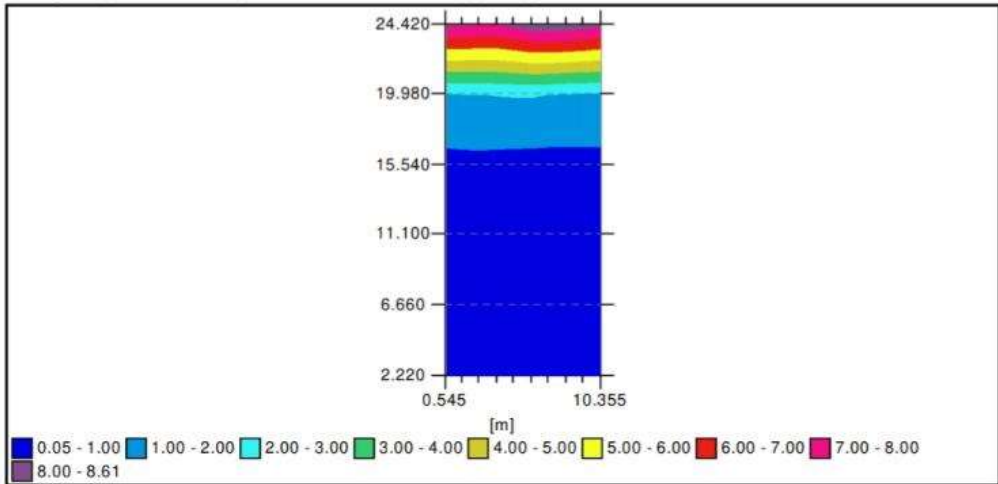
Min : 0.05 cd/m<sup>2</sup> Ave : 1.90 cd/m<sup>2</sup> Max : 8.61 cd/m<sup>2</sup> Uo : 2.4 % Ug : 0.5 %

24.420	8.16	8.07	8.01	8.00	8.24	8.58	8.61	8.54	8.39	8.16
19.980	1.90	1.96	1.99	2.02	2.05	2.05	1.99	1.90	1.87	1.87
15.540	0.71	0.73	0.73	0.71	0.68	0.67	0.66	0.68	0.69	0.70
11.100	0.29	0.29	0.28	0.26	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.30
6.660	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.12	0.12	0.11	0.11
2.220	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Y/X	0.545	1.635	2.725	3.815	4.905	5.995	7.085	8.175	9.265	10.355

Master grid (2) : Luminance ( <- -60.000; 19.980; 1.500) [cd/m<sup>2</sup>]



Master grid (2) : Luminance ( <- -60.000; 19.980; 1.500) [cd/m<sup>2</sup>]



# Anexo 17: Diseño en DIALUX

Project : ILUMINACION CANCHA DEPORTIVA ...

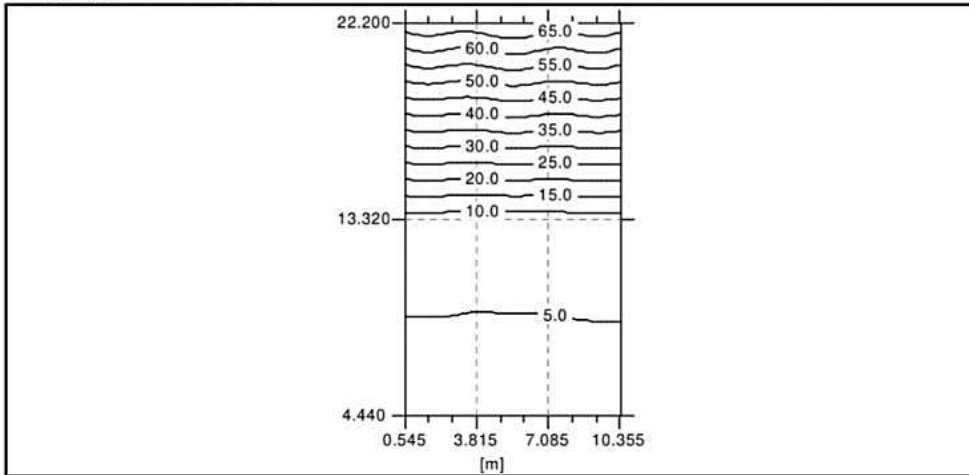
File : ... \...

## Master grid (3) : Illuminance [lux]

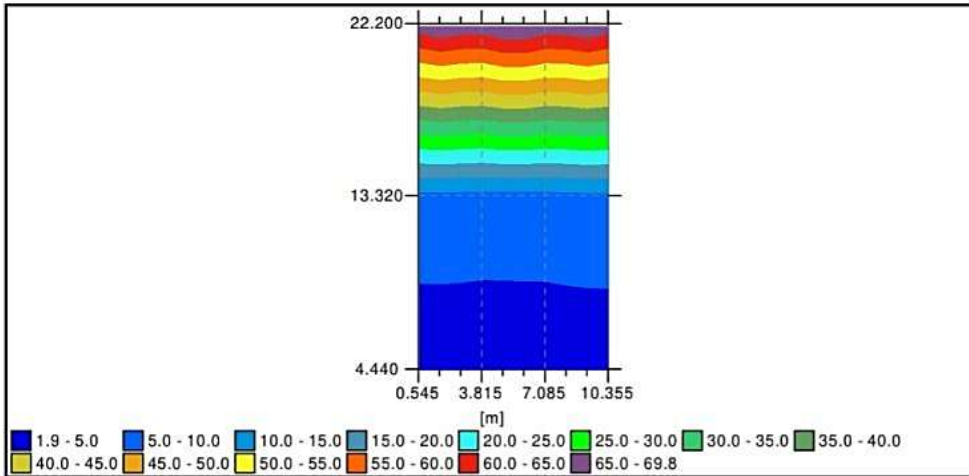
Min :  lux    Ave :  lux    Max :  lux    Uo :  %    Ug :  %

22.200	67.8	69.3	68.1	68.0	69.8	69.8	68.1	68.2	69.4	68.0
13.320	8.1	8.1	7.9	7.7	7.8	7.8	7.8	8.1	8.2	8.3
4.440	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1
Y/X	0.545	1.635	2.725	3.815	4.905	5.995	7.085	8.175	9.265	10.355

## Master grid (3) : Illuminance [lux]



## Master grid (3) : Illuminance [lux]



### Anexo 18: Diseño en DIALUX

Project : ILUMINACION CANCHA DEPORTIVA...

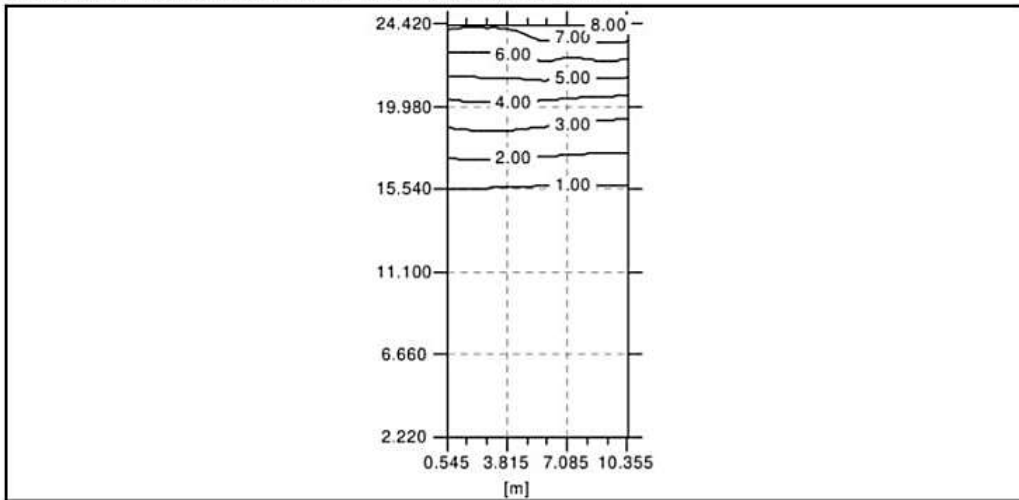
File : ... L...

Master grid (TI) (4) : Luminance (TI) (< -60.000; 6.660; 1.500) [cd/m<sup>2</sup>]

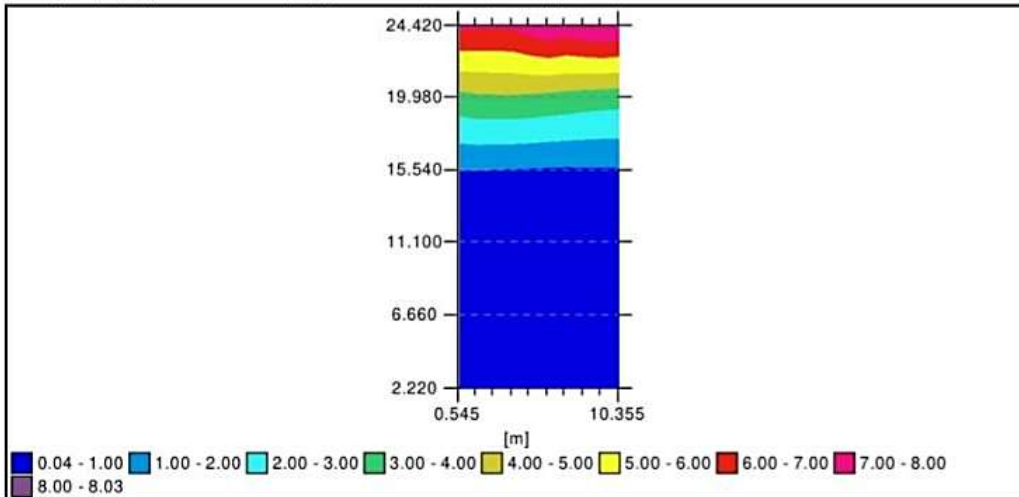
Min : 0.04 cd/m<sup>2</sup> Ave : 2.11 cd/m<sup>2</sup> Max : 8.03 cd/m<sup>2</sup> Uo : 2.1 % Ug : 0.6 %

24.420	7.23	7.13	7.14	7.17	7.54	7.84	7.62	7.86	8.03	7.92
19.980	3.65	3.78	3.81	3.82	3.76	3.66	3.59	3.48	3.41	3.35
15.540	0.99	0.99	0.95	0.93	0.90	0.88	0.86	0.87	0.88	0.91
11.100	0.37	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33	0.33	0.34	0.35	0.36
6.660	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15
2.220	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
Y/X	0.545	1.635	2.725	3.815	4.905	5.995	7.085	8.175	9.265	10.355

Master grid (TI) (4) : Luminance (TI) (< -60.000; 6.660; 1.500) [cd/m<sup>2</sup>]



Master grid (TI) (4) : Luminance (TI) (< -60.000; 6.660; 1.500) [cd/m<sup>2</sup>]



## Anexo 19: Diseño en DIALUX

Project : ILUMINACION CANCHA DEPORTIVA ...

File : ... \...

### Lane Centre 1 (5) : Longitudinal uniformities ( <- -60.000; 6.660; 1.500) [cd/m<sup>2</sup>]

Min :	0.14	cd/m <sup>2</sup>	Ave :	0.14	cd/m <sup>2</sup>	Max :	0.15	cd/m <sup>2</sup>	Uo :	96.8	%	Ug :	91.1	%
6.660	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15				
Y/X	0.545	1.635	2.725	3.815	4.905	5.995	7.085	8.175	9.265	10.355				

### Lane Centre 2 (6) : Longitudinal uniformities ( <- -60.000; 19.980; 1.500) [cd/m<sup>2</sup>]

Min :	1.87	cd/m <sup>2</sup>	Ave :	1.96	cd/m <sup>2</sup>	Max :	2.05	cd/m <sup>2</sup>	Uo :	95.3	%	Ug :	91.0	%
19.980	1.90	1.96	1.99	2.02	2.05	2.05	1.99	1.90	1.87	1.87				
Y/X	0.545	1.635	2.725	3.815	4.905	5.995	7.085	8.175	9.265	10.355				



Anexo 20: Diseño en DIALUX

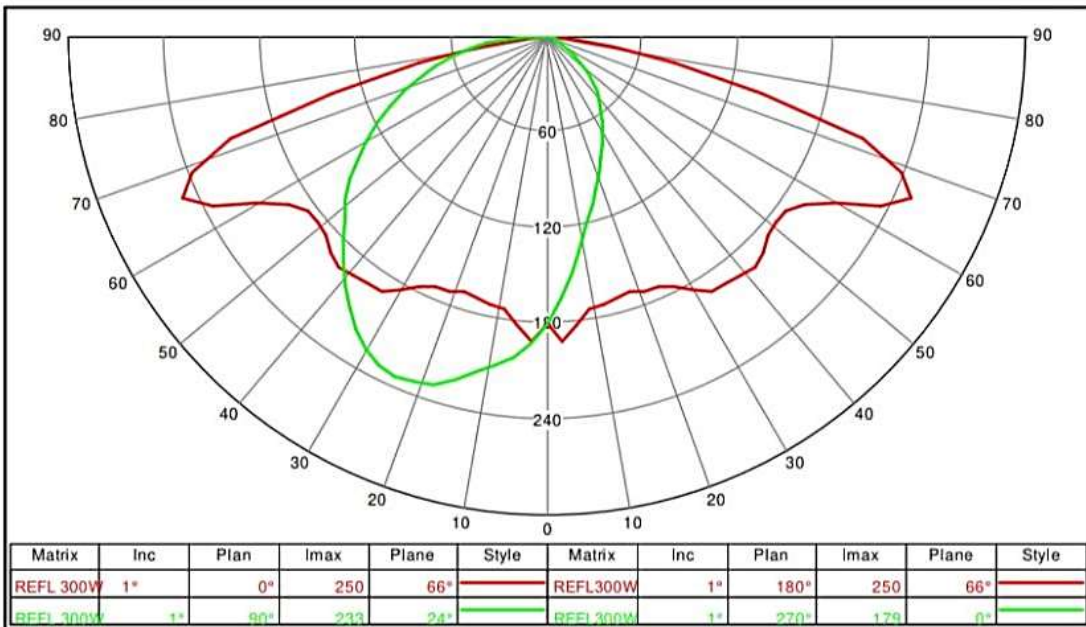
Project : ILUMINACION CANCHA DEPORTIVA ...

File : ...

Photometric documents

D:/ REFLECTOR CON PANEL SOLAR 18000LM -300W.IES

Polar / Cartesian diagram



Utilization curve

