



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ELÉCTRICO

TEMA DEL PROYECTO:

**SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO APLICADO MEDIANTE ENERGÍA
RENOVABLE PARA LA COMUNA MASA 2, GOLFO DE GUAYAQUIL**

AUTORES:

GUSTAVO LEONARDO GUERRERO SANTANA

KEVIN DAVID CATAGUA MERA

TUTOR:

MSc. GARY AMPUÑO AVILES

GUAYAQUIL

Enero - 2021

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD


El contenido de la presente investigación realizada, las prácticas, análisis y conclusiones expuestas son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Dejamos constancia que cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Guayaquil, diciembre 2020.

(f) 

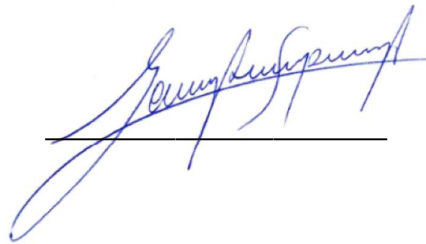
Gustavo Leonardo Guerrero Santana

(f) 

Kevin David Catagua Mera

CERTIFICACIÓN

Yo Ing. Gary Ampuño A. M. Sc, declaro haber dirigido y revisado prolijamente cada uno de los capítulos de la tesis titulada “SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO APLICADO MEDIANTE ENERGÍA RENOVABLE PARA LA COMUNA MASA 2, GOLFO DE GUAYAQUIL”, realizada por los estudiantes Gustavo Leonardo Guerrero Santana y Kevin David Catagua Mera, y por cumplir los requisitos autorizo su presentación.



Director de tesis
UPS – SEDE GUAYAQUIL

AGRADECIMIENTO

A mi familia que ha estado pendiente de mí, de ellos aprendí que todo sacrificio tiene su recompensa y aquí estoy por terminar esta etapa de mi vida.

A mis docentes por brindarme la educación y enseñanza para convertirme en un buen profesional.

A mis compañeros que de una u otra forma han estado ahí para apoyarme.

A la comunidad Masa 2 por permitirnos hacer este proyecto que sin duda alguno les dará un estilo de vida diferente.

Gustavo Leonardo Guerrero Santana

AGRADECIMIENTO

Agradezco a los miembros de la comunidad Masa 2, por su colaboración e interés en este trabajo.

En segundo lugar, agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana, y autoridades quienes nos brindaron tiempo y cooperación en la investigación e implementación.

Además, quiero reconocer a mi familia, porque sin ellos no podría haberlo logrado.

Finalmente, el apoyo de los docentes, Ing. Gary Ampuño y Msc. Juan Carlos Lata quienes fueron fundamentales para la elaboración del trabajo.

Kevin David Catagua Mera

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	5
INDICE DE FIGURA	9
ÍNDICE DE TABLAS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN.....	13
CAPÍTULO I	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. Antecedentes	14
1.2. Problema	15
1.3. Justificación	15
1.4. OBJETIVOS	15
1.4.1. Objetivo General.....	15
1.4.2. Objetivos Específicos	15
CAPÍTULO II.....	16
2. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. Generalidades.....	16
2.1.1. La energía solar	16
2.1.2. Energía solar fotovoltaica.....	16
2.2. Energías renovables	18
2.3. Teorías sustantivas.....	19
2.3.1. Energía renovable	20
2.3.2. Panel solar	21
2.3.3. Panel fotovoltaico	21
2.3.4. Matriz energética	21
2.3.5. Sistemas de generación de energía solar fotovoltaica tipo aislada o autónoma	21

2.3.6.	Opciones de captación solar	24
2.3.7.	Tipos de paneles solares	26
2.3.8.	Energía renovable	27
2.3.9.	Energía sucia.....	28
2.3.10.	Tipos de fuentes de energía renovable	28
2.3.11.	Consumo de energía	30
2.3.12.	Minimizar el uso de energía	30
2.3.13.	Conveniencia	30
2.3.14.	Seguridad	30
2.3.15.	Técnicas principales	30
2.3.16.	Tecnologías basadas en la luz: soluciones sostenibles para el futuro.....	32
2.3.17.	Energía eólica	34
2.3.18.	Energía hidroeléctrica.....	34
2.3.19.	Energía geotérmica	35
2.3.20.	Bioenergía.....	37
2.3.21.	Farola solar	38
2.3.22.	Proyectos de energía limpia en Ecuador.....	40
2.4.	Luminotecnia	40
2.4.1.	Flujo luminoso (potencia luminosa).....	41
2.4.2.	Energía luminosa	41
2.4.3.	Densidad de flujo luminoso (iluminancia y salida luminosa)	41
2.4.4.	Luminancia	41
2.5.	Software Utilizado En La Luminotecnia	41
2.6.	Intensidad Luminosa.....	42
2.7.	Flujo Luminoso.....	43
2.8.	Eficacia lumínica	44
2.9.	Iluminancia	45

2.10.	Luminancia.....	46
2.11.	Deslumbramiento	46
2.11.1.	Factores reductores	47
2.11.2.	Partes de una iluminación led solar	48
2.12.	Regulación Nro. ARCONEL 006/18	49
2.12.1.	Clases de alumbrado por vías en tráfico motorizado.....	49
2.12.2.	Clases de alumbrado por vías en tráfico peatonal y ciclista	53
CAPITULO III		55
3.1.	Simulación De Alumbrado Público Con El Software Dialux Evo	55
3.2.	Informe de alumbrado público con el software DIALux evo en el recinto Masa 2	62
3.3.	Cálculo para un poste de alumbrado público.....	65
3.3.1.	Factor de utilización	65
3.3.2.	Intensidad lumínosa máxima	65
3.3.3.	Iluminancia media a la superficie.....	66
3.3.4.	Iluminancia media	66
3.3.5.	Distancia entre luminaria.....	67
3.2.6.	Disposición de las luminarias.....	68
3.2.7.	Iluminancia media en la calzada puesta en marcha y una vez se produce la depreciación	68
3.4.	Cálculo de un sistema fotovoltaico autónomo	69
3.3.1.	Tabla de consumo	70
3.4.	Rendimiento (N)	70
3.4.1.	Consumo medio diario	70
3.4.2.	Consumo de energía medio	71
3.4.3.	Número total de paneles necesarios.....	71
3.4.4.	Conexión de paneles en serie.....	72
3.4.5.	Conexión de paneles en paralelo	72

3.4.6.	Corriente de campo de captación fotovoltaico (Total de paneles)	73
3.4.7.	Cálculo de las baterías	73
3.4.8.	Cálculo de regulador de carga	75
3.5.	Simulación de un sistema fotovoltaico mediante el software pvsyst 7.1.....	75
3.6.	Informe del sistema fotovoltaico con el software pvsyst 7.1 del recinto La Masa 2.....	79
CAPITULO IV		84
4.1.	Implementación del poste de alumbrado público con su sistema fotovoltaico	84
4.2.	Cuerpo.....	84
4.3.	Brazo	86
4.4.	Prueba de iluminación	87
4.5.	Montaje	87
4.6.	Diseño del sistema FV recinto La Masa 2	90
4.7.	Ubicación geográfica	91
4.8.	Lugar de puesta de postes	93
4.9.	Presupuesto	96
CONCLUSIONES		97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		98
ANEXOS		100

INDICE DE FIGURA

Figura 1 Generadores eléctricos utilizados en el recinto La Masa 2	14
Figura 2 Sistema de conexión a red (on-grid)	17
Figura 3 Fuentes de energía renovables [9].....	20
Figura 4 Funcionamiento de paneles solares [13]	21
Figura 5 Instalación Fotovoltaica aislada de red [14].....	23
Figura 6 Instalación Fotovoltaica de conexión de Red [14].....	23
Figura 7 Torre solar [15]	25
Figura 8 estructura de iluminación LED de calle solar [4].....	49
Figura 9 Clase de alumbrado para vías públicas	50
Figura 10 Luminancia de calzada	51
Figura 11 Características de la superficie.....	52
Figura 12 Descripción del uso de la calzada	53
Figura 13 Valores de iluminación para tráfico peatonal.....	54
Figura 14 Captura de pantalla Software DIALux evo	55
Figura 15 Perfil de la vía pública.....	55
Figura 16 Elementos del perfil de la vía.....	56
Figura 17 Edición de perfil de la vía	56
Figura 18 Perfil de paso peatonal	57
Figura 19 selección de iluminarias	58
Figura 20 Disposición de las iluminarias	58
Figura 21 Vista lateral derecho.....	59
Figura 22 Vista en 3d	59
Figura 23 Vista de planta.....	60
Figura 24 Factor de degradación	60
Figura 25 Resultados	61
Figura 26 Diagrama de intensidad.....	67

Figura 27 Diagrama Isolux.....	68
Figura 28 Mapa interactivo.....	75
Figura 29 Irradiación horizontal global.....	76
Figura 30 Ángulo de iluminaria.....	76
Figura 31 Consumo de energía.....	77
Figura 32 Conjunto FV.....	78
Figura 33 Almacenamiento	78
Figura 34 Base Metálico.....	84
Figura 35 Escuadras Metálicos.....	85
Figura 36 Poste Metálico.....	85
Figura 37 Brazo Metalico.....	86
Figura 38 Prueba de Iluminacion.....	87
Figura 39 Colocación de la base.....	88
Figura 40 Colocación de plataforma	88
Figura 41 Finalización de obra	89
Figura 42 Diseño del sistema FV recinto La Masa 2	90
Figura 43 Ubicación geográfica recinto La Masa 2	91
Figura 44 Vista aérea recinto La Masa 2.....	92
Figura 45 Vista 3D de los postes de iluminación.....	93
Figura 46 Vista frontal de los postes de iluminación	94
Figura 47 Vista aérea de los postes de iluminación.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos meteorológicos recinto La Masa 2	69
Tabla 2 Consumo.....	70
Tabla 3 Presupuesto.....	96

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo diseñar un sistema de alumbrado público tipo anillo mediante energía renovable aplicado en la comunidad Masa 2 para iluminar el muelle de la comuna.

Para el desarrollo de esta investigación se realizaron visitas a la comunidad y aplicación de encuestas a sus habitantes para determinar sus necesidades de consumo eléctrico, así como el tipo de fuente energética que usan actualmente.

A partir de este análisis y tomando en consideración factores como las características y dimensiones del terreno se realizaron simulaciones para determinar la eficacia de iluminación y viabilidad de instalación del sistema de alumbrado potenciado por energía renovable.

Finalmente, conjunto con la Universidad Politécnica Salesiana se entrega postes de alumbrado público con un sistema fotovoltaico tipo anillo que recorre todo el camino que conforma la comunidad Masa 2, así garantizando iluminación y seguridad para sus habitantes.

ABSTRACT

The objective of this study was to design a ring-type public lighting system using renewable energy applied in the Masa 2 community to illuminate the quay of the commune.

For the development of this research, visits were made to the community and the application of surveys to its inhabitants to determine their electricity consumption needs, as well as the type of energy source they currently use.

From this analysis and taking into consideration factors such as the characteristics and dimensions of the terrain, simulations were carried out to determine the lighting efficiency and the feasibility of installing the lighting system powered by renewable energy.

Finally, together with the Salesian Polytechnic University, public lighting poles are delivered with a ring-type photovoltaic system that runs all the way that makes up the Masa 2 community, thus guaranteeing lighting and safety for its habitants.

INTRODUCCIÓN

La energía fotovoltaica es la fuente de energía que origina la electricidad renovable, la cual se obtiene por la radiación solar, por medio de un dispositivo semiconductor la cual es conocido como célula fotovoltaica responsable de convertir la energía luminosa en energía eléctrica, estas células son las que se acoplan entre sí como un circuito que se vinculan en paralelo para así poder aumentar su capacidad de obtención en energía eléctrica de cada panel [1].

La radiación ultravioleta en el Ecuador se encuentra en un nivel extremo dado al desgaste de la capa de ozono, provocando que en la franja ecuatorial los rayos solares bajen con mayor intensidad que en otros lugares de nuestro planeta. Se estima que en Ecuador se tiene una asoleada máxima de 1000 Watts en promedio anual [2]. Cada región tiene una insolación diaria totalmente diferente, según su ubicación geográfica, estaciones del año, latitud, longitud, alterado por accidentes geográficos como los ríos, montañas, etc.

La presente investigación tiene como finalidad implementar un sistema de alumbrado público aplicado mediante energía renovable para Recinto Masa 2, La Parroquia Puná, la cual tiene un total de 21 casas, en las que cada una están conformada por 5 habitantes, padres e hijos.

Para la obtención de información de la comunidad objeto de estudio se realizaron visitas de campo que se aplicaron encuestas a las habitantes enfocadas en determinar su demanda energética, la cantidad y tipo de equipos y aparatos eléctricos que utilizan, como cuben sus necesidades energéticas actualmente y en que costos incurren para este cometido.

Como propuesta de solución se analizó mediante simulaciones los resultados de la instalación de postes de luz alimentados por paneles fotovoltaicos considerando factores como dimensiones, capacidad lumínica, características del terreno, etc.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

La comunidad Masa 2 ubicada en la parroquia Puná a aproximadamente 1 hora en lancha desde el mercado Caraguay. Utilizan generadores eléctricos a base de combustible para abastecerse de iluminación a las casas en horas de la tarde/ noche. Hacen uso del generador eléctrico 6 horas diarias desde las 16:00 hasta las 22:00, lo cual repercute en un gasto semanal (gasolina y aceite para el generador), por lo que se realiza un análisis con el fin de utilizar energía renovable en el sector; reemplazando los generadores que contaminan el medio ambiente e iluminarias que tienen mucho consumo.

Ante esta problemática es planteado el análisis y pruebas en aplicaciones la realización de un sistema fotovoltaico aprovechando la luz solar, para abastecerse de electricidad y utilizar la misma para un sistema de iluminación LED.



Figura 1 Generadores eléctricos utilizados en el recinto La Masa 2

Fuente: autores

1.2. Problema

La comunidad Masa 2 ubicada en la parroquia Puná a aproximadamente 1 hora en lancha desde el mercado Caraguay utilizan generadores eléctricos de 2kW por cada casa para abastecerse de iluminación (dos bombillas) en horas de la tarde/ noche (6 horas al día desde las 16:00pm hasta las 10:00pm) lo cual repercute en un gasto económico semanal de \$25 por generador eléctrico, teniendo 20 generadores eléctricos con un gasto de \$500 semanal; se busca eliminar el uso de generadores para reducir la contaminación de CO₂ y el gasto económico de la comuna. Adicionalmente esta situación hace que la comunidad no cuente con energía eléctrica a partir de las 10:00 pm lo cual representa complicaciones para los habitantes en temas de uso y carga de dispositivos electrónicos y disminución de los niveles de seguridad debido a la falta de iluminación a altas horas de la noche.

1.3. Justificación

Con el uso del sistema fotovoltaico aplicado a iluminación de exteriores se busca eliminar el uso de generadores en la comunidad Masa 2 garantizando así, una mayor iluminación a un menor costo. Este proyecto servirá como base de futuras investigaciones que busquen mejorar el sistema de alumbrado público en comunidades similares para mejorar los estándares de vida de sus habitantes.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

- Diseñar un sistema de alumbrado público tipo anillo mediante energía renovable aplicado en la comunidad masa 2 para iluminar el muelle de la comuna.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar un estudio del sistema fotovoltaico para la iluminación externa de la comunidad masa 2.
- Simular mediante un software el sistema fotovoltaico.
- Calcular la energía solar que determine su producción energética y su dependencia con los parámetros climáticos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades

2.1.1. La energía solar

La energía solar es aquella proveniente de la radiación electromagnética del sol, en la antigüedad esta energía limitaba su aprovechamiento al uso de la luz y calor, pero en la actualidad existen tecnologías que han logrado almacenar esta energía en células fotovoltaicas con la posibilidad de transformarse en energía eléctrica.

De la energía eléctrica derivan diferentes términos como el voltaje, potencia y corriente, los cuales son utilizados para la construcción de redes eléctricas que permiten conectar diferentes sectores muchas veces antes alejados o aislados del mundo globalizado[1].

2.1.2. Energía solar fotovoltaica

El sol es una de las principales y más grandes fuentes de energía que la humanidad tiene disponible. A pesar de la enorme distancia que existe entre el sol y la Tierra y que solo una pequeña fracción de esta energía llega a nosotros, esta es suficiente para cubrir la demanda energética mundial anual en un solo día.

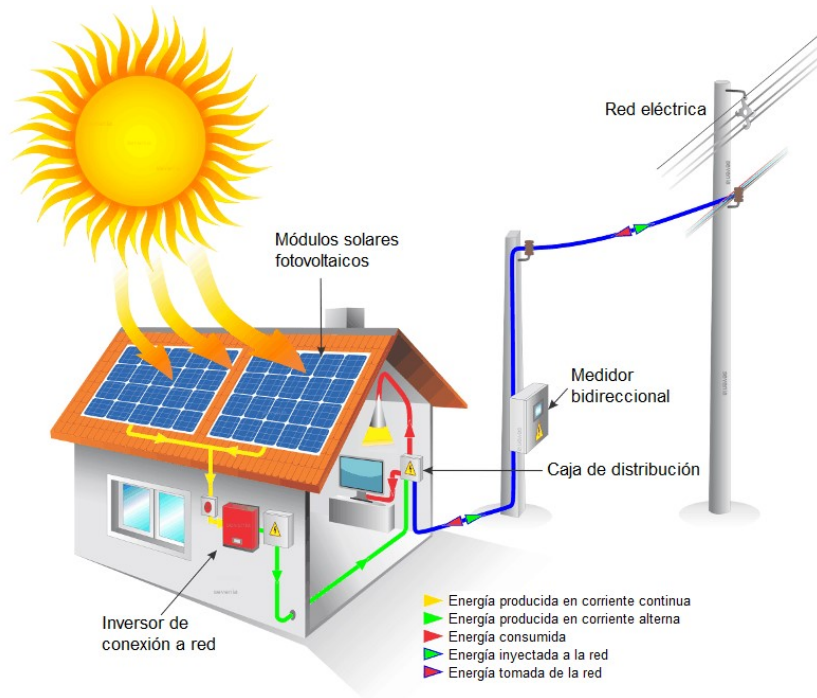


Figura 2 Sistema de conexión a red (on-grid)

Fuente: solartik.com.ar/energía-solar-fotovoltaica-paneles-solares/

El sol se traslada de este a oeste en los paneles solares, en donde se adquiere la mayor parte de la efectividad cuando la orientación de esta es directa al sol, en un ángulo vertical con éste al mediodía [6], es por ello que los paneles que se implementan en los sistemas de alumbrados son colocados bajos estos direccionamientos y tendrán una posición fija, por lo que no podrán seguir la trayectoria del sol, lo que nos indica que no tendrá un ángulo óptimo de 90° durante toda su jornada.

La productividad se entiende por el resultado de las actividades productivas en relación con los medios utilizados en dicha producción. La calidad de vida de los países muchas veces es determinada por sus niveles de productividad ya que influye en la cantidad de salario y permite la rentabilidad de las inversiones, el incremento de plazas laborales y el crecimiento económico.

2.2. Energías renovables

La energía solar fotovoltaica es la transformación directa de la luz solar en la electricidad por medio de una celda solar, en la cual se interconectan y se concentran en nódulos que pueden generar aproximadamente un 0,9 Kwh/día por cada m² que proporciona cada nódulo. Es por ello que la radiación solar suele estar absorbida por los nódulos fotovoltaicos, los cuales generan energías eléctricas de manera continua.

La biomasa es una materia orgánica renovable y puede incluir material biológico derivado de organismos vivos o recientemente vivos, como madera, desechos y combustibles alcohólicos.

La dendroenergía se obtiene tanto de la madera recolectada como combustible como de los productos de desecho de la madera. La energía residual se puede generar a partir de residuos municipales, residuos de fabricación y gas de vertedero. El combustible de alcohol de biomasa, o etanol, se deriva casi exclusivamente del maíz.

Las fuentes renovables a menudo se asocian con la energía verde y la energía limpia, pero existen algunas diferencias sutiles entre estos tres tipos de energía. Donde las fuentes renovables son aquellas que son reciclables, las energías limpias son aquellas que no liberan contaminantes como el dióxido de carbono, y la energía verde es la que proviene de fuentes naturales. Por ejemplo, algunas fuentes hidroeléctricas pueden dañar los hábitats naturales y causar deforestación.

Aunque la energía renovable a menudo se considera una solución para el futuro de nuestras necesidades energéticas, hemos estado aprovechando el poder natural de la naturaleza durante siglos. Los molinos de viento y las ruedas hidráulicas se utilizaron para alimentar los graneros, mientras que el sol se ha utilizado para crear fuego para el calor y la luz [3]

Sin embargo, los seres humanos se volvieron cada vez más dependientes del uso de combustibles fósiles, incluidos el carbón y el gas natural. Se ha demostrado que el uso generalizado de este tipo de energía ha tenido un impacto perjudicial en el planeta, con el aumento de las temperaturas globales, un aumento de los fenómenos meteorológicos extremos y la pérdida de hábitats naturales como resultado [5]

2.3. Teorías sustantivas

El término "energía sostenible" se utiliza a menudo indistintamente con el término "energía renovable". En general, las fuentes de energía renovables como la energía solar, eólica e hidroeléctrica se consideran sostenibles. Sin embargo, determinados proyectos de energía renovable, como la tala de bosques para la producción de biocombustibles, pueden provocar daños ambientales similares o incluso peores que el uso de energía de combustibles fósiles.

La energía nuclear es una fuente de bajas emisiones de carbono y tiene un mejor historial de seguridad que los combustibles fósiles, pero los desechos radiactivos y el riesgo de accidentes graves ponen en duda la sostenibilidad. El concepto de energía sostenible es similar a los conceptos de energía verde y energía limpia en su consideración de los impactos ambientales, sin embargo, las definiciones formales de energía sostenible también incluyen los impactos económicos y socioculturales.

Cantidades moderadas de energía eólica y solar, que son fuentes de energía intermitentes, pueden integrarse en la red eléctrica sin infraestructura adicional, como almacenamiento de energía de la red y medidas de respuesta a la demanda. Estas fuentes generaron el 8,5% de la electricidad mundial en 2019, una proporción que ha crecido rápidamente. Se prevé que los costos de la energía eólica, solar y de las baterías sigan cayendo debido a la innovación y las economías de escala derivadas del aumento de la inversión.

En todo el mundo, casi mil millones de personas carecen de acceso a la electricidad y alrededor de 3 mil millones de personas dependen de combustibles humeantes como la madera, el carbón vegetal o el estiércol de animales para cocinar. Estos y los combustibles fósiles son uno de los principales contribuyentes a la contaminación del aire, que causa aproximadamente 7 millones de muertes por año.

Las vías propuestas para limitar el calentamiento global a 1,5 ° C describen la rápida implementación de métodos de producción de electricidad y calor con bajas emisiones, y un cambio hacia un mayor uso de la electricidad en sectores como el transporte. Las vías también incluyen medidas para reducir el consumo de energía; y uso de combustibles

bajos en carbono, como el hidrógeno producido por electricidad renovable o con captura y almacenamiento de carbono. El logro de estos objetivos requerirá políticas gubernamentales que incluyan la fijación de precios del carbono, políticas específicas de energía y eliminación gradual de los subsidios a los combustibles fósiles. [7]

2.3.1. Energía renovable

Las energías renovables (o renovables) son formas de generar energía a partir (teóricamente) de recursos naturales ilimitados. Estos recursos están disponibles sin límite de tiempo o se reponen más rápidamente que la velocidad a la que se consumen.

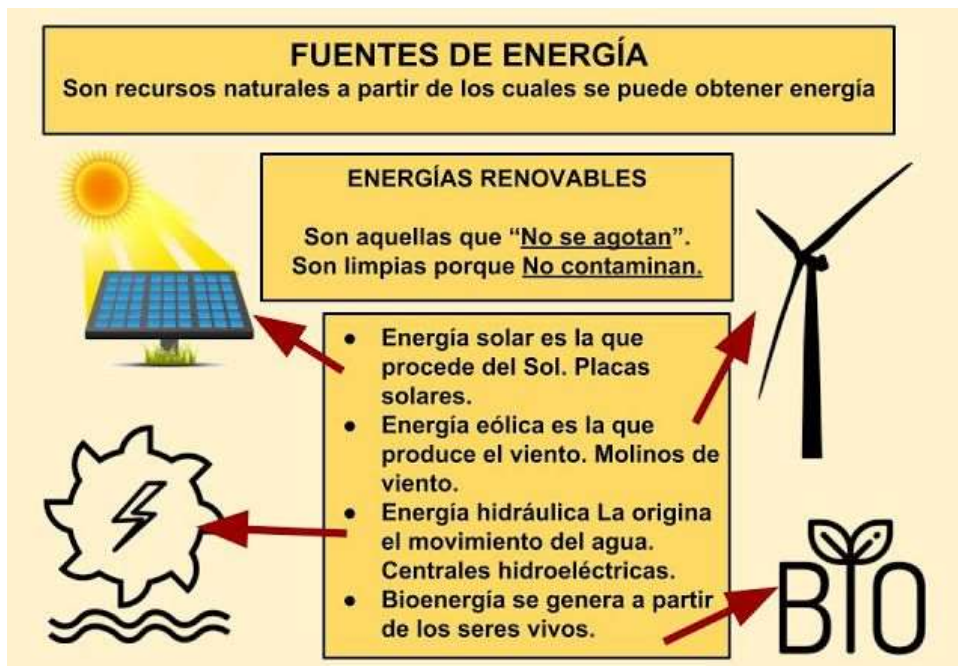


Figura 3 Fuentes de energía renovables [9]

Fuente: (Fernández, Salamanca Rosa, 2018)

Existen varios tipos de energías renovables que se producen a partir de distintas fuentes como el sol, el viento o el agua. De hecho, el consumo de energía de estas energías renovables ha ido creciendo durante el último año. Han proporcionado el 8% de la electricidad mundial en 2017 y ahora cubren 1/3 de la combinación de energía en Europa. Al mismo tiempo, la red energética obtiene 1/4 de la energía total en China y 1/6 en Estados Unidos, India y Japón.

2.3.2. Panel solar

Estos tipos de dispositivos aprovechan la energía solar que se utilizan en instalaciones de energía solar térmica, sus principales implementaciones son usadas para calentar el agua o calefacciones [12].

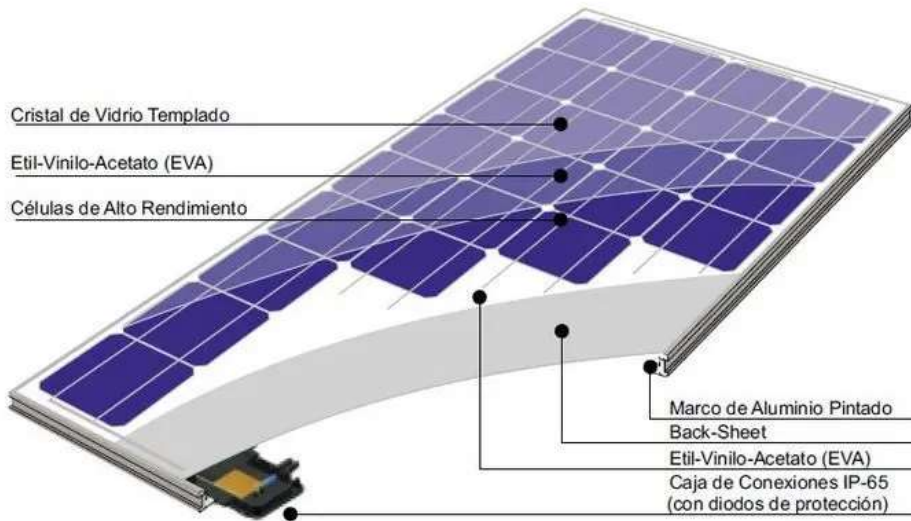


Figura 4 Funcionamiento de paneles solares [13]

Fuente: (SIVASA, 2014)

2.3.3. Panel fotovoltaico

Permite el aprovechamiento de la radiación solar para la generación de energía eléctrica en instalaciones fotovoltaicas. Esto suele ser implementado en las [12].

2.3.4. Matriz energética

Se puede entender como la medición de la oferta y demanda energética de cada una de las cuentas internas de un país, así como también mide el inventario de recursos energéticos y la evolución que estos tienen en él [12].

2.3.5. Sistemas de generación de energía solar fotovoltaica tipo aislada o autónoma

Los sistemas solares fotovoltaicos (PV), como tecnología madura con una esperanza de vida de 20 a 30 años, son dispositivos semiconductores que convierten la luz solar en electricidad de CC mediante la transferencia de electrones. El proceso de

conversión de energía ocurre principalmente en dos etapas; generación de par electrón-agujero a través de la absorción de luz en material semiconductor y posteriormente, separación de electrón al terminal negativo y agujero al terminal positivo por la estructura del dispositivo para suministrar electricidad.

Con el fin de cumplir con el propósito de producir una mayor cantidad de energía eléctrica, las células solares pueden disponerse en serie y varios módulos se enlazan entre sí para construir una matriz. Los sistemas fotovoltaicos solares ofrecen varias ventajas que incluyen un diseño simple, una larga vida útil, alta confiabilidad y no producen más contaminación durante el suministro de energía.

Además, los componentes centrales de un sistema solar fotovoltaico son el panel fotovoltaico, el controlador de carga, el paquete de baterías, el inversor CC / CA, el convertidor CC / CC y la derivación CC. Estos equipos deben agregarse a un módulo fotovoltaico para suministrar energía a una planta desaladora.

Para aumentar esta energía, se puede emplear un sistema fotovoltaico plano de seguimiento y, por lo tanto, hay un aumento en la captura de energía solar debido al seguimiento de la trayectoria del movimiento del sol. Según la forma en que los sistemas solares fotovoltaicos se conectan a una carga eléctrica, estos sistemas generalmente se clasifican como sistemas independientes e interactivos con la red pública.

Los sistemas fotovoltaicos autónomos son sistemas autónomos que proporcionan cargas eléctricas de CC o CA, lo que los hace adecuados para usuarios aislados que se encuentran lejos de la red eléctrica.

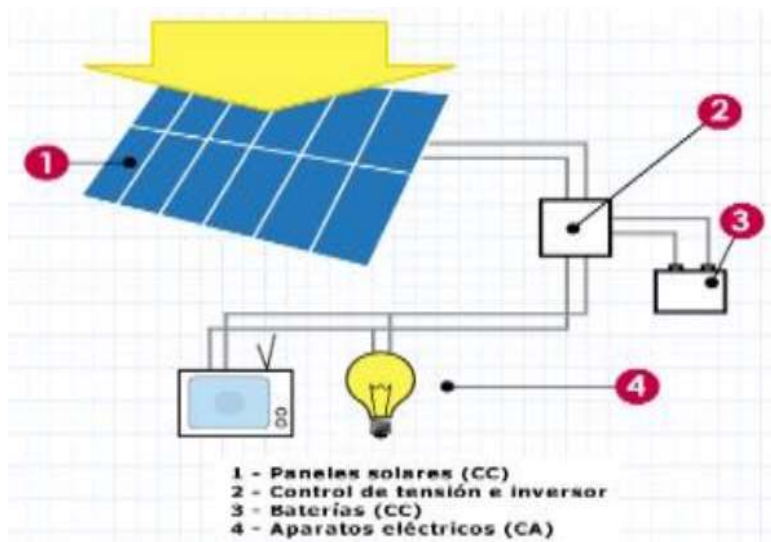


Figura 5 Instalación Fotovoltaica aislada de red [14]

Fuente: (Villar, López., &Marzal, 2014)

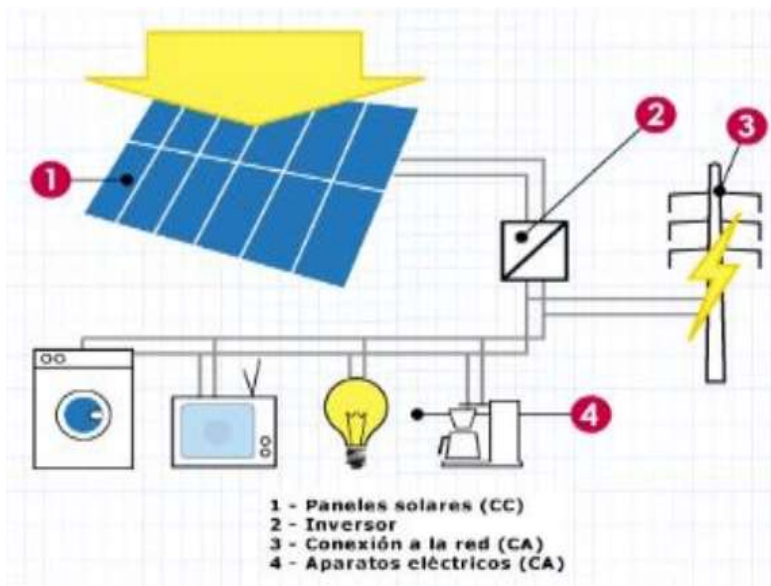


Figura 6 Instalación Fotovoltaica de conexión de Red [14]

Fuente: (Villar, López., &Marzal, 2014)

2.3.6. Opciones de captación solar

La energía solar es energía utilizable generada a partir del sol en forma de energía eléctrica o térmica. La energía solar se captura de diversas formas, la más común de las cuales es con paneles solares fotovoltaicos que convierten los rayos del sol en electricidad utilizable.

Además de usar energía fotovoltaica para generar electricidad, la energía solar se usa comúnmente en aplicaciones térmicas para calentar espacios o fluidos interiores. Los propietarios de propiedades residenciales y comerciales pueden instalar sistemas solares de agua caliente y diseñar sus edificios teniendo en cuenta la calefacción solar pasiva para aprovechar al máximo la energía del sol con tecnología solar.

Los paneles solares se instalan en tres escalas principales: residencial, comercial y de servicios públicos. La energía solar a escala residencial generalmente se instala en los techos de las casas o en terrenos abiertos (montados en el suelo) y generalmente tiene entre 5 y 20 kilovatios (kW), dependiendo del tamaño de la propiedad. Los proyectos de energía solar comercial se instalan generalmente a mayor escala que la energía solar residencial.

Aunque las instalaciones individuales pueden variar mucho en tamaño, la energía solar a escala comercial tiene un propósito constante: proporcionar energía solar en el sitio a empresas y organizaciones sin fines de lucro. Por último, los proyectos solares a escala de servicios públicos suelen ser grandes instalaciones de varios megavatios (MW) que proporcionan energía solar a un gran número de clientes de servicios públicos.

Para algunos compradores de energía solar que no pueden instalar energía solar en su propiedad, la energía solar comunitaria es una opción solar viable que conecta más directamente los proyectos de energía solar a escala de servicios públicos con los consumidores residenciales.

Como tal, las granjas solares comunitarias generalmente se construyen en una ubicación central en lugar de en la propiedad de un solo cliente. Los consumidores residenciales pueden suscribirse a un proyecto solar comunitario para recibir muchos de los beneficios de la energía solar sin instalar paneles solares en su propiedad.

La ciencia de generar electricidad con paneles solares se reduce a este efecto fotovoltaico. Fue descubierto por primera vez en 1839 por Edmond Becquerel y se puede considerar como una propiedad de materiales específicos (conocidos como semiconductores) que les permite crear una corriente eléctrica cuando se exponen a la luz solar.

El proceso fotovoltaico funciona a través de los siguientes amplios pasos:

- La célula solar fotovoltaica de silicio absorbe la radiación solar
- Cuando los rayos del sol interactúan con la celda de silicio, los electrones comienzan a moverse, creando un flujo de corriente eléctrica.
- Los cables capturan y alimentan esta electricidad de corriente continua (CC) a un inversor solar para convertirla en electricidad de corriente alterna (CA).

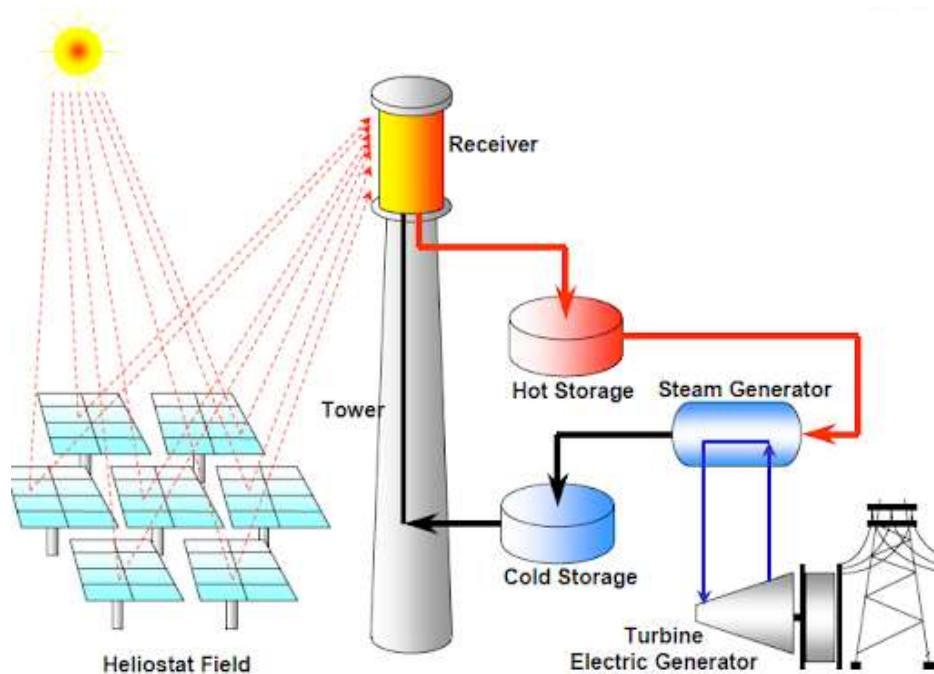


Figura 7 Torre solar [15]

Fuente: (Martínez, 2018)

2.3.7. Tipos de paneles solares

En el mercado nacional se pueden encontrar los siguientes tipos de paneles solares:

Los tipos de paneles solares que se pueden encontrar en el mercado nacional son:

Tecnología solar fotovoltaica

El panel solar monocristalino puede ser la tecnología solar fotovoltaica original, pero está siendo desafiado por nuevas tecnologías establecidas y emergentes en factores como el precio, la eficiencia y la versatilidad. Los módulos solares fotovoltaicos hechos de silicio policristalino, así como las nuevas generaciones de tecnología fotovoltaica solar de película delgada, están brindando a los clientes residenciales, comerciales, industriales y de servicios públicos una variedad de opciones para cumplir con sus requisitos de producción de energía solar [11]

Fotovoltaica solar de silicio monocristalino: la más eficiente

En general, la energía solar fotovoltaica de silicio monocristalino es la mejor tecnología para ofrecer eficiencia, medida por la potencia de salida relacionada con el tamaño del panel. Pero esta eficiencia puede tener costos. El mejor valor es la tecnología solar fotovoltaica de silicio policristalino, que ofrece niveles de eficiencia cercanos a los paneles monocristalinos, pero a la mitad de los costos en algunos casos.

Fotovoltaica solar de silicio policristalino: la mejor relación calidad-precio

La energía solar policristalina se fabrica vertiendo silicio fundido en un molde. Sin embargo, debido a este método de construcción, la estructura cristalina se formará de manera imperfecta, creando límites donde se rompe la formación cristalina. Esto le da al silicio policristalino su apariencia granulada distintiva, ya que el patrón del tipo de piedra preciosa resalta los límites en el cristal.

Fotovoltaica solar de película delgada: portátil y liviana

La tecnología con la participación de mercado más baja es la de película delgada, pero si bien tiene varias desventajas, es una buena opción para proyectos con menores requisitos de energía pero que necesitan peso liviano y portabilidad.

2.3.8. Energía renovable

La energía renovable es energía derivada de procesos naturales que se reponen a un ritmo igual o más rápido que el ritmo al que se consumen. Hay varias formas de energía renovable que se derivan directa o indirectamente del sol o del calor generado en las profundidades de la tierra. Incluyen energía generada a partir de recursos solares, eólicos, geotérmicos, hidroeléctricos y oceánicos, biomasa sólida, biogás y biocombustibles líquidos. La biomasa, sin embargo, es un recurso renovable solo si su tasa de consumo no excede su tasa de regeneración.

El flujo natural de agua en los ríos ofrece un poder cinético que se puede transformar en energía utilizable. Los primeros usos incluían energía mecánica para actividades de transformación, como fresado y aserrado, y para riego. Además, los ríos se han utilizado con fines de transporte, como el transporte de troncos de los bosques a los centros industriales.

Actualmente, la hidroelectricidad es la principal forma de energía utilizable producida a partir del agua que fluye. Para producir hidroelectricidad, el flujo de agua se dirige a las palas de una turbina, haciéndola girar, lo que hace que un generador eléctrico conectado a la turbina también gire y genere electricidad.

La cantidad de energía extraída del agua que fluye depende del volumen de agua y su velocidad. Por lo general, una central hidroeléctrica se construye en una pendiente pronunciada o en una cascada para aprovechar la velocidad que gana el agua como resultado de la gravedad.

2.3.9. Energía sucia

La energía no renovable incluye todos los combustibles fósiles tales como el petróleo, carbón y gas. Las fuentes de energía no renovables solo están disponibles en cantidades limitadas y su reposición lleva mucho tiempo. Cuando se bombea gasolina en la estación, se utiliza un recurso finito refinado a partir de petróleo crudo que existe desde tiempos prehistóricos [12].

Las fuentes de energía no renovables también se encuentran típicamente en partes específicas del mundo, lo que las hace más abundantes en algunas naciones que en otras. Por el contrario, todos los países tienen acceso al sol y al viento.

2.3.10. Tipos de fuentes de energía renovable

Bioenergía

La bioenergía comprende diferentes formas de energía utilizable obtenidas a partir de materiales denominados biomasa. Se pueden utilizar varios tipos de biomasa, con la tecnología y el equipo adecuados, para producir energía. El tipo de biomasa más utilizado es la madera, ya sea madera en rollo o residuos de madera de actividades industriales. La madera y los desechos de madera se pueden quemar para producir calor que se utiliza con fines industriales, para calentar espacios y agua, o para producir vapor para la generación de electricidad.

Energía eólica

La energía cinética del viento se puede convertir en formas útiles de energía como la energía mecánica o la electricidad. La energía eólica se ha aprovechado durante siglos para propulsar barcos de vela y hacer girar molinos y bombas de agua. Hoy en día, el viento se utiliza cada vez más para generar electricidad.

Las turbinas con grandes hélices se montan en "parques eólicos" ubicados en áreas estratégicas que tienen buenos regímenes eólicos y que están cerca de las redes eléctricas existentes. La energía eólica se captura solo cuando la velocidad del viento es suficiente para mover las palas de la turbina, pero no con vientos fuertes cuando la turbina podría dañarse si se opera.

Energía solar

La energía solar es la energía del sol en forma de luz y calor irradiados. La energía radiante del sol se puede utilizar para proporcionar iluminación y calor a los edificios y producir electricidad. Históricamente, la energía solar se ha aprovechado mediante tecnologías solares pasivas.

Por lo general, estos involucran la ubicación estratégica de edificios y varios elementos de estos edificios, como ventanas, voladizos y masas térmicas. Estas prácticas aprovechan el sol para la iluminación y la calefacción de espacios para reducir significativamente el uso de equipos eléctricos o mecánicos. La energía solar se puede aprovechar solo durante el día y solo si la luz del sol no está bloqueada por nubes, edificios u otros obstáculos. Hoy en día, dos tecnologías solares activas que involucran equipos eléctricos o mecánicos son cada vez más comunes.

Energía geotérmica

La energía geotérmica puede capturarse del calor almacenado debajo de la superficie terrestre o del calor absorbido en la atmósfera y los océanos. En primer lugar, la energía geotérmica puede capturarse del vapor subterráneo que se produce de forma natural y utilizarse para producir electricidad. En el segundo caso, la calefacción y la refrigeración se pueden lograr aprovechando la diferencia de temperatura entre el aire exterior y el suelo o el agua subterránea.

Energía Oceánica

El océano es una gran fuente de energía que se puede aprovechar para producir diferentes formas de energía utilizable. Por ejemplo, se han desarrollado tecnologías para convertir la energía de las olas y las mareas del océano en electricidad u otras formas útiles de energía. Sin embargo, siguen existiendo una serie de barreras técnicas, económicas y ambientales y, como resultado, la energía oceánica no es actualmente una fuente de energía ampliamente explotada.

2.3.11. Consumo de energía

Las aplicaciones de iluminación representan el 19% del uso mundial de energía y el 6% de todas las emisiones de efecto invernadero [3].

2.3.12. Minimizar el uso de energía

La iluminación inteligente permite a los hogares y a los usuarios controlar de forma remota la refrigeración, la calefacción, la iluminación y los electrodomésticos, minimizando el uso innecesario de luz y energía. Esta capacidad ahorra energía y proporciona un nivel de comodidad y conveniencia.

Fuera de la industria de la iluminación tradicional, el éxito futuro de la iluminación requerirá la participación de una serie de partes interesadas y comunidades de partes interesadas. El concepto de iluminación inteligente también implica la utilización de la luz natural del sol para reducir el uso de iluminación artificial y el concepto simple de que las personas apaguen la iluminación cuando salen de una habitación.

2.3.13. Conveniencia

Un sistema de iluminación inteligente puede garantizar que las áreas oscuras se iluminen cuando están en uso. Las luces responden activamente a las actividades de los ocupantes basándose en sensores e inteligencia (lógica) que se anticipa a las necesidades de iluminación de un ocupante [12].

2.3.14. Seguridad

Las luces se pueden usar para disuadir a las personas de áreas donde no deberían estar. Una brecha de seguridad, por ejemplo, es un evento que podría activar focos en el punto de brecha. Las medidas preventivas incluyen iluminar puntos de acceso clave (como pasillos) por la noche y ajustar automáticamente la iluminación cuando un hogar está ausente para que parezca que hay ocupantes.

2.3.15. Técnicas principales

2.3.15.1. Control de iluminación inteligente

El uso de atenuación automática de la luz es un aspecto de la iluminación inteligente que sirve para reducir el consumo de energía. La atenuación manual de la luz también tiene el mismo efecto de reducir el uso de energía [8].

2.3.15.2. Uso de sensores

Son adecuados para entornos de oficinas de planta abierta. y puede ahorrar una cantidad significativa de energía (alrededor del 32%) en comparación con un sistema de iluminación convencional, incluso cuando la densidad de potencia de iluminación instalada del sistema de iluminación automático es 50% mayor que la del sistema convencional.

2.3.15.3. Componentes

Un sensor completo consta de un detector de movimiento, una unidad de control electrónico y un interruptor / relé controlable. El detector detecta movimiento y determina si hay ocupantes en el espacio. También tiene un temporizador que señala a la unidad de control electrónico después de un período de inactividad establecido.

La unidad de control utiliza esta señal para activar el interruptor / relé para encender o apagar el equipo. Para aplicaciones de iluminación, hay tres tipos principales de sensores: infrarrojos pasivos, ultrasónicos e híbridos [17].

2.3.15.4. Detección de luz diurna

En respuesta a la tecnología de iluminación natural, se han desarrollado sistemas de respuesta automatizados vinculados a la luz natural para reducir aún más el consumo de energía. Estas tecnologías son útiles, pero tienen sus inconvenientes. Muchas veces, puede ocurrir un encendido y apagado rápido y frecuente de las luces, particularmente durante condiciones climáticas inestables o cuando los niveles de luz del día cambian alrededor de la iluminación de conmutación [8].

Esto no solo molesta a los ocupantes, sino que también puede reducir la vida útil de la lámpara. Una variación de esta tecnología es el control fotoeléctrico de 'conmutación diferencial' o 'banda muerta' que tiene múltiples iluminancias desde las que cambia para reducir la molestia de los ocupantes.

2.3.15.5. Detección de ocupación

La iluminación inteligente que utiliza sensores de presencia puede funcionar al unísono con otra iluminación conectada a la misma red para ajustar la iluminación según diversas condiciones. Los ahorros potenciales de electricidad por el uso de sensores de ocupación para controlar la iluminación en varios tipos de espacios.

2.3.15.6. Ultrasónico

Las ventajas de los dispositivos ultrasónicos son que son sensibles a todo tipo de movimiento y, en general, no tienen espacios de cobertura, ya que pueden detectar movimientos fuera de la línea de visión.

2.3.15.7. Otros

Detección de movimiento (microondas), detección de calor (infrarrojos) y detección de sonido; cámaras ópticas, movimiento por infrarrojos, cables de disparo ópticos, sensores de contacto de puertas, cámaras térmicas, micro radares, sensores de luz natural.

2.3.16. Tecnologías basadas en la luz: soluciones sostenibles para el futuro

Las aplicaciones prácticas que están disponibles en la actualidad pueden marcar la mayor diferencia en áreas remotas y países en desarrollo, donde millones viven sin acceso a la electricidad. Algo tan simple como una fuente de luz después del anochecer puede ayudar a una familia a salir de la pobreza: los niños pueden estudiar más y aprender más, los padres también pueden permanecer activos después del anochecer.

La iluminación solar (lámparas que se recargan durante el día con energía solar) ha demostrado ser una buena alternativa a las lámparas de queroseno. El queroseno no solo es más caro a largo plazo y menos eficiente, ya que tales lámparas son demasiado tenues para leer, sino que también es peligroso y los humos son tóxicos [3].

A una escala un poco mayor, los paneles solares están proporcionando energía a los refrigeradores comunitarios para conservar medicamentos, teléfonos celulares y otros electrodomésticos, mejorando así las condiciones de vida en las aldeas.

La luz proporciona alternativas eficientes y renovables que pueden ayudarnos a mitigar el cambio climático y satisfacer las demandas de energía, tanto al proporcionar energía como al disminuir el consumo de energía.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), una iluminación mejorada y eficiente podría reducir el consumo de energía para la iluminación en un 50% y evitar las emisiones de CO₂ equivalentes a las de Alemania cada año. Si se fracasa en la transición a la iluminación eficiente, el consumo de energía aumentaría en un tercio [11].

La luz siempre ha impulsado, convirtiendo el CO₂ y el agua en azúcar y oxígeno a través de la fotosíntesis, creando así el combustible y el oxígeno que necesitamos. Ahora, los ingenieros están progresando en la fotosíntesis artificial para generar combustible a partir de la luz solar. Se están desarrollando nuevos materiales para aprovechar la energía solar en superficies urbanas. Tales innovaciones podrían cambiar el juego de la energía por completo.

Hace apenas un siglo, no se podía imaginar hasta dónde llevaría la luz: qué aplicaciones se podrían desarrollar estudiando sus propiedades. El siglo XXI dependerá tanto de la fotónica como el siglo XX de la electrónica. La fotofónica, la ciencia de generar y controlar partículas de luz (fotones) sustenta las tecnologías de la vida diaria, desde los teléfonos inteligentes hasta Internet, los instrumentos médicos y la tecnología de iluminación [8].

En la actualidad, la búsqueda continua y se están construyendo nuevas instalaciones para ampliar nuestro conocimiento, se proporcionará un vasto potencial científico a científicos de Oriente Medio y países vecinos, permitiéndoles determinar la estructura de moléculas y virus complejos biológicamente activos con el fin de mejorar los remedios médicos; conocer el interior y la microestructura tridimensional de objetos tales como materiales de primera importancia para las altas tecnologías, el patrimonio cultural y la arqueología; o investigar los procesos de magnetización, que son muy relevantes para el almacenamiento de datos magnéticos.

2.3.16.1. La tecnología de la luz

2.3.16.2. Watts, lúmenes y eficacia:

El vataje y los lúmenes, o "lúmenes iniciales", son los dos valores que necesita para determinar la eficiencia de una bombilla, deben estar marcados en el empaque. Una vez que haya encontrado esos dos números, simplemente divida la cantidad de lúmenes por la cantidad de vatios. Eso le dará la medida estándar de eficiencia de la bombilla, que son los lúmenes por vatio [8]

Cuanto más eficiente es una bombilla, más energía ahorra. Eso ayuda a reducir la cantidad de energía que se debe producir y ralentiza el calentamiento de nuestra atmósfera. También reduce la cantidad de energía que usa, lo que significa que su factura

eléctrica mensual será menor. Puede que no suponga una reducción significativa en el costo, en relación con su factura total, pero cada disminución ayuda a marcar la diferencia.

2.3.16.3. Vida útil y mantenimiento del lumen:

La vida útil nominal promedio de una lámpara se basa en el momento en el que el 50 por ciento de una muestra grande de esas lámparas fallará o “se quemará”. Muchas de las lámparas más sofisticadas de la actualidad ofrecen una vida útil extremadamente larga, así como una reproducción cromática excepcionalmente alta.

La compra de lámparas puede costar más, pero el gasto adicional se puede compensar con menores costos de energía y reemplazo menos frecuente. La salida de luz de todas las lámparas se deteriorará gradualmente con el tiempo. La velocidad de este deterioro, conocida como mantenimiento de lúmenes, varía de un tipo de lámpara a otro. Es particularmente importante comprender el mantenimiento del lumen y la vida útil al seleccionar una lámpara para un dispositivo de difícil acceso donde el reemplazo es difícil [17].

2.3.17. Energía eólica

La energía eólica es una de las tecnologías de energía renovable de más rápido crecimiento. El uso está aumentando en todo el mundo, en parte porque los costos están disminuyendo. La capacidad global instalada de generación eólica en tierra y mar se ha multiplicado por casi 75 en las últimas dos décadas, pasando de 7,5 gigavatios (GW) en 1997 a unos 564 GW en 2018, según los últimos datos de IRENA [3]

2.3.18. Energía hidroeléctrica

El tipo más común de central hidroeléctrica es una instalación de embalse. Una instalación de embalse, típicamente un gran sistema de energía hidroeléctrica utiliza una presa para almacenar agua de río en un embalse.

Almacenamiento bombeo

Otro tipo de energía hidroeléctrica llamado almacenamiento por bombeo funciona como una batería, almacenando la electricidad generada por otras fuentes de energía como la solar, eólica y nuclear para su uso posterior.

Cuando la demanda de electricidad es baja, una instalación de almacenamiento por bombeo almacena energía bombeando agua desde un depósito inferior a un depósito superior. Durante los períodos de alta demanda eléctrica, el agua se libera de nuevo al depósito inferior y hace girar una turbina, generando electricidad.

Tamaños de las centrales hidroeléctricas

Las instalaciones varían en tamaño, desde grandes plantas de energía que suministran electricidad a muchos consumidores hasta pequeñas y micro plantas que los individuos operan para sus propias necesidades de energía o para vender energía a los servicios públicos.

2.3.19. Energía geotérmica

Energía geotérmica, forma de conversión de energía en la que la energía térmica del interior de la Tierra se captura y se aprovecha para cocinar, bañarse, calentar espacios, generar energía eléctrica y otros usos.

El calor del interior de la Tierra genera fenómenos superficiales como flujos de lava, géiseres, fumarolas, fuentes termales y ollas de barro. El calor se produce principalmente por la desintegración radiactiva del potasio, torio y uranio en la corteza y el manto de la Tierra y también por la fricción generada a lo largo de los márgenes de las placas continentales.

El subsiguiente flujo de calor anual de bajo grado a la superficie promedia entre 50 y 70 milivatios (mW) por metro cuadrado en todo el mundo. En contraste, la radiación solar entrante que golpea la superficie de la Tierra proporciona 342 vatios por metro cuadrado al año [8]

La energía térmica geotérmica puede recuperarse y explotarse para uso humano, y está disponible en cualquier lugar de la superficie de la Tierra. La energía estimada que se puede recuperar y utilizar en la superficie es de $4,5 \times 10^6$ exajulios, o aproximadamente $1,4 \times 10^6$ teravatios-año, lo que equivale aproximadamente a tres veces el consumo anual mundial de todos los tipos de energía.

La cantidad de energía utilizable de fuentes geotérmicas varía con la profundidad y el método de extracción. El aumento de temperatura de las rocas y otros materiales subterráneos promedia 20-30 ° C (36-54 ° F) por kilómetro (0.6 millas) de profundidad

en todo el mundo en la parte superior de la litosfera, y esta tasa de aumento es mucho mayor en la mayoría de Las áreas geotermales conocidas de la Tierra [3]

Normalmente, la extracción de calor requiere un fluido (o vapor) para llevar la energía a la superficie. Localizar y desarrollar recursos geotérmicos puede ser un desafío. Esto es especialmente cierto para los recursos de alta temperatura necesarios para generar electricidad. Dichos recursos suelen estar limitados a partes del mundo caracterizadas por una actividad volcánica reciente o ubicada a lo largo de los límites de las placas o dentro de los puntos calientes de la corteza.

A pesar de que existe una fuente continua de calor dentro de la Tierra, la tasa de extracción de los fluidos calientes y el vapor puede exceder la tasa de reabastecimiento y, por lo tanto, el uso del recurso debe gestionarse de manera sostenible.

Usos

El uso de la energía geotérmica se puede dividir en tres categorías: aplicaciones de uso directo, bombas de calor geotérmicas (BPH) y generación de energía eléctrica.

Usos directos

Probablemente, el conjunto de aplicaciones más utilizado implica el uso directo de agua caliente del suelo sin la necesidad de ningún equipo especializado. Todas las aplicaciones de uso directo hacen uso de recursos geotérmicos de baja temperatura, que oscilan entre 50 y 150 ° C (122 y 302 ° F).

Esta agua y vapor geotérmicos de baja temperatura se han utilizado para calentar edificios individuales, así como distritos completos donde numerosos edificios se calientan desde una fuente de suministro central. Además, muchas piscinas, instalaciones balneológicas (terapéuticas) en spas, invernaderos y estanques de acuicultura en todo el mundo se han calentado con recursos geotérmicos [8]

Otros usos directos de la energía geotérmica incluyen la cocina, las aplicaciones industriales (como el secado de frutas, verduras y madera), la pasteurización de la leche y el derretimiento de la nieve a gran escala. Para muchas de esas actividades, el agua caliente a menudo se usa directamente en el sistema de calefacción, o se puede usar junto con un intercambiador de calor, que transfiere calor cuando hay minerales y gases problemáticos como el sulfuro de hidrógeno mezclado con el fluido.

2.3.20. Bioenergía

La bioenergía se refiere a la electricidad y el gas que se genera a partir de materia orgánica, conocida como biomasa. Esto puede ser cualquier cosa, desde plantas y madera hasta desechos agrícolas y alimentarios, e incluso aguas residuales.

El término bioenergía también cubre los combustibles de transporte producidos a partir de materia orgánica. Pero en esta página, solo nos enfocamos en cómo se usa para generar electricidad y gas neutro en carbono.

¿Cómo genera energía la biomasa?

Cuando la biomasa se utiliza como fuente de energía, se la denomina "materia prima". Las materias primas se pueden cultivar específicamente por su contenido energético (un cultivo energético) o pueden estar compuestas por productos de desecho de industrias como la agricultura, el procesamiento de alimentos o la producción de madera.

Las materias primas de combustible secas, como los pellets de madera, se queman en calderas u hornos. Esto a su vez hierva agua y crea vapor, que impulsa una turbina para generar electricidad.

Las materias primas húmedas, como los desechos de alimentos, por ejemplo, se colocan en tanques sellados donde se pudren y producen gas metano (también llamado biogás). El gas se puede capturar y quemar para generar electricidad. O puede inyectarse en la red nacional de gas y usarse para cocinar y calentar.

La bioenergía es una fuente de energía muy flexible. Se puede subir y bajar rápidamente para satisfacer la demanda, lo que lo convierte en un excelente respaldo para las tecnologías renovables que dependen del clima, como la eólica y la solar.

¿Es la bioenergía ecológica y sostenible?

La quema de biomasa libera dióxido de carbono. Pero, debido a que libera la misma cantidad de carbono que la materia orgánica que utilizó para producirlo absorbió mientras crecía, no rompe el equilibrio de carbono de la atmósfera.

En comparación, la quema de combustibles fósiles libera dióxido de carbono que ha estado encerrado durante millones de años, de una época en que la atmósfera de la

tierra era muy diferente. Esto agrega más dióxido de carbono a nuestra atmósfera actual, rompiendo el equilibrio de carbono.

La sostenibilidad general y los beneficios ambientales de la bioenergía pueden depender de si se utilizan materias primas de desecho o cultivos energéticos.

La biomasa residual emite gases de forma natural cuando se pudre. Si esto sucede en un lugar donde no hay oxígeno, como los desechos de alimentos enterrados en lo profundo de un vertedero, puede generar metano, que es un gas de efecto invernadero mucho más fuerte que el dióxido de carbono. En lugar de permitir que el metano se ventile a la atmósfera, descomponerlo en un tanque sellado permite capturarlo y quemarlo. La quema de metano lo deja con dióxido de carbono y agua, que son mejores para el medio ambiente.

2.3.21. Farola solar

Las farolas solares funcionan con paneles montados en una estructura de iluminación. Estos paneles se encargan de cargar baterías que alimentan las lámparas fluorescentes o LED.

La mayoría de las luces solares se encienden y apagan automáticamente al detectar la luz exterior usando el voltaje del panel solar. Las farolas solares tienen mecanismos que las hacen funcionar durante las noches solamente. Muchos pueden permanecer iluminados durante más de una noche si el sol no está en el cielo durante un período de tiempo prolongado.

Las farolas solares tienen cuatro partes:

2.3.21.1. Panel solar

Es la parte más importante de una farola solar, ya que es el encargado de convertir la energía solar en electricidad. Hay dos tipos de paneles solares que se utilizan comúnmente en las farolas solares: monocristalinos y policristalinos. La tasa de conversión de los paneles solares monocristalinos es mucho más alta que la de sus homólogos policristalinos. Los paneles solares también varían en sistemas de potencia.

2.3.21.2. Accesorio de iluminación

Los LED se utilizan generalmente como la fuente de iluminación principal de las farolas solares modernas, ya que el LED proporcionará una luminosidad mucho mayor

con un menor consumo de energía. Las luminarias LED consumen 50% menos de energía que la luminaria HPS, que son media más tradicional. La falta de tiempo de calentamiento en los LED también permite el uso de detectores de movimiento para obtener ganancias de eficiencia adicionales [7].

2.3.21.3. Batería recargable

Encargadas de almacenar la energía recolectada durante el día y proporcionan energía durante la noche. Un factor importante de este componente es su ciclo de vida. Hay dos tipos de baterías que se utilizan comúnmente en las farolas solares: baterías de ciclo profundo de celda de gel y baterías de plomo-ácido.

2.3.21.4. Polo

Los postes fuertes son necesarios para todas las farolas, especialmente para las farolas solares, ya que a menudo hay componentes montados en la parte superior del poste. Sin embargo, en diseños más modernos, los paneles y todo el circuito electrónico están integrados en el mismo poste. La resistencia al viento es un factor que se debe tener en cuenta [10].

2.3.21.5. Tipos

Existen farolas con su propio panel fotovoltaico. Por otra parte, se pueden instalar varios paneles como fuente de energía central en una ubicación separada y suministrar energía a varias luces de la calle.

En la actualidad se están utilizando más las farolas que tienen incluidos todos sus componentes.

Ventajas

- Las farolas solares son independientes de la red eléctrica. Por lo tanto, los costos de operación se minimizan.
- La electricidad producida a partir de paneles solares no es contaminante.
- Se pueden transportar fácilmente partes separadas de un sistema de paneles solares.
- Se pueden ahorrar costos de energía.

Desventajas

- La inversión inicial es mayor en comparación con el alumbrado público convencional.
- El riesgo de robo es mayor ya que los costos de los equipos son comparativamente más altos.
- La nieve, el polvo y la humedad pueden afectar la producción de energía.
- Las baterías recargables deberán reemplazarse varias veces durante la vida útil de los accesorios, lo que aumentará el costo total de la vida útil de la luz.

2.3.22. Proyectos de energía limpia en Ecuador

En el Ecuador existen diversos proyectos de energía renovable, entre ellos se pueden mencionar el “Proyecto fotovoltaico y almacenamiento de energía Baltra” en el archipiélago de Galápagos que consistió en la instalación de una planta fotovoltaica de 67 kWp con capacidad de 111 MWh de electricidad anual.

Se puede mencionar también la Central Eólica Villonaco ubicada en la provincia de Loja con una potencia de 16,5 MW. La planta fue construida en el 2011 y ha generado hasta la fecha (2020) una energía neta de 564,48 GWh gracias a 11 aerogeneradores del tipo GW70/1500 de 1,5 MW cada uno.

Para finales de julio de 2019 se generaron proyectos solares de 200 MW licitados en Ecuador además de proyectos de producción de energía eólica y mini hidroeléctrica.

2.4. Luminotecnia

La luz forma parte de la radiación electromagnética y, por tanto, una cantidad física. Por otro lado, la luz también es una sensación humana de manera similar al sonido, el gusto, el olfato y el calor. La luz puede considerarse como una radiación o como nuestra respuesta a ella. Como radiación, la luz se puede medir con la ayuda de radiometría y cantidades radiométricas como flujo radiante, intensidad radiante, irradiancia o resplandor. Pero la luz como respuesta a estas radiaciones implica también el comportamiento de nuestro sistema visual (ojo, nervios, cerebro).

El sistema visual del ser humano, al igual que otros detectores físicos de radiación, reacciona solo a una determinada parte del espectro. Además, la sensibilidad del ojo humano a la radiación no es la misma para cada una de las longitudes de onda de la luz. Entonces, la fotometría se introdujo para medir la luz de tal manera que los resultados se

correlacionen con la sensación visual que experimentaría un observador humano expuesto a la misma radiación. Para cumplir con el objetivo mencionado de la fotometría, se introdujo una función especial $V(\lambda)$, que describe la sensibilidad espectral relativa del ojo humano (promedio).

2.4.1. Flujo luminoso (potencia luminosa)

El flujo luminoso es un flujo radiante ponderado fotométricamente (potencia). Su unidad de medida es el lumen, definido como $1/683$ vatios de potencia radiante a una frecuencia de 540×10^{12} Hertz. Una fuente puntual que tiene una intensidad luminosa uniforme (isotrópica) de una candela en todas las direcciones (es decir, una distribución de intensidad uniforme) emite un lumen de flujo luminoso por unidad de ángulo sólido (estereorradián).

2.4.2. Energía luminosa

La energía luminosa es energía radiante ponderada fotométricamente. Se mide en lumen-segundos.

2.4.3. Densidad de flujo luminoso (iluminancia y salida luminosa)

La densidad de flujo luminoso es la densidad de flujo radiante ponderada fotométricamente. La iluminancia es el equivalente fotométrico de la irradiancia, mientras que la salida luminosa es el equivalente fotométrico de la salida radiante. La densidad de flujo luminoso se mide en lúmenes por metro cuadrado.

2.4.4. Luminancia

La luminancia es un resplandor ponderado fotométricamente. En términos de percepción visual, percibimos luminancia. Es una medida aproximada de cuán “brillante” aparece una superficie cuando la vemos desde una dirección determinada. La luminancia se mide en lúmenes por metro cuadrado por estereorradián.

2.5. Software Utilizado En La Luminotecnia

La ingeniería eléctrica es una de las ramas más nuevas de la ingeniería y se remonta a finales del siglo XIX. Es la rama de la ingeniería que se ocupa de la tecnología de la electricidad. Los ingenieros eléctricos trabajan en una amplia gama de componentes, dispositivos y sistemas, desde pequeños microchips hasta enormes generadores de centrales eléctricas.

Si se trata de un dispositivo práctico del mundo real que produce, conduce o utiliza electricidad, con toda probabilidad fue diseñado por un ingeniero eléctrico. Además, los ingenieros pueden realizar o escribir las especificaciones para pruebas destructivas o no destructivas del rendimiento, confiabilidad y durabilidad a largo plazo de dispositivos y componentes.

Casi todos los dispositivos eléctricos y electrónicos, desde los generadores de una planta de energía eléctrica hasta los microprocesadores de su teléfono, utilizan estos pocos componentes básicos [16]

Las habilidades críticas necesarias en ingeniería eléctrica incluyen una comprensión profunda de la teoría eléctrica y electrónica, matemáticas y materiales. Este conocimiento permite a los ingenieros diseñar circuitos para realizar funciones específicas y cumplir con los requisitos de seguridad, confiabilidad y eficiencia energética, y predecir cómo se comportarán, antes de implementar un diseño de hardware. A veces, sin embargo, los circuitos se construyen en "placas de prueba" o prototipos de placas de circuitos fabricadas en máquinas controladas numéricamente por computadora (CNC) para probarlas antes de ponerlas en producción.

Los ingenieros eléctricos confían cada vez más en los sistemas de diseño asistido por computadora (CAD) para crear esquemas y diseñar circuitos. También usan computadoras para simular cómo funcionarán los dispositivos y sistemas eléctricos. Las simulaciones por computadora se pueden utilizar para modelar una red eléctrica nacional o un microprocesador; por lo tanto, el dominio de las computadoras es esencial para los ingenieros eléctricos [3]

Además de acelerar el proceso de elaboración de esquemas, diseños de placas de circuito impreso (PCB) y planos para dispositivos eléctricos y electrónicos, los sistemas CAD permiten modificaciones rápidas y fáciles de diseños y creación rápida de prototipos utilizando máquinas CNC.

2.6. Intensidad Luminosa

Intensidad luminosa, la cantidad de luz visible que se emite en unidad de tiempo por unidad de ángulo sólido. La unidad para la cantidad de luz que fluye desde una fuente en cualquier segundo (la potencia luminosa o flujo luminoso) se llama lumen [7].

Varias medidas de luz se conocen comúnmente como intensidad:

- Intensidad radiante, una cantidad radiométrica medida en vatios por estereorradián (W / sr).
- Intensidad luminosa, una cantidad fotométrica medida en lúmenes por estereorradián (lm / sr) o candela (cd).
- Irradiancia, una cantidad radiométrica, medida en vatios por metro cuadrado (W / m^2).
- Intensidad (física), el nombre de la irradiancia utilizado en otras ramas de la física (W / m^2).
- Radiancia, comúnmente llamada "intensidad" en astronomía y astrofísica ($W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$).

2.7. Flujo Luminoso

El flujo luminoso es una medida de la cantidad total de luz visible emitida por una lámpara. Es diferente del flujo radiante. El flujo de radiación es la medida de toda la radiación electromagnética emitida (incluidos infrarrojos, ultravioleta y visible), que es la cantidad total de luz objetivo. El flujo luminoso es la cantidad de luz que detecta el ojo humano. Refleja la sensibilidad del ojo humano ponderando cada longitud de onda con una función de luminosidad. De modo que es la suma ponderada de todas las longitudes de onda de potencia en la banda de luz visible, excluyendo la infrarroja y la ultravioleta.

La función de luminosidad describe la sensibilidad relativa de los ojos humanos a la luz de diferentes longitudes de onda al juzgar subjetivamente el brillo de la luz de diferentes colores. No debe considerarse perfectamente exacto, pero es una buena representación de la sensibilidad visual del ojo humano y es valiosa como referencia para fines experimentales [8]

La unidad de flujo luminoso — Lumen

La unidad SI de flujo luminoso es el lumen (lm). El lumen se define en relación con la candela, que es la unidad de intensidad luminosa como

$$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr}$$

Es decir, cuando el ángulo luminoso de una fuente de luz es un ángulo sólido y el flujo luminoso es de 1 lumen, su intensidad luminosa es de 1 candela. Cuando el flujo

luminoso de una fuente de luz también es de 1 lumen, pero el ángulo luminoso se convierte en $1/2$ ángulo sólido, la intensidad luminosa de esta fuente de luz se considera 2 candelas.

Por el contrario, cuando la intensidad luminosa de una fuente de luz puntual que emite luz en todas las direcciones es 1 candela, como una esfera completa tiene un ángulo sólido de 4π estereorradián, el flujo luminoso de esta fuente de luz es 4π lúmenes, o 12,56 lúmenes.

El flujo luminoso no se utiliza para comparar el brillo, ya que se trata de una percepción subjetiva que varía según la distancia a la fuente de luz y la dispersión angular de la luz desde la fuente.

2.8. Eficacia lumínica

La eficacia luminosa de una fuente de luz es su flujo luminoso generado dividido por su flujo radiante o por su consumo de energía eléctrica. En ambos casos, se obtienen unidades de lumen por vatio (lm / W), pero el significado es, por supuesto, diferente:

Si se divide por el flujo radiante, el resultado solo depende de la forma del espectro óptico de la fuente de luz junto con la función de luminosidad aplicada, que cuantifica la sensibilidad dependiente de la longitud de onda del ojo humano estándar.

La definición más común es el flujo luminoso dividido por el consumo de energía eléctrica de una fuente de luz. Por ejemplo, una bombilla de 60 W (lámpara incandescente) puede emitir 900 lúmenes, lo que conduce a una eficacia luminosa de 15 lm / W . El mismo flujo luminoso se podría generar con una lámpara basada en diodos emisores de luz (LED) con un consumo de energía muy por debajo de 10 W, ya que es mucho más eficaz [16]

Tenga en cuenta que la eficacia luminosa de un dispositivo de iluminación, por ejemplo, una lámpara de techo para una sala de estar o una farola, puede ser sustancialmente menor que la de la fuente de luz utilizada, si se pierde gran parte de la luz generada, p. por absorción en alguna vivienda (luminaria). Obviamente, tiene sentido optimizar no solo la fuente de luz, sino también la luminaria. Si bien algunos accesorios son esencialmente sin pérdidas, otros arruinan completamente la eficiencia [14]

La emisión de LED dirigida especialmente a menudo hace que sea más fácil evitar pérdidas de luz sustanciales en las luminarias. Ese factor (además de la alta eficacia de la generación de luz) puede contribuir sustancialmente a la eficacia efectiva del dispositivo de iluminación y, por tanto, a la eficiencia energética conseguida.

Otro aspecto importante no está contenido en la eficacia luminosa: algunas farolas, por ejemplo, envían mucha luz al cielo nocturno, donde es inútil e incluso perjudicial, provocando contaminación lumínica [16]

Otro aspecto importante es que la eficacia luminosa se puede estropear de forma eficaz cuando se utiliza una fuente de alimentación de lámpara de baja eficiencia de conversión. Si bien las lámparas incandescentes generalmente se pueden operar directamente con voltaje de línea, muchas lámparas de descarga de gas requieren una fuente de alimentación especial. Si está hecho con tecnología antigua, puede desperdiciar cantidades sustanciales de energía eléctrica. Sin embargo, las fuentes de alimentación conmutadas de alta frecuencia modernas pueden ser muy eficientes y provocar pérdidas de energía de solo un pequeño porcentaje. Por supuesto, es deseable que se especifique la eficacia luminosa efectiva de una lámpara, incluida su fuente de alimentación.

2.9. Iluminancia

En unidades derivadas del SI, se miden en lux (lx) o, de manera equivalente, en lúmenes por metro cuadrado ($\text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$). En el sistema CGS, la unidad de iluminancia es la fot, que es igual a 10000 lux. La vela de pie es una unidad no métrica de iluminancia que se utiliza en fotografía [17].

La iluminancia se llamaba con anterioridad a menudo brillo, pero esto lleva a confusión con otros usos de la palabra, por ejemplo, luminancia. "Brillo" nunca debe usarse para una descripción cuantitativa, sino solo para referencias no cuantitativas a sensaciones fisiológicas y percepciones de la luz.

El ojo humano es capaz de ver algo más de un rango de 2 billones de veces: la presencia de objetos blancos es algo discernible bajo la luz de las estrellas, a 5×10^{-5} lux, mientras que, en el extremo brillante, es posible leer texto grande en 108 lux, o unas 1000 veces más que la luz solar directa, aunque esto puede ser muy incómodo y provocar imágenes persistentes de larga duración.

2.10. Luminancia

La luminancia es una medida fotométrica de la intensidad luminosa por unidad de área de luz que viaja en una dirección determinada. Describe la cantidad de luz que atraviesa, se emite o se refleja en un área en particular y cae dentro de un ángulo sólido determinado.

Brillo es el término para la impresión subjetiva del estándar de medición de luminancia objetivo § Objetividad en la medición para conocer la importancia de este contraste).

La luminancia se utiliza a menudo para caracterizar la emisión o el reflejo de superficies planas y difusas. Los niveles de luminancia indican cuánta potencia luminosa podría detectar el ojo humano mirando una superficie particular desde un ángulo de visión particular. La luminancia es, por tanto, un indicador del brillo de la superficie.

La luminancia se utiliza en la industria del video para caracterizar el brillo de las pantallas. Una pantalla de computadora típica emite entre 50 y 300 cd / m². El sol tiene una luminancia de aproximadamente $1,6 \times 10^9$ cd / m² al mediodía.

Para sistemas ópticos pasivos reales, la luminancia de salida es como máximo igual a la entrada. Por ejemplo, si uno usa una lente para formar una imagen que es más pequeña que el objeto fuente, la potencia luminosa se concentra en un área más pequeña, lo que significa que la iluminancia es más alta en la imagen.

La luz en el plano de la imagen, sin embargo, llena un ángulo sólido más grande, por lo que la luminancia resulta ser la misma asumiendo que no hay pérdida en la lente. La imagen nunca puede ser "más brillante" que la fuente [15].

2.11. Deslumbramiento

El deslumbramiento es causado por una relación significativa de luminancia entre la tarea (lo que se está mirando) y la fuente del deslumbramiento. Factores como el ángulo entre la tarea y la fuente del deslumbramiento y la adaptación del ojo tienen un impacto significativo en la experiencia del deslumbramiento.

El deslumbramiento se puede dividir generalmente en dos tipos, deslumbramiento de incomodidad y deslumbramiento de discapacidad. El deslumbramiento incómodo da como resultado un deseo instintivo de apartar la mirada de una fuente de luz brillante o

dificultad para ver una tarea. El deslumbramiento por discapacidad afecta la visión de los objetos sin causar necesariamente incomodidad. Esto podría surgir, por ejemplo, al conducir hacia el oeste al atardecer [17].

El deslumbramiento por discapacidad a menudo es causado por la Inter reflexión de la luz dentro del globo ocular, lo que reduce el contraste entre la tarea y la fuente de deslumbramiento hasta el punto en que no se puede distinguir la tarea. Cuando el deslumbramiento es tan intenso que la visión se ve completamente afectada, a veces se le llama deslumbramiento.

2.11.1. Factores reductores

Ejemplo de una situación en la que el deslumbramiento puede ser problemático si, por ejemplo, se reduce la capacidad para determinar la distancia y la velocidad de los automóviles que pasan.

El deslumbramiento puede reducir la visibilidad al:

- Reducción del brillo del resto de la escena por constricción de las pupilas.
- Reducción del contraste del resto de la escena mediante la dispersión de la luz brillante dentro del ojo.
- Reducción del contraste al dispersar la luz en partículas en el aire, como cuando los faros de un automóvil iluminan la niebla cerca del vehículo, impidiendo la visión a mayor distancia.
- Reducción del contraste entre la impresión y el papel por reflejo de la fuente de luz en el material impreso (deslumbramiento por velo).
- Reducción del contraste por reflejo de áreas brillantes en la superficie de un medio transparente como vidrio, plástico o agua; por ejemplo, cuando el cielo se refleja en un lago, de modo que no se pueden ver el fondo o los objetos en el agua (resplandor del velo).
- Florecen los objetos circundantes frente al resplandor.

Un tratamiento antirreflejante en los anteojos reduce el deslumbramiento nocturno y el deslumbramiento de las luces interiores y las pantallas de las computadoras provocadas por la luz que rebota en la lente. Algunos tipos de anteojos pueden reducir el

deslumbramiento que se produce debido a las imperfecciones en la superficie del ojo. Se pueden tomar medidas de campo de luz para reducir el deslumbramiento con posprocesamiento digital.

2.11.2. Partes de una iluminación led solar

El poste de alumbrado público tendrá una estructura de iluminación LED de calle solar con los siguientes componentes.

Paneles solares mono-silicio: Estos paneles tienen mayor eficiencia en comparación con los paneles de poli-silicio. Fabricados con materiales de alta pureza permite tener estructura de menor tamaño. Estos paneles muestran ser eficientes en zonas donde la exposición solar no es muy elevada. Poseen un tiempo de vida útil prolongado, por otra parte, su rendimiento es menor cuando es expuesto a altas temperaturas.

Batería de litio: consiste en un dispositivo que utiliza sal de litio como electrolito para el almacenamiento de energía eléctrica. Estas baterías poseen características como elevada vida útil, ligereza, alta capacidad energética y resistencia a la pérdida de energía.

Sensor de infrarrojos: consiste en un dispositivo optoelectrónico que se encarga de medir y detectar la radiación infrarroja electromagnética. La incorporación de este dispositivo se utiliza para detectar la presencia de usuario cercano, la cual activará la iluminaria para de esta forma conservar energía.

Controlador MPPT inteligente: dispositivo utilizado para obtener la máxima potencia de los paneles solares, generalmente se usan en instalaciones con paneles de 24 V con 60 celuladas de potencia 230 W o superior.

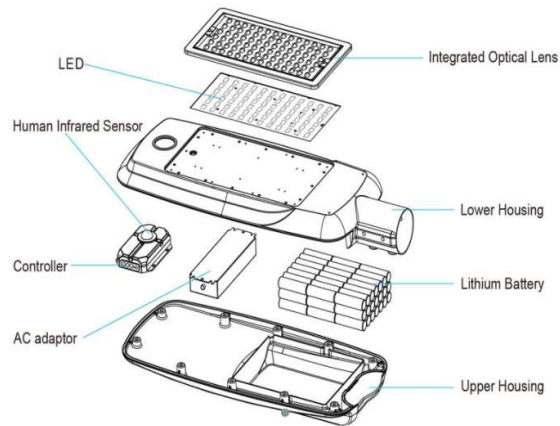


Figura 8 estructura de iluminación LED de calle solar [4]

Fuente: (SIVASA, 2014)

Adicionalmente se menciona que los postes de iluminación considerados en este proyecto poseen una altura de cinco metros con un saliente del brazo de luz de 0,5 metros. Estos tendrán una capacidad de trabajo anual de 4.000 horas a 29,5 W.

2.12. Regulación Nro. ARCONEL 006/18

2.12.1. Clases de alumbrado por vías en tráfico motorizado

Las clases de alumbrado están clasificadas de M1 a M5, su tipificación está dada por su descripción de la vía.

Descripción de la vía	Tipo de iluminación
Vías de alta velocidad, con pistas separadas libres de intersecciones al mismo nivel y con accesos completamente controlados, autopistas, autovías. Con densidad de tráfico y complejidad de circulación (Nota ²):	
Alta (más de 1000 vehículos/hora)	M1
Media (entre 500 y 1000 vehículos/hora)	M2
Baja (entre 150 y menos de 500 vehículos/hora)	M3
Vías de alta velocidad, vías con doble sentido de circulación. Con control de tráfico (Nota ³) y separación (Nota ⁴) de diferentes usuarios de la vía (Nota ⁵):	
Pobre	M1
Bueno	M2
Vías urbanas de tráfico importante, carreteras radiales. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía:	
Pobre	M2
Bueno	M3
Vías secundarias de conexión, carreteras distribuidoras locales, vías de acceso principales residenciales, carreteras que proporcionan acceso a propiedades y conducen a conexiones de carreteras. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía:	
Pobre	M4
Bueno	M5

Figura 9 Clase de alumbrado para vías públicas

Fuente: Regulación Nro. ARCONEL 006/18

Los parámetros fotométricos de M1 a M5 se determinarán en las siguientes tablas. A cada clase de iluminación se le dispone de requisitos fotométricos y según el criterio adecuado.

Clase de Iluminación	Campo de Aplicación				
	Todas las Vías			Vías sin o con poca intersecciones	Vías con aceras no iluminadas para clases P1 a P4 (ver Tabla 6)
	Luminancia promedio L_{prom} (cd/m^2) Mínimo mantenido	Factor de uniformidad U_0 Mínimo	TI% Máxima inicial	Factor de uniformidad longitudinal de luminancia U_L Mínimo	Relación de entorno SR Mínima
M1	2,0	0,4	10	0,7	0,5
M2	1,5	0,4	10	0,7	0,5
M3	1,0	0,4	10	0,7	0,5
M4	0,8	0,4	10	NR	NR
M5	0,6	0,4	10	NR	NR

Figura 10 Luminancia de calzada

Fuente: Regulación Nro. ARCONEL 006/18

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

Figura 11 Características de la superficie

Fuente: Regulación Nro. ARCONEL 006/18

2.12.2. Clases de alumbrado por vías en tráfico peatonal y ciclista

Las clases de alumbrado están clasificadas de P1 a P6, su tipificación está dada por su descripción de la vía.

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

Figura 12 Descripción del uso de la calzada

Fuente: Regulación Nro. ARCONEL 006/18

Los parámetros fotométricos de P1 a P6 se determinarán en la siguiente tabla. A cada clase de iluminación se le dispone de requisitos fotométricos y según el criterio adecuado.

Clase de Iluminación	Iluminación (lx)	
	Valor promedio(*)	Valor mínimo(*)
P1	20	7,5
P2	10	3,0
P3	7,5	1,5
P4	5,0	1,0
P5	3,0	0,6
P6	1,5	0,2

Figura 13 Valores de iluminación para tráfico peatonal

Fuente: Regulación Nro. ARCONEL 006/18

CAPITULO III

3.1. Simulación De Alumbrado Público Con El Software Dialux Evo

Para esta simulación se seleccionó un entorno de carretera mediante la opción “ILUMINACION DE CARRETERAS”.

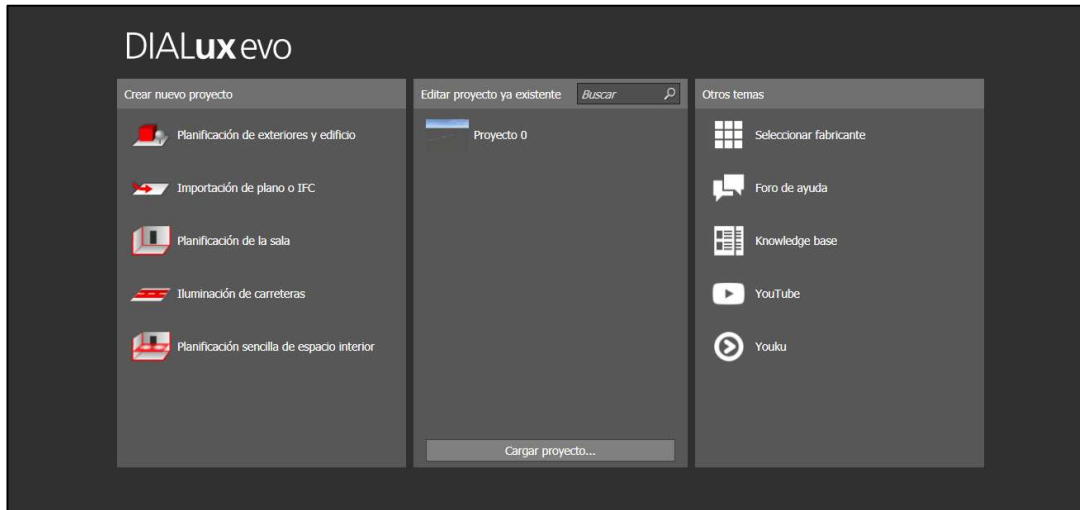


Figura 14 Captura de pantalla Software DIALux evo

Fuente: Software DIALux evo

Posteriormente se seleccionan las características o perfil de la vía pública para la simulación. La cual en el caso de este estudio comprende elementos como calzada, acera entre otros.

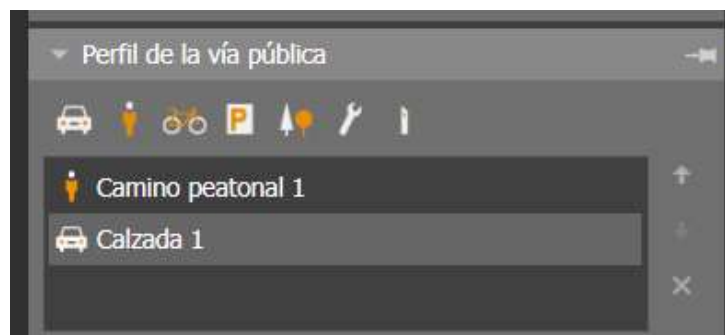


Figura 15 Perfil de la vía pública

Fuente: Software DIALux evo

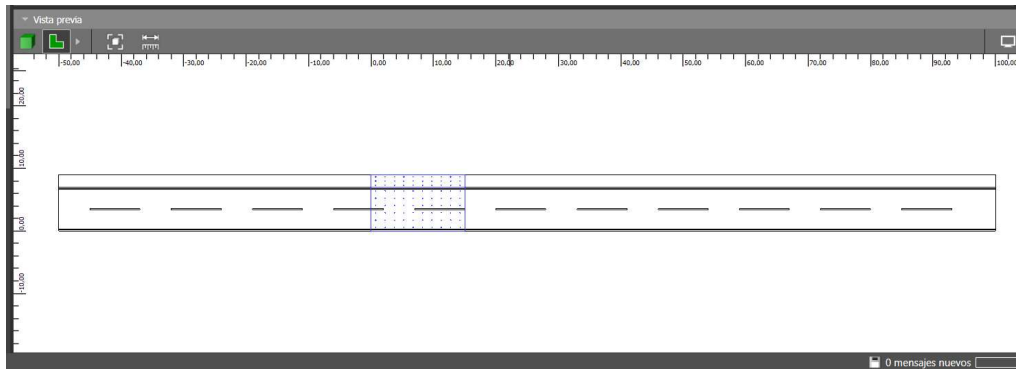


Figura 16 Elementos del perfil de la vía

Fuente: Software DIALux evo

Se editaron también factores como las dimensiones de la calzada y el tipo de iluminación con el objetivo de tener los resultados más precisos posibles.

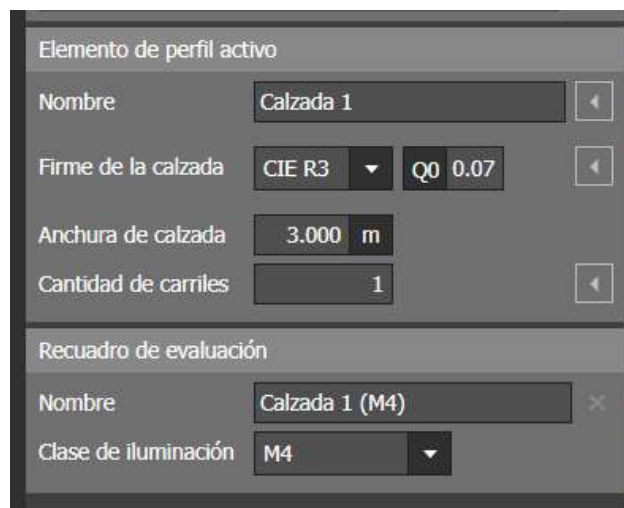


Figura 17 Edición de perfil de la vía

Fuente: Software DIALux evo

De acuerdo con la Regulación Nro. ARCONEL 006/18 emitido por El Directorio de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad se establece el tipo de iluminación requerida para cada tipo de vía. (figura 10).

Así mismo se establece la definición de las características de la superficie, la cual será introducida en los datos del software de simulación (figura 12).

Se realizó la simulación para el paso peatonal.

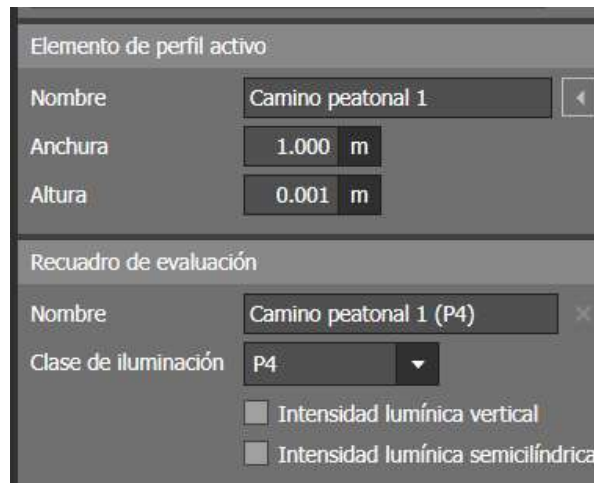


Figura 18 Perfil de paso peatonal

Fuente: Software DIALux evo

En la misma resolución mencionada anteriormente se indica el tipo de iluminación par las calzadas y pasos peatonales (figura 13).

En 'selección de luminarias' del programa de simulación descargamos catálogos de marcas de iluminación, se escoge la iluminaria y se lo importa.

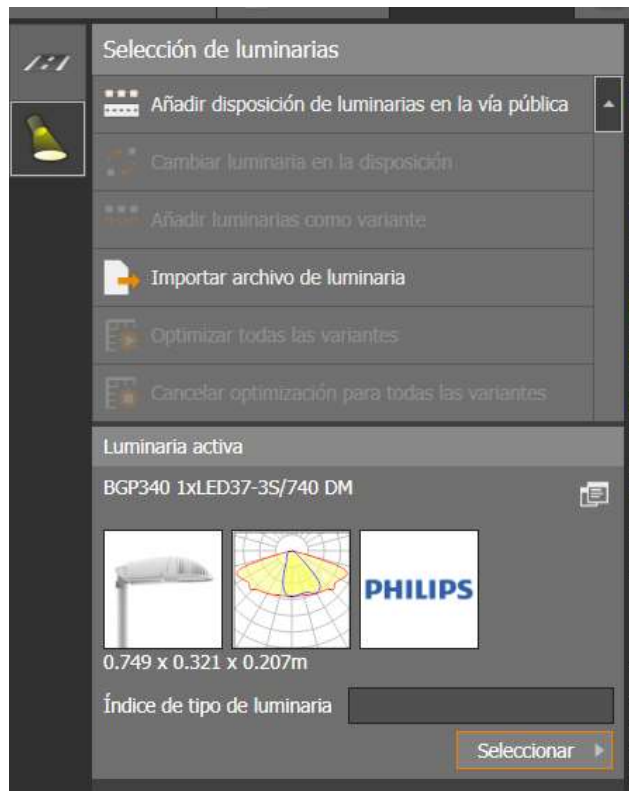


Figura 19 selección de iluminarias

Fuente: Software DIALux evo

En 'selección de luminarias' descargamos catálogos de marcas de iluminación, se escoge la iluminaria y se lo importa.

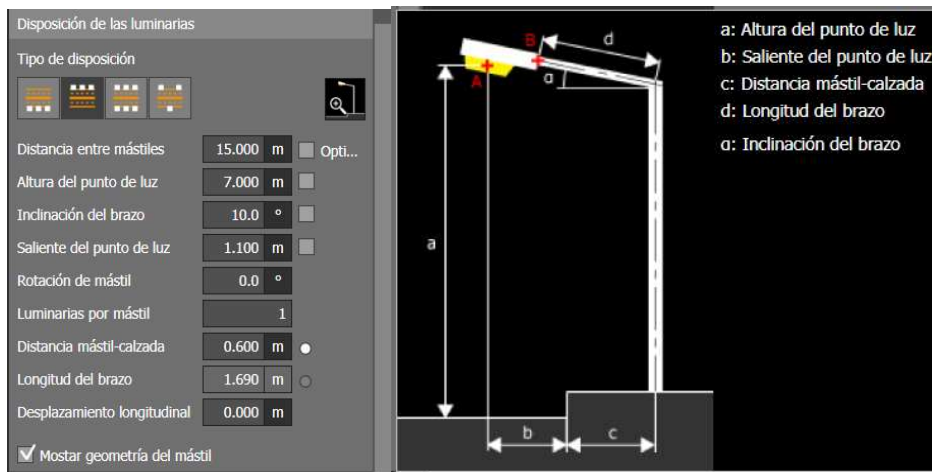


Figura 20 Disposición de las iluminarias

Fuente: Software DIALux evo

Luego de escoger la luminaria se le da medidas al poste de alumbrado público.



Figura 21 Vista lateral derecho

Fuente: Autores

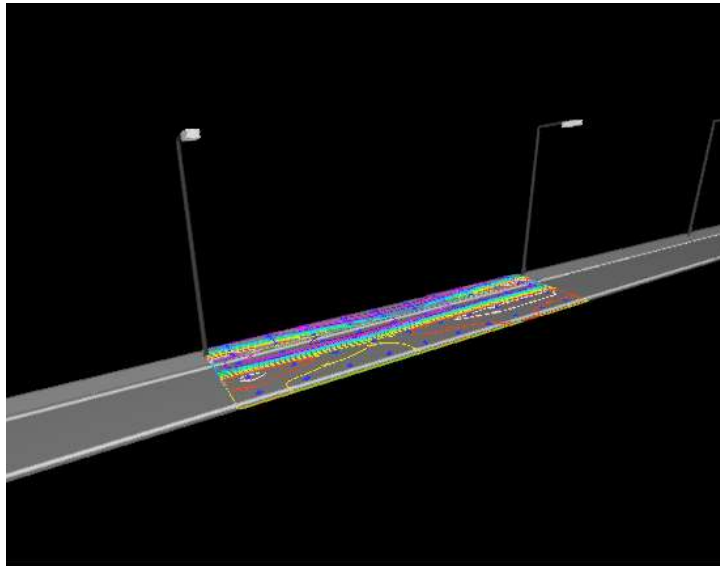


Figura 22 Vista en 3d

Fuente: Autores

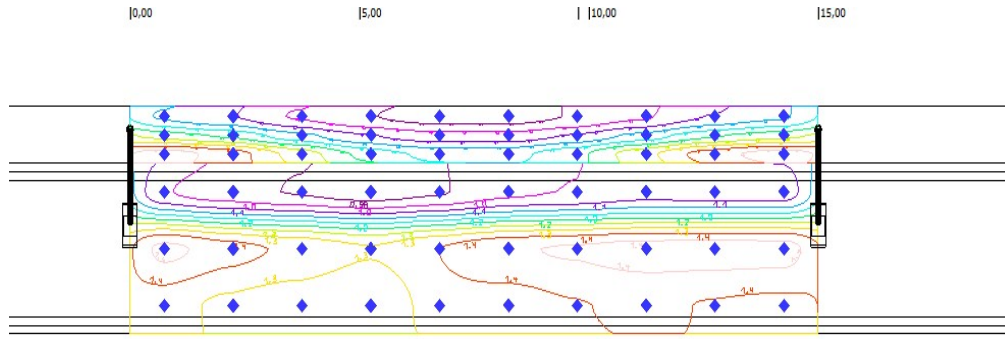


Figura 23 Vista de planta

Fuente: Autores

Le damos valor a factor de degradacion (factor de mantenimiento) y luego seleccionamos en optimizacion y automaticamente calcula todos los parámetros que necesitamos saber.

Nombre	Via sencilla
Optimización	<input type="checkbox"/> Resultados: 1
Factor de degradación	0.900

Figura 24 Factor de degradación

Fuente: Software DIALux evo

Observamos que la luminancia de calzada y los luxes en tráfico peatonal tienen resultados favorables de acuerdo con la agencia de regulación y control de electricidad (figura 11, 14).

Recuadro de evaluación (M4) ▾		Calzada 1 (M4)			
Lm	[cd/m ²]	✓ ≥	0.80	1.27	✓
Uo		✓ ≥	0.40	0.75	✓
Ul		✓ ≥	0.60	0.92	✓
TI		✓ ≤	10	6	✓
EIR		✓ ≥	0.30	0.97	✓
Recuadro de evaluación (P4) ▾		Camino peatonal 1 (P4)			
Em	[lx]	✓ ≥	5.00 ≤ 7.50	7.10	✓
Emin	[lx]	✓ ≥	1.00	3.72	✓

Figura 25 Resultados

Fuente: Software DIALux evo

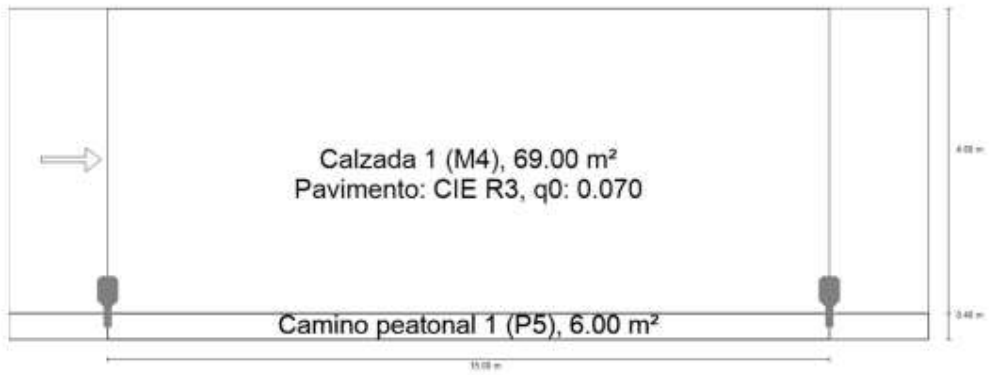
3.2. Informe de alumbrado público con el software DIALux evo en el recinto Masa 2

RECIENTO MASA 2

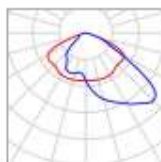
DIALux

Calle 1 - Alternativa 1

Resumen (hacia EN 13201:2015)



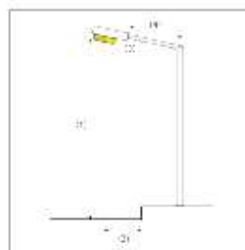
Calle 1 · Alternativa 1

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Fabricante	PHILIPS	P	29.5 W
Nº de artículo		$\Phi_{\text{Lámpara}}$	4440 lm
Nombre del artículo	BGP381 1xGRN45/740 DK	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	4081 lm
Lámpara	1x GRN45/740/-	η	91.92 %

BGP381 1xGRN45/740 DK (unilateral abajo)

Distancia entre mástiles	15.000 m
(1) Altura de punto de luz	5.000 m
(2) Saliente del punto de luz	0,300 m
(3) Inclinación del brazo	0,2°
(4) Longitud del brazo	0.500 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 29.5 W
Consumo	1976.5 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad luminica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 70°: 277 cd/klm ≥ 80°: 17.0 cd/klm ≥ 90°: 0.00 cd/klm
Clase de potencia luminica Los valores de intensidad luminica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia luminica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	G*6
Clase de índice de deslumbramiento	D.5



Calle 1 - Alternativa 1

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Calzada 1 (M4)	$L_m^{(2)}$	1.14 cd/m ²	≥ 0.80 cd/m ²	✓
	U_a	0.70	≥ 0.40	✓
	U_l	0.69	≥ 0.60	✓
	$Tl^{(2)}$	4 %	≤ 10 %	✓
	R_{ed}	0.53	≥ 0.30	✓
Camino peatonal 1 (P5)	E_m	14.26 lx	[3.00 - 4.50] lx	✗
	E_{min}	8.04 lx	≥ 0.60 lx	✓

(2) Valor nominal modificado por el proyectista, difiere de la norma

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.80.

Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo
Calle 1	D_p	0.018 W/lx·m ²	-
BGP381 1xGRN45/740 DK (unilateral abajo)	D_p	1.6 kWh/m ² año	118.0 kWh/año

3.3.Cálculo para un poste de alumbrado público

3.3.1. Factor de utilización

$$\eta = \frac{\phi_{\acute{u}til}}{\phi_L}$$

Donde:

η =factor de utilización.

$\phi_{\acute{u}til}$ =flujo luminoso útil de la luminaria(lm).

ϕ_L =flujo luminoso de la lámpara (lm).

Entonces:

$$\eta = \frac{4081 \text{ lm}}{4440 \text{ lm}} = 0,9191 \equiv 91,91\%$$

3.3.2. Intensidad luminosa máxima

$$I_L = \phi_L * \frac{cd}{Klm}$$

Donde:

I_L =intensidad luminosa máxima (cd).

ϕ_L =flujo Luminoso (lm).

$\frac{cd}{lm}$ =candela sobre kilolúmenes con respecto al ángulo de inclinación.

Entonces:

$$I_L = 4081 \text{ lm} * \frac{277 \text{ cd}}{1000 \text{ lm}} = 1.130,437 \text{ cd}$$

3.3.3. Iluminancia media a la superficie

$$E_m = \frac{I}{h^2} = \text{lux}$$

Donde:

E_m = iluminancia media (lux).

I = intensidad luminosa máxima (cd).

h = altura entre la lámpara y la superficie (m).

Entonces:

$$E_m = \frac{1.130,43 \text{ cd}}{5^2} = 45,21 \text{ lux}$$

3.3.4. Iluminancia media

$$E_m = \frac{\eta * f_m * \phi_L}{A * d}$$

Donde:

E_m = iluminancia media (lx).

η = factor de utilización.

f_m = factor de mantenimiento.

ϕ_L = flujo luminoso (lm).

A = ancho de la calzada (m).

d = distancia entre luminaria (m).

3.3.5. Distancia entre luminaria

$$d = \frac{\eta * f_m * \phi_L}{A * E_m} = \frac{0,9192 * 0,8 * 4081 \text{ lm}}{5 \text{ m} * 45.21 \text{ lux}} = 13,27 \approx 14\text{m}$$

La distancia entre luminaria será de 14m.

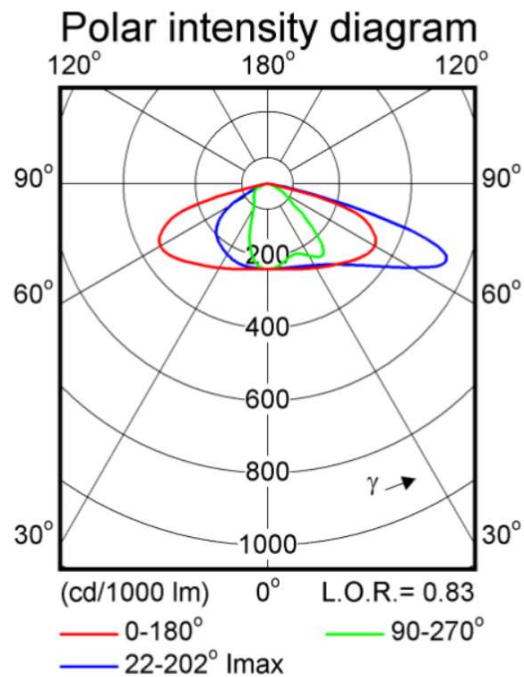


Figura 26 Diagrama de intensidad

Fuente: Catálogo Philips

Relative isolux diagram

Horizontal Illuminance $\leq 0^\circ$

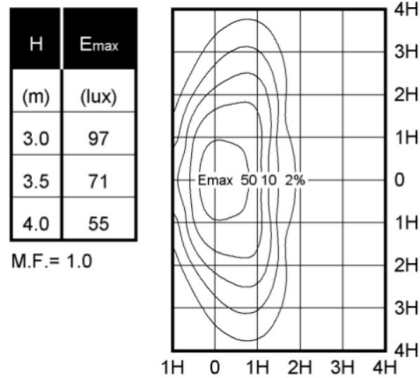


Figura 27 Diagrama Isolux

Fuente: Catálogo Philips

3.2.6. Disposición de las luminarias

$$DL = \frac{\text{ancho de calzada}}{\text{altura de luminaria}}$$

$$DL = \frac{4,6}{5} = 0,92$$

Disposición **unilateral**.

3.2.7. Iluminancia media en la calzada puesta en marcha y una vez se produce la depreciación

Factor de mantenimiento puesta en marcha el valor es 1.

$$E_m = \frac{\eta * f_m * \phi_L}{A * d} = \frac{0,9192 * 1 * 4081 \text{ lm}}{4,6 \text{ m} * 14\text{m}} = 58,24 \text{ lux}$$

Luego de algún tiempo el flujo luminoso descenderá por la suciedad y la depreciación de esta, por lo tanto, el factor de mantenimiento será 0,7.

$$E_m = \frac{\eta * f_m * \phi_L}{A * d} = \frac{0,9192 * 0.7 * 4081 \text{ lm}}{4.6 \text{ m} * 14 \text{ m}} = 40,77 \text{ lux}$$

3.4. Cálculo de un sistema fotovoltaico autónomo

Para realizar dicho cálculo en primera instancia es necesario conocer los datos meteorológicos de la localidad de estudio. Siendo así, se calculó las Horas sol pico (HSP) durante los 12 meses del año teniendo los siguientes resultados. Para este caso escogemos Julio= 3,88 HSP.

	IRRADIACIÓN HORIZONTAL GLOBAL kWh/m² / día
ENERO	4,49
FEBRERO	5,02
MARZO	5,39
ABRIL	5,06
MAYO	4,77
JUNIO	4,31
JULIO	3,88
AGOSTO	4,34
SEPTIEMBRE	5,02
OCTUBRE	4,94
NOVIEMBRE	4,6
DICIEMBRE	4,75

Tabla 1 Datos meteorológicos recinto La Masa 2

Fuente: Meteonorm

Posteriormente se procedió a calcular el consumo respectivo en base a la potencia y horas de funcionamiento al día

3.3.1. Tabla de consumo

UNIDAD	CARGA	POTENCIA (W)	HORAS FUNCIONAMIENTO AL DIA (H)	TOTAL, ENERGÍA NECESARIA (Wh)
17	Lámpara led	29.5	5	2.507,5
TOTAL				2.507,5Wh/día

Tabla 2 Consumo

Fuente: Autores

3.4. Rendimiento (N)

Para el cálculo del rendimiento (n) se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

Batería= 0,95, Inversor= 0,90, Conductores= 1

3.4.1. Consumo medio diario

El consumo medio diario se fundamenta en la siguiente expresión:

$$L_{md} = \frac{L_{md,DC} + \frac{L_{md,AC}}{\eta_{inv}}}{\eta_{bat} * \eta_{con}} = Wh/día$$

Donde:

L_{md} = consumo medio.

$L_{md,DC}$ = consumo medio en cargas continuas.

$L_{md,AC}$ = consumo medio en cargas alternos.

η_{bat} = rendimiento de batería.

η_{con} = rendimiento de conductor.

η_{inv} = rendimiento del inversor.

Entonces:

$$L_{md} = \frac{2.507,5 + \frac{0}{0,90}}{0,95 * 1} = 2.932,74 Wh/día$$

3.4.2. Consumo de energía medio

Por otra parte, el consumo de energía medio se calcula con la expresión:

$$Q_{Ah} = \frac{L_{md}}{V_{BAT}} = Ah/día$$

Donde:

Q_{Ah} = consumo energía medio.

L_{md} = consumo medio.

V_{bat} = voltaje de batería.

Entonces:

$$Q_{Ah} = \frac{2.932,74 Wh/día}{12 V} = 244,39 Ah/día$$

3.4.3. Número total de paneles necesarios

Para determinar la cantidad de paneles necesarios para suplir la demanda de consumo se recurre a la ecuación:

$$N_T = \frac{L_{md}}{P_{MPP} * HSP * PR}$$

Donde:

N_T = número total de paneles.

L_{md} = consumo medio.

P_{MPP} = potencia del módulo.

HSP = horas sol pico crítico.

PR = factor del funcionamiento varía entre 0.65 y 0.90.

Entonces:

$$N_T = \frac{2.932,74}{365 * 3,88 * 0,9} = 2,30 \equiv 3$$

En este caso utilizaremos 3 paneles.

3.4.4. Conexión de paneles en serie

$$N_{serie} = \frac{V_{bat}}{V_{max,MPP}}$$

N_{serie} = número de paneles totales en serie.

V_{bat} = voltaje de batería.

$V_{max,MPP}$ = voltaje máximo del módulo.

Entonces:

$$N_{serie} = \frac{12 V}{39,46V} = 0,30 \equiv 1$$

3.4.5. Conexión de paneles en paralelo

$$N_{paralelo} = \frac{N_T}{N_{serie}}$$

$N_{pararelo}$ = número de paneles totales en paralelo.

N_T = número total de paneles.

N_{serie} = número de paneles totales en serie.

Entonces:

$$N_{pararelo} = \frac{3}{1} = 3$$

Se conectarán los 3 paneles en paralelo.

3.4.6. Corriente de campo de captación fotovoltaico (Total de paneles)

$$I_{GFV,MPP} = \frac{Q_{Ah}}{HSP} = A$$

$I_{GFV,MPP}$ = corriente de campo de captación fotovoltaica.

Q_{Ah} = consumo de energía medio.

HSP = horas sol pico.

Entonces:

$$I_{GFV,MPP} = \frac{244,39Ah/día}{3,88} = 62,98 A$$

3.4.7. Cálculo de las baterías

$$C_{ne}(Wh) = \frac{L_{md} * N}{P_{D max,e} * F_{CT}} = Wh$$

Donde:

C_{ne} = capacidad nominal de la batería en función de la descarga estacional (Wh).

$P_{Dmax,e}$ = profundidad de descarga entre 0,6 y 0,7.

L_{md} = consumo medio.

F_{CT} = factor de corrección de temperatura = 1.

N = número de días de autonomía.

Obteniendo un resultado de:

$$C_{ne}(Wh) = \frac{2.932,74 * 5}{0,7 * 1} = 20.948,14 Wh$$

Calculamos la capacidad en Ah

$$C_{ne}(Ah) = \frac{C_{ne}(Wh)}{V_{bat}}$$

Donde:

C_{ne} = capacidad nominal de la batería de descarga estacional (Ah).

C_{ne} = capacidad nominal de la batería de descarga estacional (Wh).

V_{bat} = voltaje de batería.

Entonces:

$$C_{ne}(Ah) = \frac{20.948,14 Wh}{12 V} = 1.745,67 Ah$$

Como resultado necesitaremos 12 baterías C150 de capacidad.

3.4.8. Cálculo de regulador de carga

$$I_{entrada} = 1.25 * I_{MOD,SC} * N_T = A$$

$I_{entrada}$ = corriente de entrada del regulador.

1.25 = factor de seguridad.

$I_{MOD,SC}$ = corriente de cortocircuito del panel.

N_T = número total de paneles.

Entonces:

$$I_{entrada} = 1,25 * 9,62 * 3 = 36,07A$$

Necesitaremos un controlador de 40 A, 12-24V.

3.5. Simulación de un sistema fotovoltaico mediante el software pvsyst 7.1

En MAPA INTERACTIVO colocar la ubicación geográfica (lat-long) del sitio donde se va a realizar el sistema fotovoltaico.

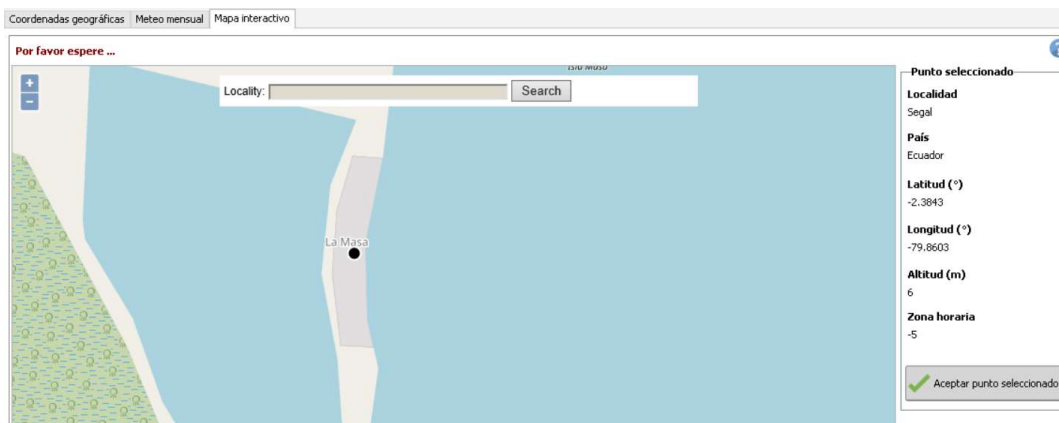


Figura 28 Mapa interactivo

Fuente: PVsyst 7.1

En el METEO MENSUAL muestra datos de irradiación horizontal global de cada mes, tener en cuenta que se va a utilizar en $kWh/m^2/día$.

Irradiación horizontal global	
$kWh/m^2/día$	
Enero	4.49
Febrero	5.02
Marzo	5.39
Abril	5.07
Mayo	4.77
Junio	4.31
Julio	3.88
Agosto	4.34
Septiembre	5.03
Octubre	4.94
Noviembre	4.60
Diciembre	4.75
Año	4.71

Figura 29 Irradiación horizontal global

Fuente: PVsyst 7.1

En ORIENTACIÓN indicamos a que ángulo estará puesta la luminaria

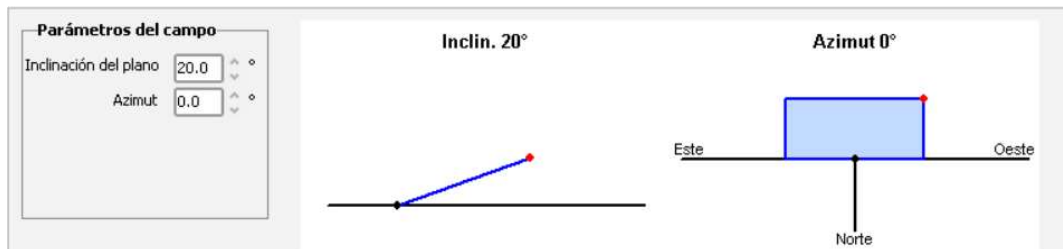


Figura 30 Ángulo de iluminaria

Fuente: PVsyst 7.1

En NECESIDADES USUARIO agregamos los consumos diarios requeridos para el sistema fotovoltaico e indicando la distribución por hora.

Consumo
Distribución por hora

Consumos diarios

Número	Aparato	Potencia	Uso diario	Distrib. por hora	Daily energy
17	Lámparas (LED o fluo)	30 W/lámpara	5.0 h/día	OK	2508 Wh
0	TV / PC / móvil	0 W/apar.	0.0 h/día		0 Wh
0	Electrodomésticos	0 W/apar.	0.0 h/día		0 Wh
0	Nevera / congelación profunda	0.00 kWh/día	24.0		0 Wh
0	Lavaplatos y lavadora	0.0 W prom.	2.0 h/día		0 Wh
0	Otros usos	0 W/apar.	0.0 h/día		0 Wh
0	Otros usos	0 W/apar.	0.0 h/día		0 Wh
Consumidores en espera		0 W tot	24 h/día		0 Wh
Energía diaria total					2508 Wh/día
Energía mensual					75.2 kWh/mes

Definición de consumo por

Años

Estaciones

Meses

Fin de semana o uso semanal

Usar solo durante

días en una semana

Figura 31 Consumo de energía

Fuente: Autores

En SISTEMA se elige el módulo FV y el controlador que se requieran a utilizar.

Almacenamiento **Conjunto FV** Respaldo Esquema Simplificado

Nombre y orientación del subconjunto
 Nombre:
 Oriente: **Plano inclinado fijo** Inclinación: **20°** Azimut: **0°**

Ayuda de pre-dimensionamiento
 Sin dimensionar Ingrese potencia planeada: kWp
 Redimens. ... o área disponible: m²

Seleccione el módulo FV
 Todos los módulos:
 Ordenar módulos: Potencia Tecnología
 Voltajes de dimensionamiento: V_{mpp} (60°C) **29.7 V** Voc (-10°C) **44.3 V**

Seleccione el modo de control y el controlador
 Controlador universal Todos los fabricantes Convertidor de potencia MPPT
 Modo operativo:
 Acoplamiento directo Convertidor MPPT Convertidor CC-CC
 MPPT 650 W 12 V 45 A 45 A SmartSolar MPPT 150/45 12V
 Corriente máx. de carga-descarga
 Número controladores: Voltaje de operación MPP: **17-145 V** Potencia controlador: **650 W**
 Voltaje máximo de entrada: **150 V** Batería asociada: **12 V**

Diseño del conjunto FV
 Número de módulos y cadenas Condiciones de operación:
 Mód. en serie: debe ser/estar: entre 1 y 3 V_{mpp} (60°C): 59 V
 Núm. de cadena: entre 1 y 2 V_{mpp} (20°C): 69 V
 Irradia. plano: **1000 W/m²** Voc (-10°C): 89 V
 Potencia de funcionamiento máx. (en 1000 W/m² y 50°C): **0.9 kW**
 Pérdida sobrecarga: **0.0%** Impp (STC): 12.9 A
 Proporción P_{nom}: **1.12** I_{sc} (STC): 11.4 A
 Núm. de módulos: **2** Área: **4 m²** I_{sc} (en STC): 11.3 A
Potencia nom. conjunto (STC) 730 Wp

Figura 32 Conjunto FV

Fuente: Autores

En ALMACENAMIENTO se elige la batería a utilizar para el sistema FV.

Ordenar baterías por: voltaje capacidad fabricante

Todos los fabricantes:

Plomo-ácido

baterías en serie Número de baterías: **12**
 baterías en paralelo Número de elementos: **72**

% Estado inicial de desgaste (núm. de ciclos) Energía total almacenada durante la vida útil de la batería: **19764 kWh**
 % Estado inicial de desgaste (estático)

Voltaje del paquete de baterías: **12 V**
 Capacidad global: **1800 Ah**
 Energía almacenada (80% DOD): **17.3 kWh**
 Peso total: **624 kg**
 Núm. de ciclos a 80% DOD: **1000**

Figura 33 Almacenamiento

Fuente: Autores

3.6. Informe del sistema fotovoltaico con el software pvsyst 7.1 del recinto La Masa 2

PVSYST 7.0.15

17/11/20

Página 1/6

Sistema independiente: Parámetros de simulación

Proyecto : **COMUNIDAD MASA 2**

Sitio geográfico	COMUNIDAD MASA 2	País	Ecuador	
Situación	Latitud	-2.38° S	Longitud	-79.86° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Zona horaria UT-5	Altitud	6 m
	Albedo	0.20		
Datos meteo:	COMUNIDAD MASA 2	Meteonorm 7.3, Sat=100% - Sintético		

Variante de simulación : **Nueva variante de simulación**

Fecha de simulación 17/11/20 16h51

Parámetros de simulación	Tipo de sistema	Sistema independiente con baterías		
Orientación plano de colector	Inclinación	15°	Azimut	0°
Modelos usados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm separado
			Circunsolar	
Necesidades del usuario	Consumidores domésticos diarios promedio	Constante durante el año 1.7 kWh/Día		

Características del conjunto FV

Módulo FV	Si-mono	Modelo	AXIblackpremium XL HC AC-360MH/120S		
Base de datos Pvsyst original		Fabricante	Generic		
Número de módulos FV		En series	1 módulos	En paralelo	2 cadenas
Número total de módulos FV		núm. de módulos	2	Unidad Nom. Potencia	360 Wp
Potencia global del conjunto		Nominal (STC)	720 Wp	En cond. de funcionam.	656 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)		U mpp	31 V	I mpp	21 A
Área total		Área del módulo	3.7 m²	Área celular	3.3 m²

Parámetro del sistema Tipo de sistema **Sistema independiente**

Batería	Modelo	MPG 12V 150 F			
	Fabricante	Narada			
Características del paquete de baterías	Núm. de unidades	8 en paralelo		Capacidad nominal	1200 Ah
	Voltaje	12 V		Energía almacenada	11.9 kWh
	Descarga mín. SOC	20.0%			
	Temperatura	Fijo (20°C)			
Controlador	Modelo	Universal controller with DCDC converter			
	Tecnología	DC-DC converter		Coef. temp.	-5.0 mV°C/Elem..
Convertidor	Eficiencias máxi y EURO	97.0 / 95.0%		Voltaje de entrada CC	0.0V
Control de gestión de la batería	Comandos de umbral como Cargando	Cálculo SOC SOC = 0.90 / 0.75		aprox. 13.3 / 12.7 V	
	Descarga	SOC = 0.20 / 0.45		aprox. 11.8 / 12.3 V	

Factores de pérdida del conjunto FV

Factor de pérdida térmica	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el cableado	Res. conjunto global	24 m·	Fracción de pérdida	1.5 % en STC
Pérdida diodos serie	Caída de voltaje	0.7 V	Fracción de pérdida	2.1 % en STC
Pérdida de calidad módulo			Fracción de pérdida	-0.3 %
Pérdidas de desajuste de módulo			Fracción de pérdida	2.5 % (voltaje fijo)
Pérdidas de desajuste de cadenas			Fracción de pérdida	0.10 %

Sistema independiente: Parámetros de simulación

Efecto de incidencia (IAM): Vidrio liso Fresnel, n = 1.526

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.998	0.981	0.948	0.862	0.776	0.636	0.403	0.000

Sistema independiente: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : COMUNIDAD MASA 2

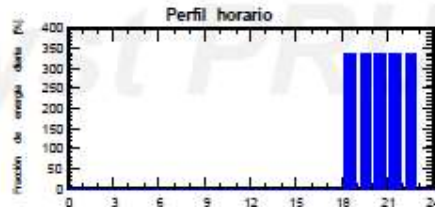
Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Principales parámetros del sistema	Tipo de sistema	Sistema independiente con baterías	
Orientación campo FV	inclinación	15°	azimut 0°
Módulos FV		AXIblackpremium XL HC AC-360MH/120S	Pnom 360 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	2	Pnom total 720 Wp
Batería	Modelo	MPG 12V 150 F	Tecnología Plomo-ácido, sellado, Gel
Paquete de baterías	Núm. de unidades	8	Voltaje / Capacidad 12 V / 1200 Ah
Necesidades del usuario	Consumidores domésticos diarios	Constante durante el año	Global 621 kWh/año

Consumidores domésticos diarios, Constante durante el año, promedio = 1.7 kWh/día

Valores anuales

	Número	Potencia	Uso	Energía
Lámparas (LED o fluo)	17	20W/lámpara	5H/día	1700Wh/día
Energía diaria total				1700Wh/día



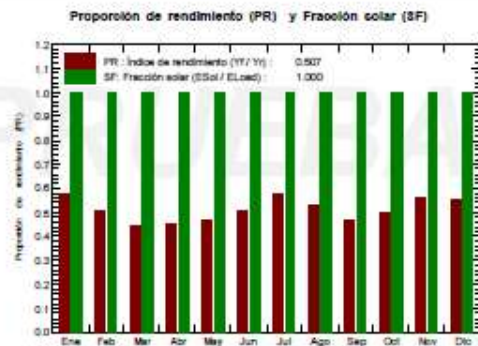
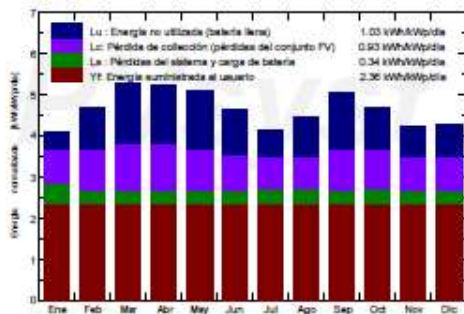
Sistema independiente: Resultados principales

Proyecto : **COMUNIDAD MASA 2**
 Variante de simulación : **Nueva variante de simulación**

Principales parámetros del sistema		Sistema independiente con baterías	
Orientación campo FV	Tipo de sistema	inclinación	15°
Módulos FV	AXIblackpremium XL HC AC-360MH/120S	Pnom	360 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	Pnom total	720 Wp
Batería	Modelo	MPG 12V 150 F	Tecnología
Paquete de baterías	Núm. de unidades	8	Plomo-ácido, sellado, Gel
Necesidades del usuario	Consumidores domésticos diarios	Constante durante el año	Global
			12 V / 1200 Ah
			621 kWh/año

Resultados principales de simulación			
Producción del sistema	Energía disponible	946.5 kWh/año	Prod. específica
	Energía usada	620.5 kWh/año	1315 kWh/kWp/año
	Proporción de rendimiento (PR)	50.74 %	Exceso (sin usar)
Pérdida de carga	Fración de tiempo	0.0 %	269.5 kWh/año
Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste) SOW	95.7%		Fración solar (SF)
			100.00 %
			Energía faltante
			0.0 kWh/año
			SOW estático
			91.7%

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 720 Wp



Nueva variante de simulación Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac proporción
Enero	139.1	121.6	70.28	9.05	0.000	52.70	52.70	1.000
Febrero	140.7	126.7	72.73	21.07	0.000	47.60	47.60	1.000
Marzo	167.2	158.8	90.50	33.40	0.000	52.70	52.70	1.000
Abril	152.0	152.3	85.84	30.46	0.000	51.00	51.00	1.000
Mayo	147.8	154.4	88.46	31.35	0.000	52.70	52.70	1.000
Junio	129.3	136.0	79.15	23.72	0.000	51.00	51.00	1.000
Julio	120.2	124.2	72.00	14.72	0.000	52.70	52.70	1.000
Agosto	134.5	134.3	78.91	21.41	0.000	52.70	52.70	1.000
Septiembre	150.8	146.7	84.26	29.38	0.000	51.00	51.00	1.000
Octubre	153.0	140.7	80.87	23.22	0.000	52.70	52.70	1.000
Noviembre	138.1	121.4	70.14	15.33	0.000	51.00	51.00	1.000
Diciembre	147.2	126.6	73.35	16.37	0.000	52.70	52.70	1.000
Año	1720.0	1643.5	946.49	269.47	0.000	620.50	620.50	1.000

Legendas: GlobHor Irradiación horizontal global E_Miss Energía faltante
 GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados E_User Energía suministrada al usuario
 E_Avail Energía solar disponible E_Load Necesidad energética del usuario (Carga)
 EUnused Energía no utilizada (batería llena) SolFrac Fracción solar (EUtilizada / ECarga)

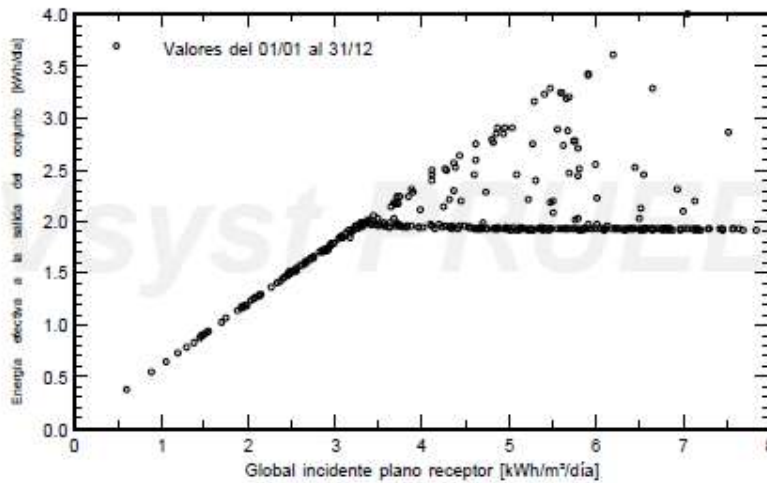
Sistema independiente: Gráficos especiales

Proyecto : COMUNIDAD MASA 2

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Principales parámetros del sistema	Tipo de sistema	Sistema independiente con baterías	
Orientación campo FV	inclinación	15°	azimut 0°
Módulos FV	AXIblackpremium XL HC AC-360MH/120S	Pnom	360 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	2	Pnom total 720 Wp
Batería	Modelo	MPG 12V 150 F	Tecnología Plomo-ácido, sellado, Gel
Paquete de baterías	Núm. de unidades	8	Voltaje / Capacidad 12 V / 1200 Ah
Necesidades del usuario	Consumidores domésticos diarios	Constante durante el año	Global 621 kWh/año

Diagrama entrada/salida diaria

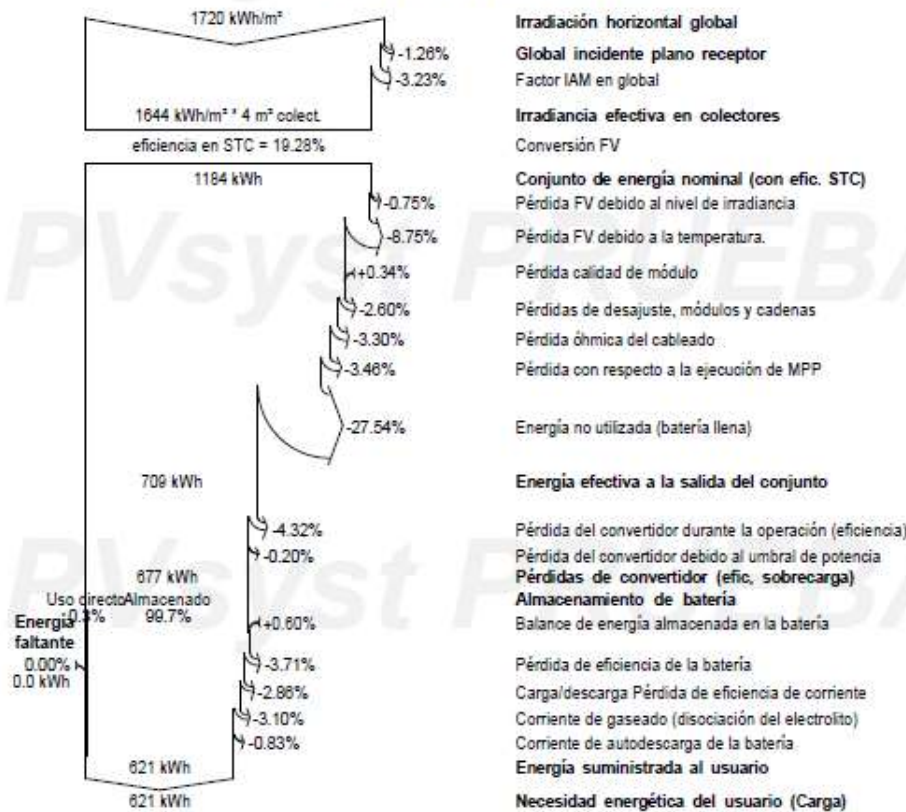


Sistema independiente: Diagrama de pérdida

Proyecto : **COMUNIDAD MASA 2**
 Variante de simulación : **Nueva variante de simulación**

Principales parámetros del sistema		Tipo de sistema		Sistema independiente con baterías	
Orientación campo FV		inclinación	15°	azimut	0°
Módulos FV		AXIblackpremium XL HC AC-360MH/120S	Pnom	360 Wp	
Conjunto FV		Núm. de módulos	2	Pnom total	720 Wp
Batería		Modelo	MPG 12V 150 F	Tecnología	Plomo-ácido, sellado, Gel
Paquete de baterías		Núm. de unidades	8	Voltaje / Capacidad	12 V / 1200 Ah
Necesidades del usuario	Consumidores domésticos diarios	Constante durante el año	Global		821 kWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



CAPITULO IV

4.1. Implementación del poste de alumbrado público con su sistema fotovoltaico

La base consta de una platina de 30 x 30 cm de 6 mm de espesor, la cual tiene 4 varillas de acero inoxidable de 3/4, las cuales están a una distancia de 60 cm de altura tipo cónica, unidas por varitas de acero inoxidable de 3/4 en cruz. Se encuentra centrada mediante 4 agujeros de 2" 1/2 x 3/4.

En cada base se utilizó 4 pernos tipo rosca de acero inoxidable en medidas 2" x 3/4 con sus respectivos anillos planos, anillos de presión y tuerca de seguridad.



Figura 34 Base Metálico

Fuente: Autores

4.2. Cuerpo

El cuerpo está constituido por un tubo metálico negro de 4 mm de espesor, 4 pulgadas de diámetro en el cual tiene una altura de 5 m y se encuentra revestido de una pintura antióxido.

Está soldado a otra platina igual a la base 30 x 30 cm y 4 perforaciones de 2" 1/2 con sus respectivas escuadras de medidas 12 x 25 cm y 8 mm de espesor.



Figura 35 Escuadras Metálicos

Fuente: Autores



Figura 36 Poste Metálico

Fuente: Autores

4.3. Brazo

El brazo tiene un ángulo de 20° compuesto de un tubo metálico negro de 3 mm de espesor, 3 pulgadas de diámetro y una distancia de 1,5 m, el mismo que será donde esté ubicada la iluminaria.



Figura 37 Brazo Metalico

Fuente: Autores

4.4. Prueba de iluminación

Luminaria led de 150 W, 4.000 lúmenes se lo colocaron en la parte superior del poste con una distancia de 15 m entre cada poste.



Figura 38 Prueba de Iluminacion

Fuente: Autores

4.5. Montaje

Se escavó 1 m de profundidad y 1 m cada lado teniendo un área de 6 m² de espacio para colocar la base que sostiene al poste, fue recubierto por hormigón armado el cual luego de 1 semana que se secó se procedió a montar los postes, teniendo una inclinación de 45°, en dirección a la escuela y carretera.

Posterior a ello, procedimos a montar cada uno de los postes con ayuda de los moradores del sector, se aseguró cada poste con los respectivos anillos y tuercas de seguridad.

Finalmente se configuró cada luminaria de acuerdo a las necesidades que se requieren en el lugar.



Figura 39 Colocación de la base

Fuente: Autores



Figura 40 Colocación de plataforma

Fuente: Autores



Figura 41 Finalización de obra

Fuente: Autores

4.6. Diseño del sistema FV recinto La Masa 2

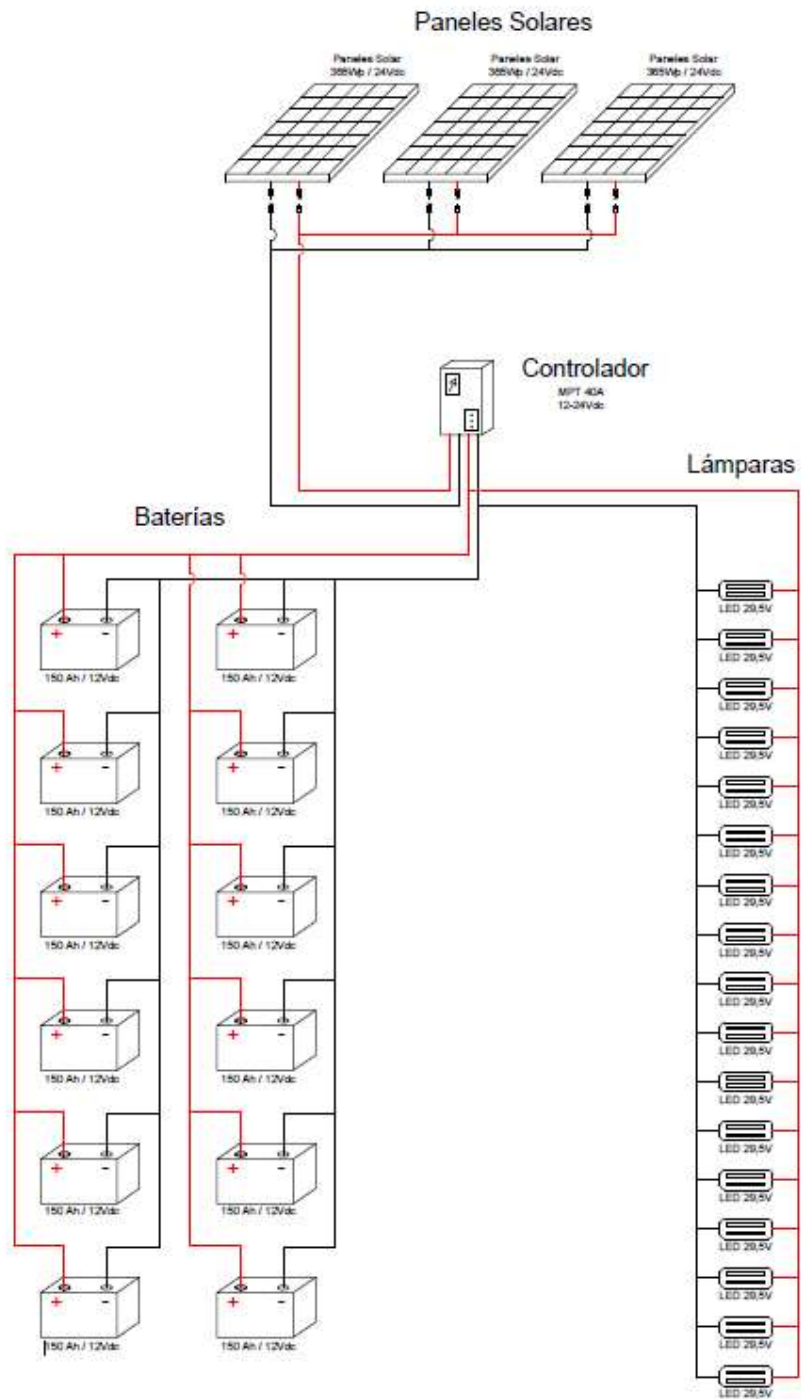


Figura 42 Diseño del sistema FV recinto La Masa 2

Fuente: Autores

4.7. Ubicación geográfica

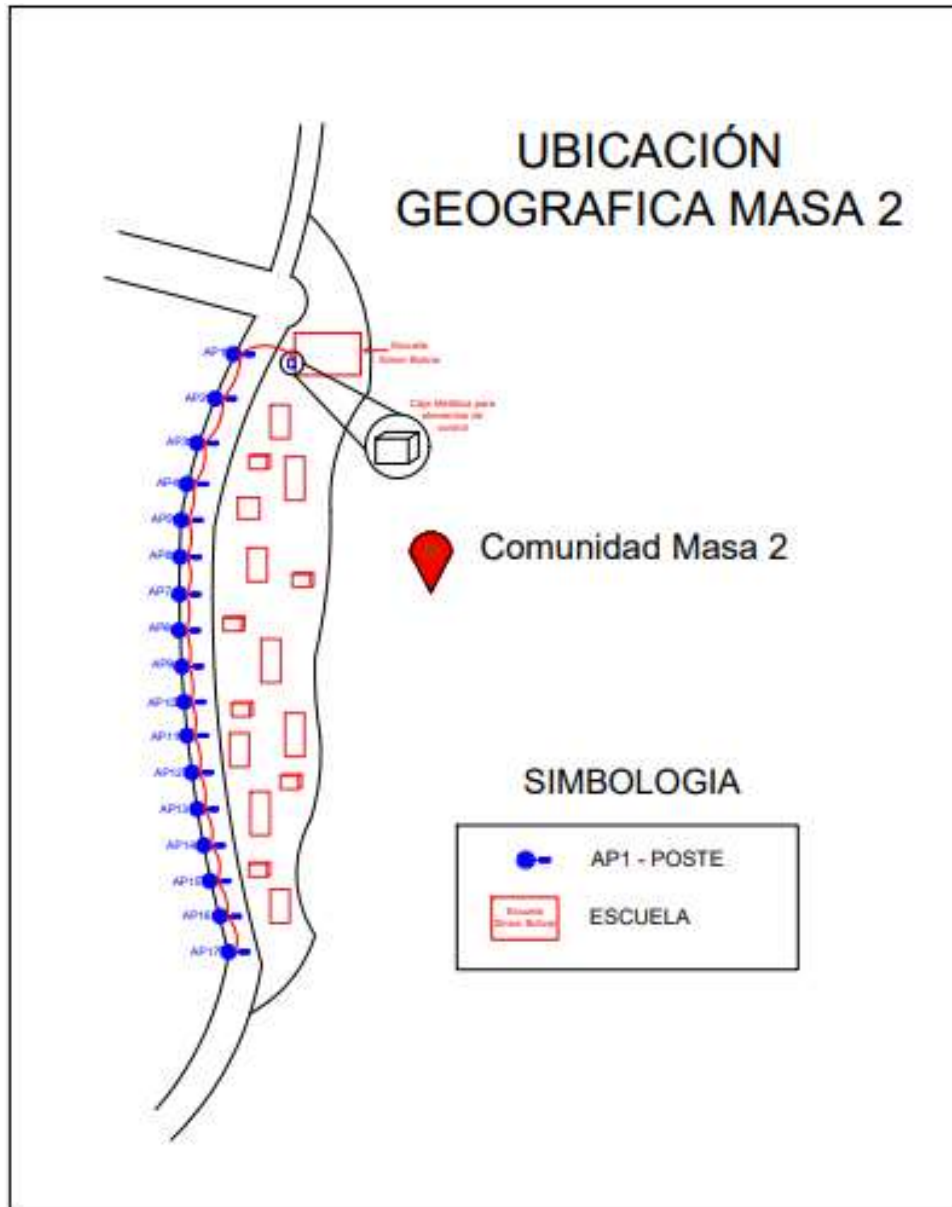


Figura 43 Ubicación geográfica recinto La Masa 2

Fuente: Autores



Figura 44 Vista aérea recinto La Masa 2

Fuente: Google Earth

4.8. Lugar de puesta de postes

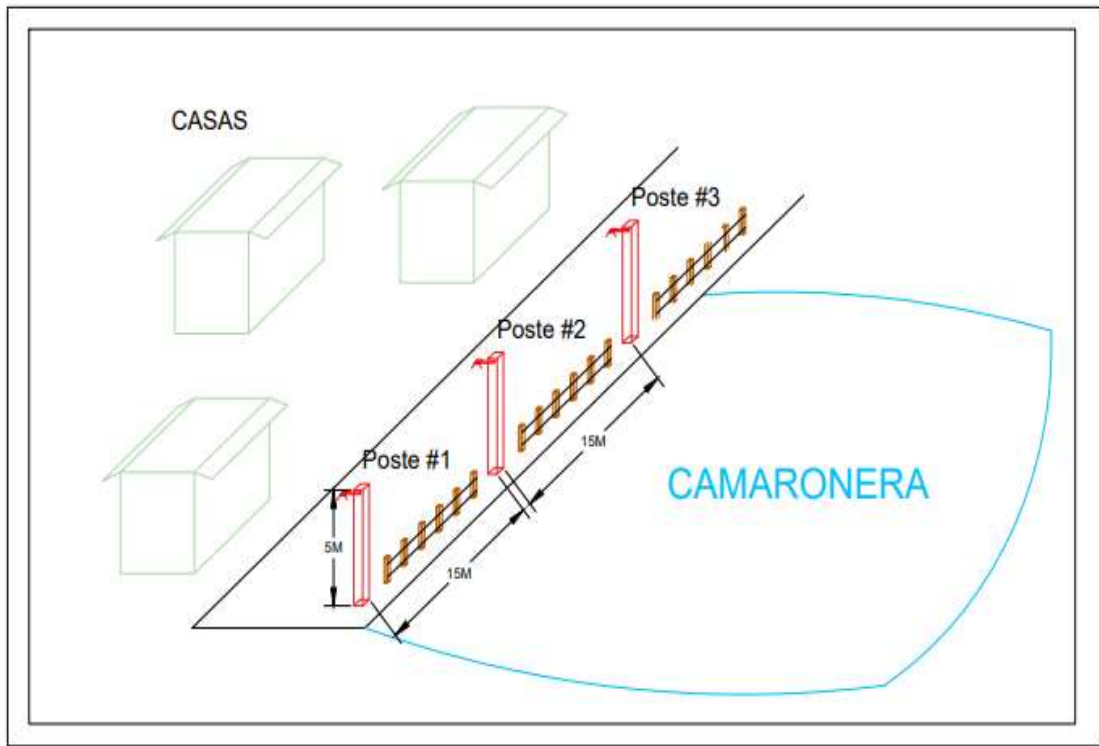


Figura 45 Vista 3D de los postes de iluminación

Fuente: Autores

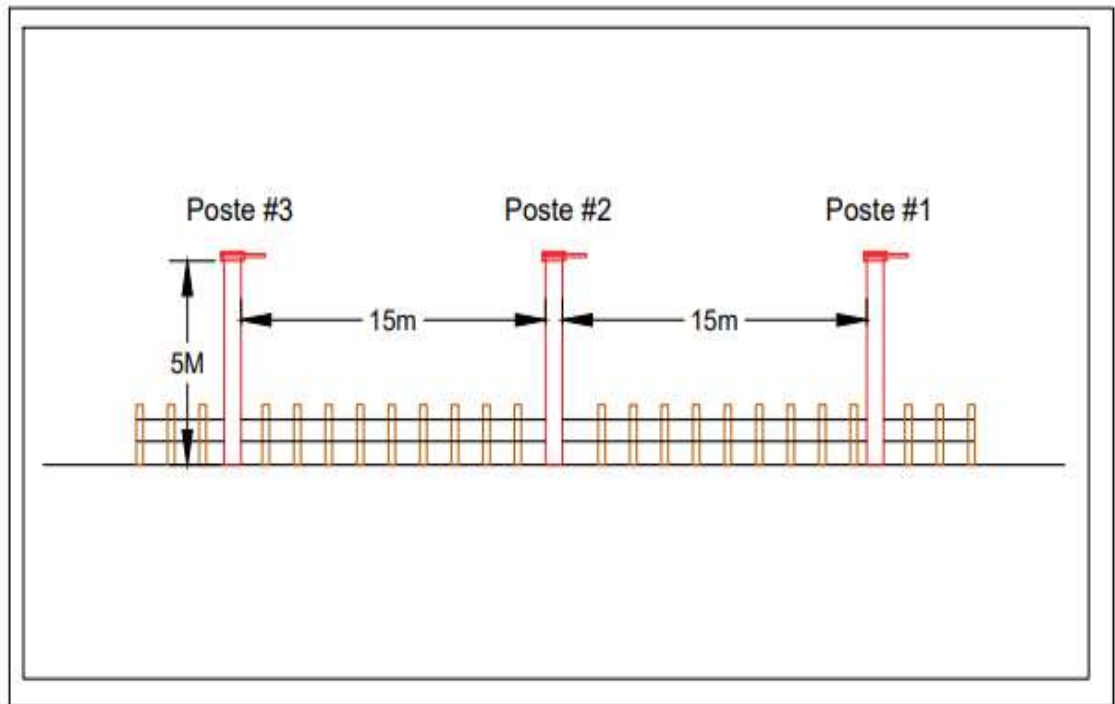


Figura 46 Vista frontal de los postes de iluminación

Fuente: Autores

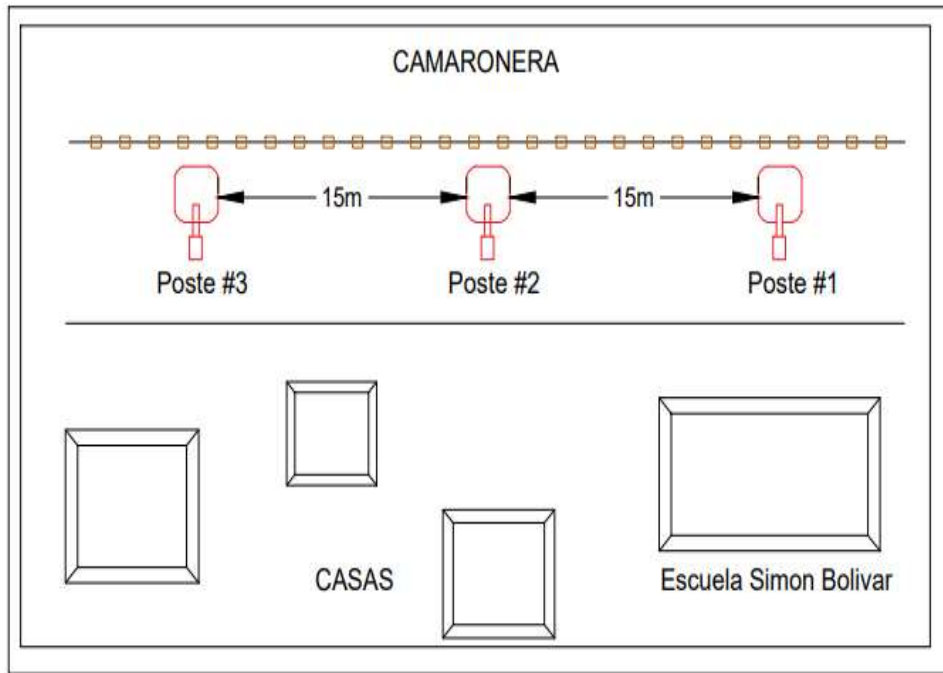


Figura 47 Vista aérea de los postes de iluminación

Fuente: Autores

4.9. Presupuesto

ID	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1	Panel solar Eco Green Energy 365Wp/24VDC Monocristalino FULL BLACK	3	\$ 220,00	\$ 660,00
2	Batería Sunbright Battery 150Ah/12VDC gel de ciclo profundo SBB	12	\$ 403,20	\$ 4.838,40
3	Controlador Morningstar MPT 40A/12-24VDC	1	\$ 840,00	\$ 840,00
4	Estructura poste metálico (base, varilla, cemento, arena, tuercas, otros)	12	\$ 190,00	\$ 380,00
5	Caja metálica para elementos	1	\$ 700,00	\$ 700,00
6	Transporte y varios	1	\$ 50,00	\$ 50,00
7	Luminaria Led 30W	12	\$ 40,00	\$ 480,00
8	Cable #16 AWG 100 m	6	\$ 67,00	\$ 400,00
			TOTAL	\$ 8.348,40

Tabla 2 Presupuesto

Fuente: Autores

CONCLUSIONES

Como se sabe el sol es una fuente de energía inagotable que se está aprovechando mediante paneles solares y que nos brindan energía limpia, gracias a esto reducimos contaminación.

Los factores para el buen rendimiento del sistema fotovoltaico es aprovechar al máximo el sol, la orientación e inclinación del panel solar ya que obtenemos toda la radiación solar y por último el mantenimiento preventivo.

Para la construcción del poste se debe tener una base reforzada con su cuerpo sólido ya que al momento de la implementación debe estar estable y equilibrado.

Con los cálculos realizados se logró hacer el dimensionamiento de postes, luminarias, baterías, regulador de carga que se necesitan para toda la comuna, que finalmente se lograron resultados positivos en la instalación.

La finalidad de este proyecto es mejorar la calidad de vida y seguridad de las personas que viven en el recinto La Masa 2, conjunto con la Universidad Politécnica Salesiana se lo realizó exitosamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1 P. G. Sampaio y M. O. González, «Photovoltaic solar energy: Conceptual framework.,»
] *Renewable and Sustainable Energy Reviews*,, nº 74, 590-601., 2017.
- [2 D. Vaca Revelo, «Validación de datos satelitales de radiación solar utilizando mediciones
] terrestres para el Ecuador,» 2018.
- [3 Energía Solar, Energía Solar, <https://solar-energia.net/que-es-energia-solar/panel-solar>,
] 2016.
- [4 SIVASA, «PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS – COMO FUNCIONAN,» 2014. [En línea].
] Available: <https://cargadorsolar24.com/paneles-solares-fotovoltaicos/>.
- [5 Solartik, «Energía fotovoltaica,» 17 Abril 2017. [En línea]. Available:
] <https://solartik.com.ar/energia-solar-fotovoltaica-paneles-solares/>.
- [6 O. Style, «Energía Solar Autónoma,» Mayo 2012. [En línea]. Available:
] https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=cNJB5tdbcJOC&oi=fnd&pg=PP1&dq=sistema+fotovoltaico&ots=MTKWwh_epC&sig=tL-r_dSLwjgix_rKEn_zlls4f-A#v=onepage&q=sistema%20fotovoltaico&f=false.
- [7 B. M. Fernández, *Energía Solar: Electricidad Fotovoltaica.*, Madrid: Liberfactory, 2013, p.
] 47.
- [8 G. L. Rodríguez y P. L. Echániz, *Estudio de viabilidad: Implantación de una empresa de
] instalación de placas fotovoltaicas.*, Barcelona : Escola Pol i tècnica Superior, 2018, p. 19.
- [9 República del Ecuador - Ministerio del Ambiente., *Estrategía Nacional de Cambio Climático
] del Ecuador.*, Quito: Ministerio del Ambiente., 2012, p. 52.
- [1 Ministerio de Energías Renovables, *ELECTRIFICACIÓN RURAL CON ENERGÍAS RENOVABLE*,
0] Quito: <http://www.energia.gob.ec/electrificacion-rural-con-energias-renovables/>, 2016, p.
62.
- [1 G. Estrada y B. Arancibia, «Las Energías renovables: La Energía Solar y sus implicaciones,»
1] *Revista Digital Universitaria*, p. 11, 2014.
- [1 S. R. Fernández, *Energías renovables y no renovables.*, España: LOMCE, 2018.
2]
- [1 M. V. Hernández, «Regulación comparada de energías renovables», Bogatá: Universidad
3] Externado de Colombia, 2013, p. 257.

- [1 F. Villar, E. López y S. Marzal, Planta Solar Fotovoltaica., Almería: Universidad Autónoma de Barcelona, 2013.
- [1 V. Martínez, Concentración solar de potencia, Santiago de Chile: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE, 2018.
- [1 M. A. Abella, «Sistemas Fotovoltaicos,» [En línea]. Available:
6] http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45337/componente45335.pdf.
- [1 Acciona, «ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA,» p. 15, 2017.
7]
- [1 CEPAL, América Latina y el Caribe: crecimiento económico sostenido, población y desarrollo., <http://www.cepal.org/celade/publica/lcl1240e.htm> ed., Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2015, p. 42.
- [1 IPCC., Fuentes de Energía Renovable y Mitigación al Cambio Climático., El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, 2012, p. 33.
- [2 RetScreen, «RETScreen es un sistema de software de gestión de energía limpia para el análisis de factibilidad de proyectos de eficiencia energética, energía renovable y cogeneración, así como el análisis continuo del rendimiento energético.,» 2018 Diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.nrcan.gc.ca/maps-tools-publications/tools/data-analysis-software-modelling/retscreen/7465>. [Último acceso: 15 Mayo 2020].
- [2 M. A. Abella, «Sistemas Fotovoltaicos,» [En línea]. Available:
1] http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45337/componente45335.pdf.

ANEXOS

Encuesta realizada para el recinto La Masa 2

1. ¿Viven en la Comunidad Masa 2?

- SI
- NO

2. ¿En cada casa cuantas personas viven?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

3. ¿Poseen generador eléctrico?

- SI
- NO

4. ¿Qué aparatos eléctricos utilizan mediante el generador eléctrico?

- FOCO
- TELEVISOR
- REFRIGERADORA
- OTROS _____

5. ¿En qué horario usan el generador eléctrico?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23

6. ¿Cuánto gastan al mes usar el generador eléctrico (mantenimiento y combustible)?

- \$50 - \$100
- \$100 - \$150
- \$150 - \$200

Imágenes del montaje e instalación del poste de alumbrado público del recinto La Masa 2

