



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

TEMA:

Análisis de factibilidad técnica y económica para alumbrado público basado
en la tecnología LED en la autopista km.4 vía Milagro- El Deseo

AUTOR:

Freire Guevara, Anthony Roberto

Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de
**INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO CON MENCIÓN EN GESTIÓN
EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

TUTOR:

ING. PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO, M,Sc

Guayaquil, Ecuador

8 de marzo del 2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr.
Freire Guevara, Anthony Roberto como requerimiento para la obtención
del título de **INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO CON MENCIÓN EN
GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

TUTOR

ING. PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO, M,Sc

DIRECTOR DE CARRERA

ING. Heras Sánchez, Miguel Armando, M,Sc

Guayaquil, a los 8 del mes de marzo del año 2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Freire Guevara, Anthony Roberto**

DECLARO QUE:

El trabajo de titulación “**Análisis de factibilidad técnica y económica para alumbrado público basado en la tecnología LED en la autopista km.4 vía Milagro- El Deseo**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Eléctrico Mecánico**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 8 del mes de marzo del año 2018

EL AUTOR

FREIRE GUEVARA, ANTHONY ROBERTO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Freire Guevara, Anthony Roberto**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Análisis de factibilidad técnica y económica para alumbrado público basado en la tecnología LED en la autopista km.4 vía Milagro- El Deseo”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 8 del mes de marzo del año 2018

EL AUTOR

FREIRE GUEVARA, ANTHONY ROBERTO

REPORTE DE URKUND

URKUND

Lista de fuentes Bloques

Documento	Freire, Anthony. TESIS FINAL febrero final (1) 22 de febrero 5 35 pm.docx (D35851374)
Presentado	2018-02-23 00:31 (-05:00)
Presentado por	orlandophilco_7@hotmail.com
Recibido	orlando.philco.ucsg@analysis.orkund.com
Mensaje	RV: TESIS FINAL Mostrar el mensaje completo

1% de estas 67 páginas, se componen de texto presente en 10 fuentes.

	http://computernoy.com/noticias/hardware/bombillas-led-tipos-claves-elegir-bie...	<input checked="" type="checkbox"/>
	http://siacurn.app.curnvirtual.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/86...	<input checked="" type="checkbox"/>
	http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/12153/PFC_Carlos_%20Caballe...	<input checked="" type="checkbox"/>
	TESIS DANIEL CARRION.pdf	<input type="checkbox"/>
	http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/8078	<input checked="" type="checkbox"/>
	http://www.clubderoma.org.ar/documentos/undimotriz_haim.pdf	<input checked="" type="checkbox"/>

1 Advertencias Reinciar Exportar Compartir

LAMPARAS FLOURECENTES POTENCIA DE ENTRADAS 100% PERDIDAS NO RADIACTIVAS 38%
PERDIDAS DE POTENCIA 42% DESCARGA DE RADIACION 60% RADIACION INFRAROJA 36%
RADIACION INVISIBLE 22%

NO CONTACTO CON AUTOR/ES: Teléfono: +593-4-2975980 +593-9-96426884 E-mail:
tonnyucsg@gmail.com CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE
Nombre: Philco Asqui, Luis Orlando

Teléfono: +593-9-80960875

E-mail: luis.philco@cu.ucsg.edu.ec SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA No. DE REGISTRO (en base
a datos): No. DE CLASIFICACIÓN: DIRECCION URL (tesis en la web):

LAMPARA DE HALURO METALICO POTENCIA DE ENTRADA 100% PERDIDAS DE LOS ELECTRODOS
9% PERDIDAS EN POTENCIA 51.2% POTENCIA DE ARCO 91% PERDIDAS NO RADIOACTIVAS 38.5%
DESCARGA DE RADIACION 52.5% RADIACION ULTRAVIOLETA 3.7% RADIACION VISIBLE 24.3%
RADIACION INFRAROJA 24.5%

LAMPARA DE PRESION DE SODIO POTENCIA DE ENTRADA 100% PERDIDAS EN LOS ELECTRODOS
6% PERDIDAS EN POTENCIA 50.5% POTENCIA EN EL ARCO 94% PERDIDAS NO RADIOACTIVAS 44%

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, me gustaría agradecer a Dios por todas las bendiciones.

A mi Abuelita que desde el cielo me cuida y protege.

A mis padres por ser la base fundamental en mi vida diaria y sin ellos no hubiera llegado a mí cumplir mis sueños.

A mi Tía por ser como una madre y siempre tener consejos sanos y buenos.

A los Ingenieros de la facultada por sus conocimientos adquiridos durante todo este tiempo.

Anthony Freire Guevara

DEDICATORIA

Dedico en primer lugar a Dios por darme la oportunidad de día a día cumplir mis metas y llegar a formarme como profesional. A mi madre, que la amo con todo mi corazón, por ser un gran ejemplo a seguir y brindarme su cariño y amor que mucho lo he necesitado para lograr mis metas. A mi padre por ser un gran hombre y muy responsables con sus hijos y siempre estar conmigo en momentos malos y buenos. A mi Abuelita Esperanza que ella desde el cielo sé que me cuida y protege, sé que ella desde arriba se siente orgullosa de mí y me hubiera gustado tenerla en vida para que comparta conmigo esta gran felicidad que siento de cumplir mis sueños. A mi tía Graciela, que la quiero como mi segunda madre, por compartir momentos valiosos en mi vida y siempre estar dispuesta a orientarme y buscar lo mejor para mí. A mis hermanos por que los amo como no tienen idea.

Anthony Freire Guevara



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESUS, M.Sc
DECANO

f. _____

ING. PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO, M,Sc
COORDINADOR DE TITULACIÓN

f. _____

ING. VALLEJO SAMANIEGO, LUIS VICENTE, M,Sc
OPONENTE

Índice General

CAPÍTULO 1	13
INTRODUCCIÓN	13
1.1. Introducción.....	13
1.2. Justificación.....	14
1.3. Planteamiento del problema.	14
1.4. Objetivos del Problema de Investigación.	15
1.4.1. Objetivo General.....	15
1.4.2. Objetivos Específicos.	15
1.5. Tipo de investigación.	15
1.6. Metodología.....	16
CAPÍTULO 2	17
FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA ILUMINACION.....	17
2.1. Conceptos Generales sobre Luminotecnia	17
2.1.1. Luminotecnia	17
2.1.2. Luz.....	17
2.1.3. Reflexión	18
2.1.4. Refracción	18
2.1.5. Absorción	19
2.1.6. Trasmisión.....	19
2.2. Efectos de las fuentes de luz	20
2.2.1. Luminancia	20
2.2.2. Iluminancia	20
2.2.3. Uniformidad en la Iluminación.....	21
2.2.4. Intensidad Luminosa.....	22
2.2.5. Flujo Luminoso	22
2.2.6. Rendimiento Luminoso	23
2.2.7. Energía Luminosa	23
2.3. Conceptos básicos con relación al alumbrado publico.....	23

2.3.1.	Acera	23
2.3.2.	Altura de montaje	24
2.3.3.	Ancho de la calzada	24
2.3.4.	Berma.....	24
2.3.5.	Calzada	25
2.3.6.	Camino.....	25
2.3.7.	Camino de doble Calzada	25
2.3.8.	Espaciamiento	25
2.3.9.	Balasto	26
2.3.10.	Salida de luz y vida nominal de una lámpara	27
2.4	Lámparas y Luminarias	27
2.4.1	Clasificación de la Lámparas	27
2.4.2	Lámparas incandescentes	28
2.4.3	Características de lámparas incandescentes.....	29
2.4.4	Lámparas incandescentes de halógeno.....	30
2.4.5	Lámparas reflectoras incandescente	31
2.4.6	Tipos de lámparas reflectoras incandescentes	31
2.4.6.1	Lámparas Reflectoras Elipsoidales.....	32
2.4.6.2	Reflector parabólico aluminizado	33
2.4.6.3	Reflector común	33
2.4.7	Lámpara Incandescente: Halógeno tubular	34
2.4.8	Lámpara Incandescente: halógeno de bajo voltaje	35
2.4.9	Lámparas de Descarga de alta intensidad.....	36
2.4.10	Vida útil y características eléctricas de las lámparas de Descarga	37
2.4.11	Características del color de las lámparas de Descarga	37
2.4.12	Lámpara de sodio de alta presión.....	37
2.5	Lámpara de vapor Mercurio.....	39
2.6	Usos de la lámpara de vapor de mercurio	41

2.7	Diagramas de bloques de Balance Energético para lámparas de alumbrado publico.....	42
2.8	Tecnología LED.....	46
2.9	Historia del desarrollo de la tecnología LED	46
2.10	Iluminación de estado sólido o iluminación Led	49
2.11	Tecnología actual Luminarias LED	50
2.12	Sistema de control de iluminación LED	51
2.13	Nodo de control de iluminación.....	53
2.14	Red de control de iluminación Led.....	54
2.14.2	Conexión directa de iluminación Led	55
2.14.3	Configuración en el celular	55
2.14.4	Configuración de red inalámbrica de malla	56
2.15	Servidor central de administración y software de iluminación inteligente ..	57
2.16	Control de iluminación y funciones de monitoreo.....	58
2.17	Ciudades inteligentes e iluminación LED	59
2.18	Ciudad inteligente.....	60
2.19	Ahorro y costos de la iluminación LED	61
2.20	Financiamiento de la iluminación Led	62
2.21	Limitación del Deslumbramiento.....	63
2.22	Indicatriz de Reflexión	64
2.23	Calculo de iluminancia.....	64
2.24	Iluminancia media.....	66
2.25	Iluminancia en un punto.....	67
	CAPÍTULO 3.....	69
	ANALISIS Y DESARROLLO	69
3.1.	Análisis y desarrollo para el alumbrado Público de la autopista Km4 vía Milagro- El deseo	69
3.2.	Normativa legal que rige para la instalación de alumbrado público en el Ecuador	69
3.3.	Descripción del proyecto	70

3.4.	Análisis técnico del tipo de luminaria a utilizarse	70
3.10.	Diseño Eléctrico de la iluminación de la Autopista Km4 vía Milagro- El Deseo	83
CAPÍTULO 4.....		92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		92
4.1.	Conclusiones.....	92
4.2.	Recomendaciones.....	93
ANEXOS.....		94
Referencias Bibliográficas.....		100

Índice De Figuras

Capítulo 2

Figura 2. 1 Simulación usando un software de iluminación	17
Figura 2. 2 Reflexión de la luz.....	18
Figura 2. 3 Refracción de la luz	19
Figura 2. 4 Absorción de la Luz	19
Figura 2. 5 Luminancia.....	20
Figura 2. 6 Iluminación de un objeto	21
Figura 2. 7 Medidores de iluminancia	21
Figura 2. 8 Altura de montaje de iluminancia	24
Figura 2. 9 Berna de la autopista.....	24
Figura 2. 10 Calzada de la autopista	25
Figura 2. 11 Balasto de una Lámpara.....	26
Figura 2. 12 Lámpara de vapor de Sodio.....	27
Figura 2. 13 Partes de la Lámpara Incandescente	28
Figura 2. 14 Tipos de lámparas incandescentes	29
Figura 2. 15 Lámpara halógena.....	30
Figura 2. 16 Tipos de lámparas reflectoras incandescentes.....	32
Figura 2. 17 Lámpara elipsoidales reflector.....	32
Figura 2. 18 Lámpara PAR	33
Figura 2. 19 Lámpara reflector Común.....	34
Figura 2. 20 Halógeno tubular.....	34
Figura 2. 21 Tipos de lámparas incandescentes de halógeno de bajo voltaje.....	35
Figura 2. 22 Partes de una lámpara de descarga de alta intensidad	36
Figura 2. 23 Bombilla de sodio.....	38
Figura 2. 24 Lámparas de vapor de mercurio a alta presión.....	40
Figura 2. 25 Partes de una lámpara de vapor de mercurio	41
Figura 2. 26 Balance energético de lámparas Incandescente	42
Figura 2. 27 Balance energético lámparas fluorescentes.....	43
Figura 2. 28 Balance energético de Lámparas de Haluro Metálico	44
Figura 2. 29 Balance energético de Lámparas de presión de Sodio	45
Figura 2. 30 Tecnología Led.....	46
Figura 2. 31 Historia de la Tecnología Led	47
Figura 2. 32 Primeras luces Led.....	48

Figura 2. 33 Equivalencia Lumínica	48
Figura 2. 34 Iluminación mundial vista desde el espacio	49
Figura 2. 35 Bombilla Led Samsung para Farolas.....	51
Figura 2. 36 Sistema de control para iluminación Led	52
Figura 2. 37 Sistema de un nodo de control en iluminación Led.....	53
Figura 2. 38 Conexión directa de iluminación Led.....	55
Figura 2. 39 Conexión de red inalámbrica y malla.....	56
Figura 2. 40 Sistema Central para el control de Iluminación.....	57
Figura 2. 41 Representación gráfica de una ciudad inteligente.....	60
Figura 2. 42 Control de redes de iluminación Led	61
Figura 2. 43 Ahorro energético de la tecnología LED	62

Capítulo 3

Figura 3. 1 Ubicación de la iluminación con tecnología Led	70
Figura 3. 2 Simulación en Software Dialux de área que ilumina la lámpara Led.....	71
Figura 3. 3 Luminaria Led a 30 pies de altura	72
Figura 3. 4 Características técnicas de la Luminaria Led.....	73
Figura 3. 5 Luminaria Led Environ	74
Figura 3. 6 Accesorios de las lámparas Led.....	76
Figura 3. 7 Características Técnica de los postes	77
Figura 3. 8 Esquema de red Subterránea.....	78
Figura 3. 9 Diagrama Unifilar Subestación Milagro Sur	81
Figura 3. 10 Diseño Eléctrico del Alumbrado Público de la autopista Milagro- El Deseo	83
Figura 3. 11 Diseño Eléctrico de Luminarias Led 1/8.....	84
Figura 3. 12 Diseño Eléctrico de Luminarias Led 2/8.....	85
Figura 3. 13 Diseño Eléctrico de Luminarias Led 3/8.....	86
Figura 3. 14 Diseño Eléctrico de Luminarias Led 4/8.....	87
Figura 3. 15 Diseño Eléctrico de Luminarias Led 5/8.....	88
Figura 3. 16 Diseño Eléctrico de Luminarias Led 6/8.....	89
Figura 3. 17 Diseño Eléctrico de Luminarias Led 7/8.....	90
Figura 3. 18 Diseño Eléctrico de Luminarias Led 8/8.....	91

Índice De Tablas

Capítulo 2

Tabla 2. 1 Características Técnicas de una lámpara de vapor de sodio 400W.....	39
Tabla 2. 2 Características técnicas de una lámpara de vapor de mercurio.....	41

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo conocer las diferentes formas de diseñar un sistema de iluminación pública, el uso de la lámpara más adecuada y la más eficientes, la correcta ubicación de los postes de alumbrado; también se va a demostrar los diferentes tipos de luminarias que existen en el mercado haciendo una comparación de su eficiencia energética, diseño eléctrico de las luminarias, costos de las diferentes instalaciones, duración estimada de los materiales, dispersión, alcance, control, tratando encontrar la mejor opción con el fin de lograr cambios positivos en el alumbrado público de la autopista km4 vía milagro- el Deseo.

La autopista km4 vía milagro- el Deseo se conoce que es una de las principales arterias de ingreso a Milagro, por lo que se busca la actualización del sistema de alumbrado público con la finalidad de mejorar la visualización de su entorno.

En el alumbrado actual de la vía se observa que se encuentra instaladas lámparas de sodio alta presión por lo que estas son las más utilizadas en la actualidad, se sabe que generan contaminación ya que al momento de su desecho el gas que tiene en la lámpara es muy contaminante por tal motivo se busca el cambio del diseño y la tecnología más limpia y eficiente como lo es las lámparas Led ahorrando costo de mantenimiento y costo energético.

Se pone énfasis en la tecnología led para iluminación de las calles avenidas autopista de las ciudades del Ecuador; se espera aportar con datos teóricos y técnicos, logrando la correcta actualización de los sistemas existente que respecta al alumbrado público del Ecuador.

Palabras claves: ENERGÍA ELECTRICA, TECNOLOGÍAS LED, ELECTRICIDAD, LAMPARA LED, EFICIENCIA ENERGETICA, ALUMBRADO PUBLICO.

ABSTRACT

The objective of this qualification work is to know the different ways of designing a public lighting system, the use of the most appropriate and most efficient lamp, the correct location of the lighting poles; It is also going to demonstrate the different types of luminaires that exist in the market making a comparison of their energy efficiency, electrical design of the luminaires, costs of the different facilities, estimated duration of the materials, dispersion, scope, control, trying to find the best option in order to achieve positive changes in the public lighting of the highway km4 via miracle - the Wish.

The highway km4 via miracle - the Desire is known to be one of the main access roads to Milagro, so it seeks to update the public lighting system in order to improve the visualization of their environment.

In the current lighting of the road it is observed that high pressure sodium lamps are installed so these are the most used at present, it is known that they generate pollution since at the time of disposal the gas that is in the lamp is very polluting for this reason is looking for the design change and the cleanest and most efficient technology such as LED lamps saving maintenance cost and energy cost.

Emphasis is placed on LED technology for the lighting of the highway avenues of the cities of Ecuador; it is expected to contribute with theoretical and technical data, achieving the correct updating of the existing systems regarding the public lighting of Ecuador.

Keywords: ELECTRICITY, LED TECHNOLOGIES, ELECTRICITY, LED LAMP, ENERGY EFFICIENCY, PUBLIC LIGHT

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción.

La iluminación es un elemento importante de la seguridad vial ya que se asocia con la reducción accidentes de tránsito en la noche. Después de varios años de cambio relativamente lento y gradual en lo que se refiere el alumbrado público.

La falta de iluminación de las carreteras avenidas y calles de la ciudad ha sido una prioridad para la búsqueda de diferentes mecanismos y aparatos para poder satisfacer la necesidad del transeúnte para ver en la oscuridad de la noche, se conoce que a través de los primeros faroles que alumbraban los pequeños caminos que existían en la antigüedad para iluminar las carretas; ha existido con el paso del tiempo varias modificaciones en la iluminación pública como es la creación de la lámpara led.

Las tecnologías para la iluminación de carreteras están evolucionando rápidamente. Muchas nuevas opciones existen para la iluminación de carreteras con una amplia información sobre cómo la luz interactúa con el ser humano.

El foco se está reemplazando de los sistemas de iluminación de carreteras que usan esta tecnología es por ello que se necesita implementar y mejorar la visibilidad minimizando el uso de energía y los costos de instalación.

En este análisis se va a conocer y proporcionar una amplia información acerca del desarrollo de la iluminación pública y como se podría estar implementando la instalación de las luminarias eficientes en las autopistas de las diferentes provincias, cantones, ciudades del Ecuador en este caso la iluminación pública de la autopista km4 vía Milagro – El Deseo.

1.2. Justificación.

El uso de tecnologías que aporten un ahorro energético para fomentar el cambio de dispositivos con mayor eficiencia en iluminación pública, el alumbrado público, con el cual contamos los seres humanos en este momento es un diseño que exige ser cambiado, ya que la contaminación lumínica a causa de los gases contaminantes que usan algunas lámparas del alumbrado público son perjudiciales para el ser humano; en la sociedad moderna y con los avances tecnológicos ha salido al mercado una nueva lámpara que utiliza la tecnología led que es menos contaminante que las usadas actualmente y mucho más eficiente, para la iluminación de la autopista km4 Milagro – El deseo.

1.3. Planteamiento del problema.

En el Ecuador gracias a los terratenientes que tenían una proyección para iluminar las calles de las ciudades que generaban energía como la ciudad de Milagro, donde estaba el Ingenio Valdez se inició el alumbrado público en el año de 1888, luego le siguieron ciudades como Quito, Loja usando motores de generación eléctrica.

Por muchos años la autopista que es uno de los principales ingresos a la ciudad de Milagro ha pasado en diferentes tramos con mucha falta de iluminación, solo siendo iluminadas las pequeñas parroquias que se encuentra en el lapso de esta importante autopista, por consiguiente, tomando en cuenta que el crecimiento de la ciudad de Milagro va por aquella vía CNEL EP proyectó la iluminación hasta el peaje de la misma.

En la actualidad la autopista km4 Milagro - El deseo cuenta con una iluminación que utiliza luminarias de vapor de sodio que son las que CNEL EP ha empezado a utilizar a cambio de las luminarias de vapor de mercurio que antes usaban, el motivo de cambio fue por conocer que aquellas lámparas que usaban vapor de mercurio tenían un alto grado de contaminación cuando se rompían, por ello implementaron las lámparas de

vapor de sodio que son menos contaminante y consumen entre 300 y 250 vatios.

En el presente proyecto se busca eliminar el uso de estas lámparas que tienen gases contaminantes e implementar nueva tecnología como son las luminarias Led que tienen un alto ahorro energético para la iluminación de este tramo de la autopista km4 Milagro – El Deseo.

1.4. Objetivos del Problema de Investigación.

1.4.1. Objetivo General

Analizar los criterios para la eficiencia energética de iluminación autopista km4 vía Milagro- El Deseo

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Determinar la eficiencia energética y los tipos de tecnología eficientes que existe para el alumbrado público.
- Diseñar la instalación del alumbrado público en la vía km4 Milagro – El Deseo.
- Simular mediante un software la capacidad de iluminación del alumbrado público usando lámparas led.

1.5. Tipo de investigación.

Para el presente trabajo se utilizará un tipo de investigación teórica con un enfoque analítico, para lo cual haremos uso de técnicas de investigación exploratorias, descriptivas y de campo, lo cual es totalmente factible para con lo requerido por este proyecto.

1.6. Metodología.

En el presente proyecto se desarrolla dos tipos de investigación, en primer lugar una investigación explicativa, se iniciara con datos de las diversas tecnologías existentes en el diseño del alumbrado público, también se dará a conocer información secundaria dando como resultado el marco teórico, logrando conocer sobre el alumbrado público más eficiente que se empleara en la autopista km4 vía Milagro- El deseo así como el uso adecuado de las lámparas tipo Led en el alumbrado de la autopista; dicha investigación se podrá usar a nivel exploratorio y descriptivo.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA ILUMINACION

2.1. Conceptos Generales sobre Luminotecnia

Para realizar un diseño técnico sobre alumbrado público se necesita saber los conceptos básicos sobre la Luminotecnia ya que para instalar estos equipos y dar mantenimiento se necesita conocimientos acerca de cómo funcionan para una mayor eficiencia en su aplicación. (Arauz, 2013)

2.1.1. ¿Qué es Luminotecnia?

Es la ciencia que estudia las diferentes maneras de producir luz para alumbrar y satisfacer la falta de luminosidad en las diferentes aplicaciones como por ejemplo: alumbrado de casas, alumbrado de fábricas, alumbrado de industrias, alumbrado de vías y autopista. (Cando, 2013)

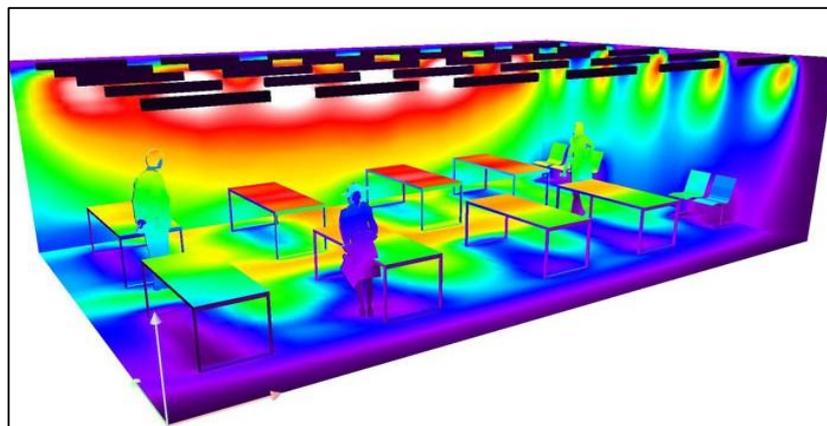


Figura 2. 1 Simulación usando un software de iluminación
Fuente: (VIDART, 2014)

2.1.2. Luz

La luz es la energía que en forma de radiaciones electromagnética se capta por el órgano visual y se propagan en el vacío con una similar velocidad. Las luces visibles se denominan rayos ultravioletas, y las que poseen

longitudes de onda ligeramente superiores, se conocen como ondas infrarrojas.

2.1.3. Reflexión

Es cuando un rayo luz impacta en una superficie sin que se produzca cambios en ninguno de los componentes monocromáticos.

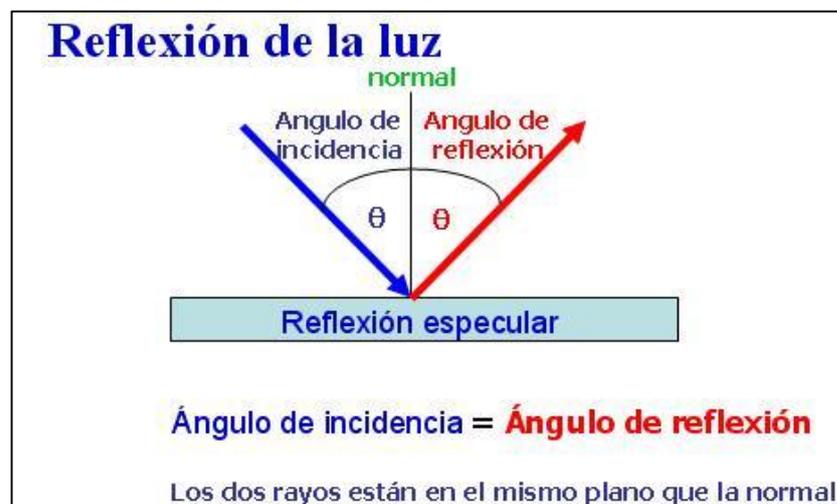


Figura 2. 2 Reflexión de la luz
Fuente: (Caballero, 2015)

2.1.4. Refracción

A través de la refracción se puede producir la formación de espectros de colores, la refracción es el cambio de trayectoria de la luz mediante un medio de incidencia con densidad variable.

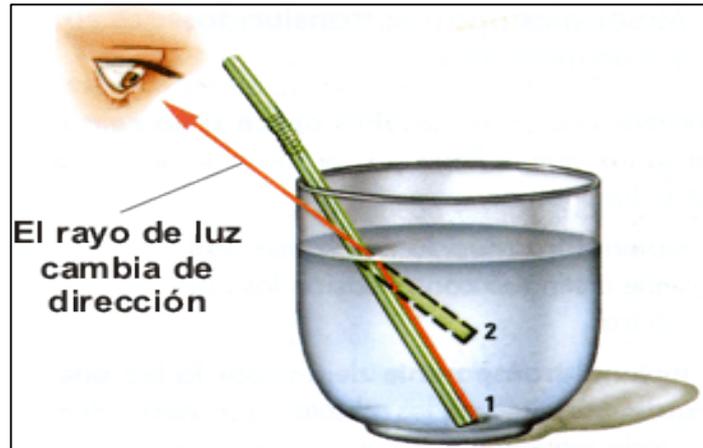


Figura 2. 3 Refracción de la luz
Fuente: (Caballero, 2015)

2.1.5. Absorción

La absorción es cuando un rayo de luz cae directamente a una superficie y esta sufre cambios en parte o su totalidad a consecuencia del tipo de color de la superficie.

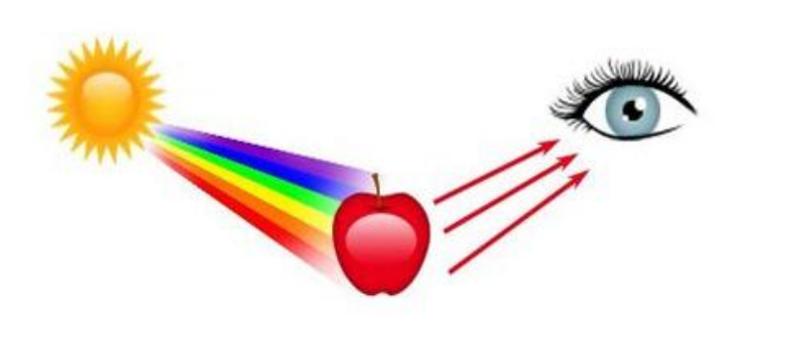


Figura 2. 4 Absorción de la Luz
Fuente: (Mondelo, 2015)

2.1.6. Trasmisión

Se conoce por trasmisión al flujo de luz que impacta un cuerpo sin producir algún cambio por el impacto a esta superficie por ejemplo superficie de vidrio, cristal, agua, etc.

2.2. Efectos de las fuentes de luz

2.2.1. Luminancia

Es el brillo aparente, qué tan brillante aparece un objeto para el ojo humano. Entonces, cuando miras al mundo, lo que ves es un patrón de luminancia variable, la luminancia se mide en candelas por metro cuadrado.

Las fuentes de luz que se observa también tienen luminancia. La luminancia del sol y la luna nos dan una idea de la gran gama de brillo que el ojo humano puede manejar.

En la siguiente figura una fuente de luz ilumina una hoja de papel, pero su ojo percibe la luminancia.

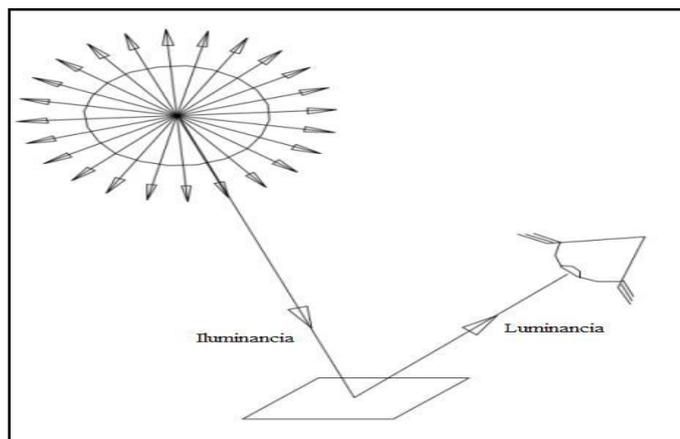


Figura 2. 5 Luminancia
Fuente: (Chacon, 2016)

2.2.2. Iluminancia

Es un término que describe la cantidad de luz que cae sobre un objeto (iluminando) y se extiende sobre un área superficial determinada. La iluminancia también se correlaciona con la forma en que los humanos perciben el brillo de un área iluminada. La iluminancia se refiere a un tipo específico de medición de la luz.

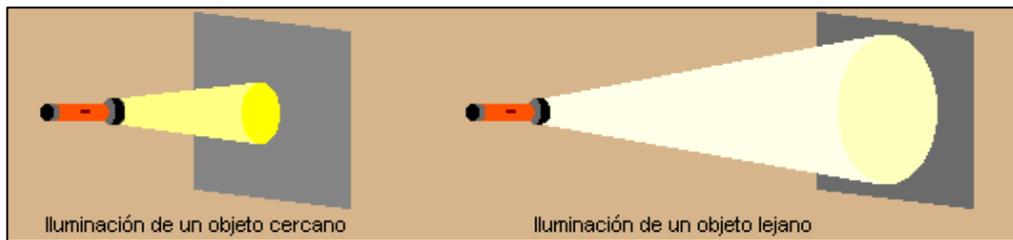


Figura 2. 6 Iluminación de un objeto
Fuente: (Fernandez, 2015)

La unidad iluminancia es lux (lx). La iluminancia (lux) se cuantifica utilizando un medidor de cromaticidad, un medidor de iluminancia (lux) o un espectrofotómetro de iluminancia.



Figura 2. 7 Medidores de iluminancia
Fuente: (S.A, 2010)

2.2.3. Uniformidad en la Iluminación

La percepción visual se ve afectada por la luz y la sombra y ambos son necesarios para distinguir objetos. El contraste es producido por la diferencia en brillo y color de un objeto dentro de su entorno y es un elemento importante de agudeza visual. Cuando la luz del día cambia a la noche, el ojo humano

pierde la ventaja del color y el contraste, afectando la profundidad percepción y visión periférica.

La forma en que la luz refleja los objetos y las sombras proyectadas por los objetos son señales importantes para que el cerebro determine la forma de los objetos y su posición en el espacio.

Los estándares de iluminación para carreteras e intersecciones de alta densidad y muchas regulaciones de iluminación buscan una iluminación más uniforme en las carreteras en un intento de replicar las condiciones de luz natural, mejorar la visibilidad y énfasis en la uniformidad en la calle, ya que la iluminación y la intensidad reducen la agudeza visual.

Al intentar eliminar el contraste, el brillo aumenta, como fuentes de luz debe colocarse más arriba en los postes para arrojar luz uniformemente a través de la carretera.

2.2.4. Intensidad Luminosa

La intensidad luminosa es una medida de la potencia radiante emitida por un objeto en una dirección dada, y depende de la longitud de onda de la luz emitida. La unidad para la intensidad luminosa es la candela que tiene una definición operativa, lo que significa que está definida por una longitud de onda de luz establecida que emite una cantidad específica de potencia.

2.2.5. Flujo Luminoso

Es la radiación que emite una lámpara alimentada de energía eléctrica, la energía radiante que emite la lámpara se la conoce como potencia radiante. La luz incandescente de una lámpara solo el 10 por ciento de la energía que irradia es potencia radiante por lo tanto la mayor parte de potencia radiante

no es luminosa. La luz verde amarilla en condiciones normales tiene más sensibilidad al ojo humano.

2.2.6. Rendimiento Luminoso

Es el vínculo de entre el flujo luminoso que incide en un plano de trabajo y el flujo que sale de una luminaria. (VIZCAINO, 2011)

2.2.7. Energía Luminosa

Se denominada energía luminosa a la cantidad de energía que procede de la luz. La energía luminosa se diferencia de la energía radiante observable ya que también se toma en cuenta como la luz que no puede ser vista por el ojo humano. La unidad SI estándar utilizada para describir la energía luminosa es la luz / segundo. Las Unidades de medida son: Hora lumen (lm · h), minuto lumen (lm · min), segundo lumen (lm · s), Talbot (T).

2.3. Conceptos básicos con relación al alumbrado publico

Para tener conocimiento de los conceptos básicos que hay que abordar en el presente análisis se va a conocer las siguientes definiciones, cuando se habla del diseño eficiente del alumbrado público.

2.3.1. Acera

Se define como acera el lugar donde el peatón camina generalmente pavimentada ubicada al costado de una calle.

2.3.2. Altura de montaje

La altura de montaje se define como la distancia entre la superficie de la calzada y el centro de una luz.

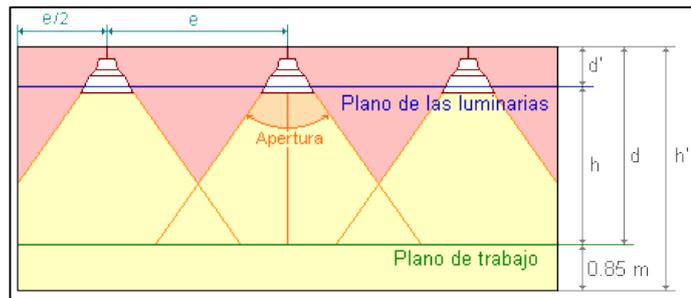


Figura 2. 8 Altura de montaje de iluminación
Fuente: (S.A, 2010)

2.3.3. Ancho de la calzada

El ancho de la calzada se conoce como la distancia entre el extremo de un bordillo y el otro extremo del bordillo de la acera.

2.3.4. Berma

Berma se conoce como el camino continuo que se encuentra a los extreme del bordillo.

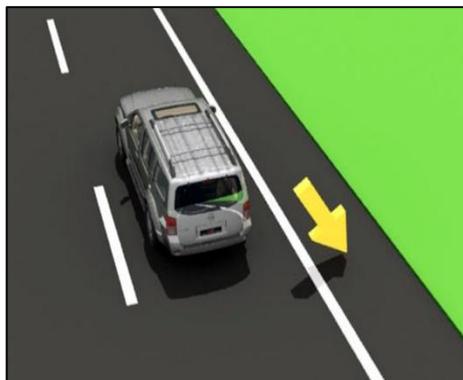


Figura 2. 9 Berma de la autopista
Fuente: (S.A, 2010)

2.3.5. Calzada

La calzada se define como el lugar o sitio que circulan los automóviles.

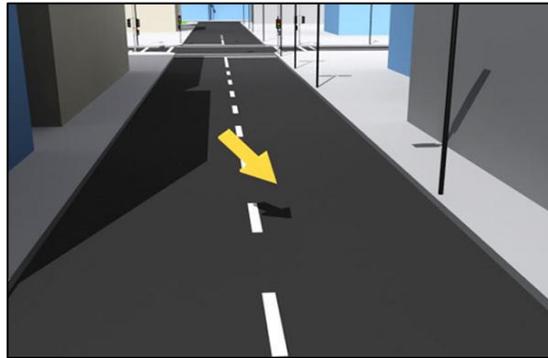


Figura 2. 10 Calzada de la autopista
Fuente: (S.A, 2010)

2.3.6. Camino

Camino se define como el conjunto de aceras, bordillos, y una o más calzadas.

2.3.7. Camino de doble Calzada

Se define como camino de doble calzada al diseño vial de dos sitios de circulación de vehículo en una dirección y la otra calzada en dirección contraria.

2.3.8. Espaciamiento

El espaciamiento se conoce como la distancia que existe entre una luminaria y la otra.

2.3.9. Balasto

El balasto regula la corriente de las lámparas y proporciona suficiente voltaje para encender las lámparas. Sin un balasto para limitar su corriente, una lámpara conectada directamente a una fuente de energía de alto voltaje aumentaría rápida e incontrolablemente su consumo de corriente.

Muy rápidamente la lámpara se sobrecalentaría y se apagaría. Durante el arranque de la lámpara, el balasto debe suministrar brevemente alta tensión para establecer un arco entre los dos electrodos de la lámpara. (Suárez, 2007)



Figura 2. 11 Balasto de una Lámpara
Fuente: (Suárez, 2007)

Una vez que se establece el arco, el balasto reduce rápidamente el voltaje y regula la corriente eléctrica para producir una salida de luz constante.

Mantener una temperatura óptima del electrodo es la clave para una larga vida útil de la lámpara. Por lo tanto, algunos balastos tienen un circuito separado que proporciona un bajo voltaje para calentar los electrodos de la lámpara durante el arranque de la lámpara y típicamente durante el funcionamiento de la lámpara. (Hammer, 1995)

2.3.10. Salida de luz y vida nominal de una lámpara

Para lograr una salida de luz nominal total y una vida nominal de la lámpara desde un sistema de iluminación, las características de salida de un balasto deben coincidir exactamente con los requisitos eléctricos de las lámparas que opera.

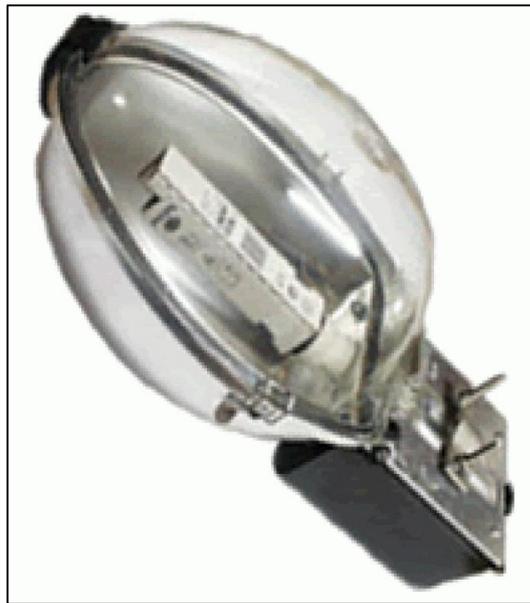


Figura 2. 12 Lámpara de vapor de Sodio
Fuente: (Integral, 2015)

Tradicionalmente, los balastos están diseñados para operar un número específico (generalmente de uno a cuatro) y tipo de lámpara (como una lámpara T8 de cuatro pies) a un voltaje específico (120, 277 o 347 voltios). Por lo tanto, para encontrar un balasto compatible con una luminaria particular se deben conocer el tipo de lámpara, la cantidad de lámpara y el voltaje de línea.

2.4 Lámparas y Luminarias

2.4.1 Clasificación de la Lámparas

Las lámparas se clasifican en las siguientes:

- Lámparas incandescentes
- Lámparas de descarga en gases
- Lámparas fluorescentes
- Lámparas de radiación ultravioleta
- Lámparas de radiación Infrarrojo

2.4.2 Lámparas incandescentes

Las lámparas incandescentes son aquellas que convierten la energía eléctrica en luz, pasando la electricidad a través de un filamento de espiral. Aquel filamento es un alambre de tungsteno, que se calienta hasta que alcance un alto grado de brillo. Las lámparas usualmente se llenan con una mezcla de gas inerte que consiste en principalmente de argón. De la energía que entra en el filamento incandescente, solo 10 a 15 por ciento es emitido como luz; el resto se emite como calor.



Figura 2. 13 Partes de la Lámpara Incandescente
Fuente: (Zúñiga, 2016)

Las lámparas incandescentes vienen en una variedad de formas y tamaños, las lámparas A19 son la forma más común en los hogares, y son 19 octavos de pulgada de diámetro (2 1/8 pulgadas) en el punto más ancho. Diferentes tipos de base están disponibles; el tipo más común es una base de tornillo mediana. (Zúñiga, 2016)

2.4.3 Características de lámparas incandescentes.

La Eficacia de las lámparas incandescentes es baja aproximadamente de 6 a 20 lúmenes por vatio en comparación con lámparas fluorescentes. Su Vida útil es de (de 750 a 2000 horas) en comparación con las lámparas fluorescentes. Las lámparas incandescentes de regulación extienden su vida útil. En la siguiente grafico se observar los diferentes tipos de lámparas incandescentes que hay en el mercado.

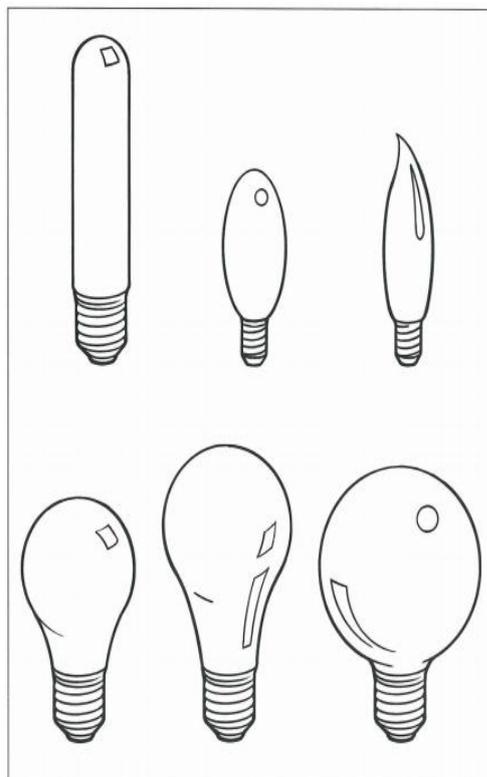


Figura 2. 14 Tipos de lámparas incandescentes
Fuente: Lighting Research Center

2.4.4 Lámparas incandescentes de halógeno

Las lámparas incandescentes halógenas tienen una forma ligeramente diferente y un bulbo de cristal más grueso y más pesado que las lámparas comunes incandescentes, las lámparas halógenas producen luz cuando la electricidad pasa a través de un filamento de tungsteno, calentando el Filamento hasta que brille.

EL filamento se evapora sobre una lámpara, causando que la pared del bulbo ennegrecer lentamente, con pérdida de luz y eventual falla de la lámpara a través de desintegración del filamento.

En lámparas halógenas existe productos químicos llamados halógenos se introducen en el relleno de gas para minimizar el problema de evaporación de filamentos.



Figura 2. 15 Lámpara halógena
Fuente: (DIMEXO, 2017)

Los halógenos re direcciona el tungsteno evaporado al filamento, en lugar de hacerlo sobre la pared del bulbo. Como resultado, la salida de luz no se degrada tan rápido como lo hace con las lámparas incandescentes comunes, para que la vida de la lámpara se extienda.

El ciclo de halógeno es más efectivo cuando las lámparas están funcionando con las temperaturas más calientes del bulbo interior que se

crean con una operación completa. Si estas lámparas se atenúan regularmente durante el funcionamiento y las lámparas comienzan a oscurecerse.

2.4.5 Lámparas reflectoras incandescente

Los focos de las lámparas reflectoras incandescentes tienen revestimientos reflectantes, por lo que son fuentes de luz direccional. Disponible en varias formas de bulbo, generalmente operan con voltaje de línea estándar (120 V) y tener bases de tornillo medianas. La forma del haz de luz tiene forma de cono y se puede especificar en un rango de haz se extiende desde "punto estrecho" hasta "ancho de inundación". Una lámpara "spot" tendrá una distribución más estrecha, con mayor intensidad en el centro del rayo, que una lámpara de "inundación" con la misma potencia y forma de bulbo.

2.4.6 Tipos de lámparas reflectoras incandescentes

Los principales tipos mostrados en la siguiente figura de arriba a abajo, son:

- Reflector Elipsoidales (ER).
- Reflector parabólico aluminizado (PAR).
- Reflector común (R).

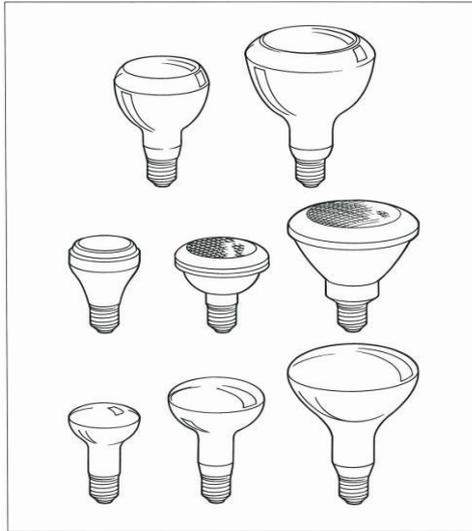


Figura 2. 16 Tipos de lámparas reflectoras incandescentes
Fuente: Lighting Research Center

2.4.6.1 Lámparas Reflectoras Elipsoidales

Las lámparas reflectoras elipsoidales enfocan el haz aproximadamente 2 pulgadas delante del bulbo, lo que hace que estas lámparas sean una elección eficiente en lo profundo, la protección de estas iluminarias es óptima. Las lámparas de reflector común y las elipsoidales reflectoras están moldeadas de cal suave vidrio y no debe usarse en el aire libre. (Joseph, 2009)



Figura 2. 17 Lámpara elipsoidales reflector
Fuente: (Joseph, 2009)

2.4.6.2 Reflector parabólico aluminizado

Las lámparas de reflector parabólico aluminizado proporcionan un mejor control óptico que las lámparas comunes. Las lámparas incandescentes, en particular las de 75 y 150 vatios, han sido utilizadas extensivamente para iluminación de áreas residenciales.



Figura 2. 18 Lámpara PAR
Fuente: (Raynaud, 2017)

En estas lámparas se colocan cápsulas de halógeno dentro de los recintos, existe una amplia variedad de tamaños y potencias, mejorando en gran medida las eficacias de las lámparas.

Debido a la relativamente baja eficacia de lámparas comunes y lámparas de reflector aluminizado no halogenadas, la Ley de Política Energética de 1992 restringirá su uso en el futuro.

2.4.6.3 Reflector común

Las lámparas de reflector más comunes que se encuentran en los hogares son las de 75 vatios y de 150 vatios. Ambos ofrecen oportunidades para un reemplazo eficiente de la energía, ya sea con lámparas reflectoras fluorescentes compactas o con lámparas halógenas. (Philips, 2017)



Figura 2. 19 Lámpara reflector Común
Fuente: (Philips, 2017)

2.4.7 Lámpara Incandescente: Halógeno tubular

Las lámparas halógenas de forma tubular ofrecen algunas de las mismas ventajas que lámparas halógenas comunes y lámparas halógenas (PAR). El ciclo de halógeno proporciona mayor eficacia, menor depreciación de la luz sobre la vida útil de la lámpara y vida más larga que la tecnología de lámpara incandescente común.

La pared del bulbo de una lámpara halógena está hecha de vidrio de cuarzo que puede soportar altas temperaturas de funcionamiento. Las lámparas deben manejarse con cuidado porque a altas temperaturas pueden agrietar el sobre de cuarzo. Las típicas lámparas halógenas con forma de tubo doble son de 3 a 5 pulgadas de largo y 100 a 1500 vatios.

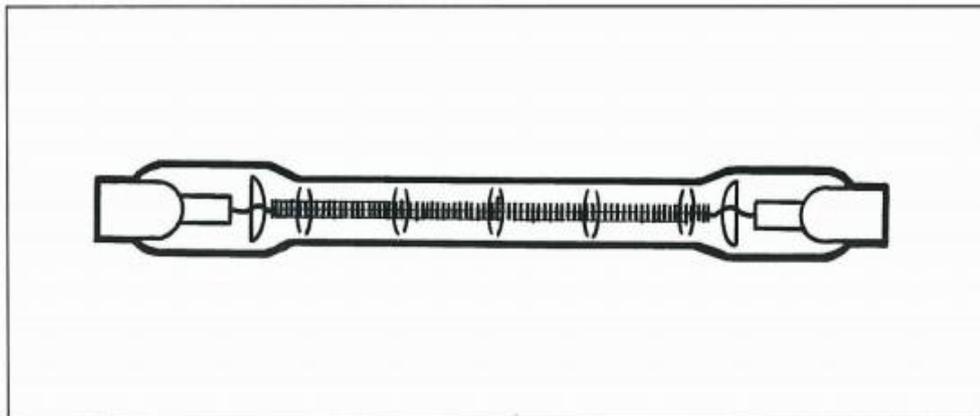


Figura 2. 20 Halógeno tubular
Fuente: (Philips, 2017)

Las versiones con un solo terminal van desde el 75 a 500 vatios. Sus altas temperaturas de funcionamiento y diferentes bases de lámparas, tubulares en forma de Las lámparas halógenas no son reemplazos directos de las lámparas comunes o lámparas de halógeno.

Por razones de seguridad, las lámparas deben estar protegidas por una cubierta de vidrio para evitar daño potencial por la ruptura de la lámpara. Las lámparas halógenas de forma tubular tienen un recubrimiento especial que dirige el calor infrarrojo y vuelve al filamento, aumentando la eficacia.

2.4.8 Lámpara Incandescente: halógeno de bajo voltaje

Las lámparas halógenas de bajo voltaje funcionan a menos de 30 voltios, por lo tanto, requiere transformadores para reducir la tensión suministrada a la lámpara. Sus filamentos cortos y gruesos permiten un tamaño de lámpara compacto, excelente control óptico.

Las Lámparas halógenas incluyen pequeñas lámparas reflectoras multifacéticas. Las lámparas halógenas de bajo voltaje no son directo reemplazo de otros tipos de lámparas incandescentes porque necesita un transformador y porque sus bases no caben en los enchufes que son diseñado para otras lámparas incandescentes.

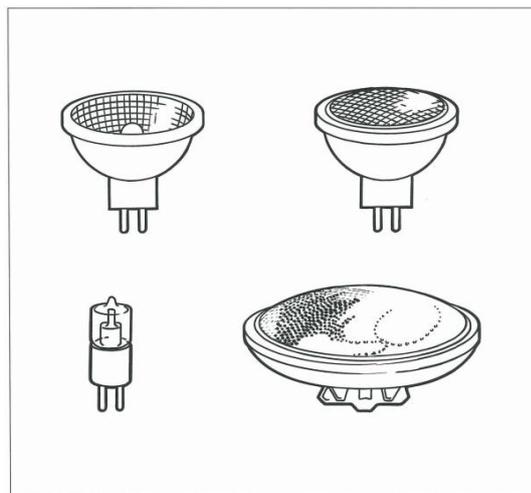


Figura 2. 21 Tipos de lámparas incandescentes de halógeno de bajo voltaje
Fuente: (Raynaud, 2017)

Debido a la inversión inicial requisitos para instalar sistemas de iluminación de bajo voltaje, son más adecuados para iluminación ambiental. Su eficiencia es entregar luz precisamente donde se quiere y produciendo poco desperdicio.

2.4.9 Lámparas de Descarga de alta intensidad

Las lámparas de descarga de alta intensidad (HID) incluyen vapor de mercurio, metal haluro y lámparas de sodio de alta presión. Esta familia de lámparas contiene algunas de las lámparas más eficaces. Todas son fuentes de luz no direccionales y requieren una protección para la operación.

Algunas lámparas de vapor de mercurio blanco tienen recubrimientos de fósforo y tienen mejores cualidades de color que las lámparas transparentes. Aunque son más eficaz que las lámparas incandescentes y son de bajo costo las lámparas de vapor de mercurio no son tan eficaces como la mayoría de las lámparas fluorescentes u otras Lámparas HID de salida de luz.

Las lámparas de halogenuros metálicos son más eficaces que las lámparas de vapor de mercurio.

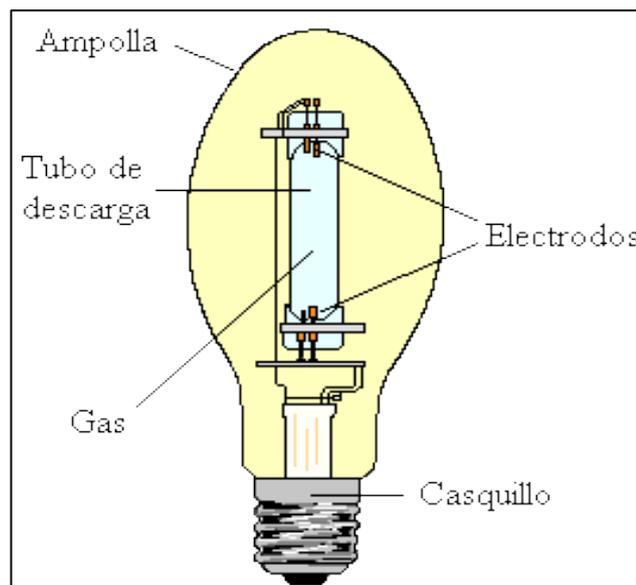


Figura 2. 22 Partes de una lámpara de descarga de alta intensidad
Fuente: (Alarcon, 2002)

Las lámparas compactas de halogenuros metálicos tienen potencias más bajas. La mayoría de las lámparas de halogenuros metálicos requieren una luminaria cerrada u otra medida de protección para evitar posibles roturas al final de la vida útil y filtrar la luz ultravioleta.

2.4.10 Vida útil y características eléctricas de las lámparas de Descarga

Potencia: consume muy poca potencia durante el funcionamiento de la lámpara.

Eficacia: alta.

Vida útil: hasta 24,000 horas.

Costo: más alto que las lámparas incandescentes y fluorescentes y las de vapor de mercurio; pero estas lámparas son menos costosas que las lámparas de haluro de sodio o metal de alta presión y son menos eficaces.

2.4.11 Características del color de las lámparas de Descarga

El color de estas lámparas generalmente es decadente, aunque se puede obtener una buena reproducción del color a partir de algunas lámparas de haluro de metal y sodio de alta presión mejorando su color.

La apariencia de color de halogenuros metálicos de alta presión y las lámparas de sodio pueden cambiar con el tiempo.

Poseen una salida alta de luz.

2.4.12 Lámpara de sodio de alta presión

Las lámparas de sodio de alta presión requieren un balasto con un arrancador de alto voltaje porque a diferencia del mercurio y las lámparas de halogenuros metálicos, no contienen electrodos de partida. Las lámparas de sodio de alta presión producen un color amarillo y blanco.

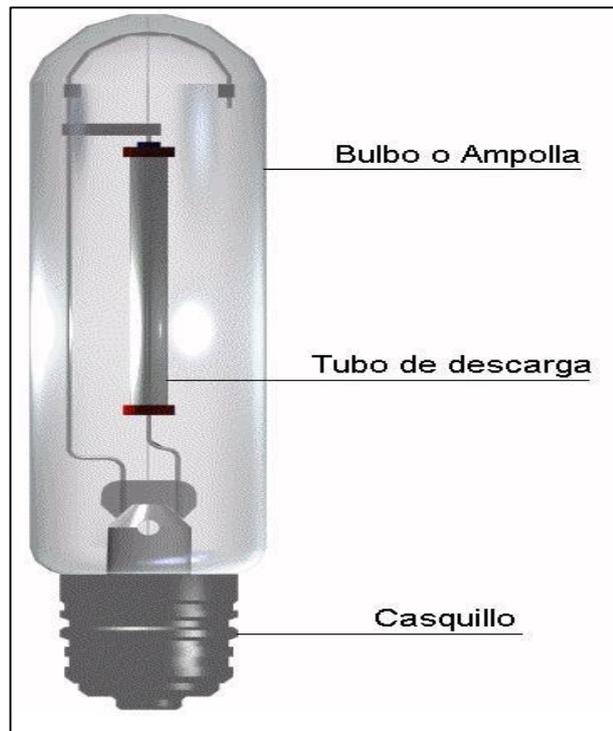


Figura 2. 23 Bombilla de sodio
Fuente: (Codensa, 2011)

Existen dos tipos de lámpara de sodio de alta presión: blanco y amarillo. Lámparas blancas de sodio de alta presión tienen características que se aproximan a las de las lámparas incandescentes. En ambos tipos, la eficacia se reduce significativamente en comparación con la presión estándar de lámparas de sodio, pero todavía es mucho mayor que las lámparas incandescentes. (Codensa, 2011)

Las lámparas de vapor de sodio de alta presión son las más avanzadas. Las radiaciones emitidas por estas lámparas representan un espectro de emisión con bandas más anchas. Se mejoran las características de las lámparas, pero la eficacia luminosa y la reproducción cromática siguen siendo el punto débil de estas lámparas. El tubo de descarga llega a alcanzar temperaturas de 1000°C.

Tabla 2. 1 Características Técnicas de una lámpara de vapor de sodio 400W

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS					
ITEM	CARACTERÍSTICA	UNIDAD	VALOR EXIGIDO		
1	Potencia nominal	[W]	400		
2	Tensión en los terminales de la bombilla (r.m.s)	[V]	<i>Objetivo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Mínimo</i>
			100	115	85
3	Tensión de extinción de la Bombilla (r.m.s)	[V]	<i>Objetivo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Mínimo</i>
			125		
4	Incremento de tensión máximo en los terminales de labombilla	[V]	12		
5	Corriente de la Bombilla (r.m.s)	[A]	4,5		
6	Bulbo (Forma / Tipo)	—	Tubular / Claro		
7	Posición operación	—	Universal		
8	Base o casquillo	—	E-40		
9	Tensión de ensayo para estabilización "calentamiento"	[V]	198		
10	Tiempo máximo requerido para alcanzar 50 V mínimo en los terminales de la bombilla	minutos	7		
11	Correlación de la temperatura del color	[°K]	2 100		
12	Coordenadas de la cromaticidad x / y	—	0,519 / 0,4180		
13	Índice del rendimiento del color	—	21 – Clase 4		
14	Eficacia mínima	[Lm/W]	137		
15	Luminancia promedio	cd/cm ²	≥ 600		
16	Flujo luminoso 100 horas	[Lm]	≥ 55 000		
17	Vida promedio	horas	24 000		

Fuente: Autor

2.5 Lámpara de vapor Mercurio

El fenómeno eléctrico que ocurre en las lámparas de vapor de mercurio es el siguiente: los electrodos de partida están conectados al electrodo inferior a través de una resistencia (R).

El tubo contiene mercurio y la presión de vapor deseada. El Argón puro inicia el arco antes de la vaporización a medida que aumenta la presión.

La radiación pasa a ser visible. La clasificación estándar es 100,250, 3000 W con una iluminación típica de 35 lm/W.



Figura 2. 24 Lámparas de vapor de mercurio a alta presión
Fuente: (Neored, 2014)

La iniciación del arco tiene lugar en 20 voltios, aproximadamente 5 amperios. El arco de argón dura 2 minutos con un brillo azulado. Aproximadamente 137 V, 3.2 A, el mercurio se vaporiza y toma el control.

El tiempo de ejecución más bajo es de alrededor de 2 minutos. El balasto es un reactor en serie que limita la corriente. Factor de potencia típico es 0.65 o 0.7 posee condensadores agregados a través de la lámpara que mejoran el factor de potencia 0.94. (Neored, 2014)

Tabla 2. 2 Características técnicas de una lámpara de vapor de mercurio

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS					
ITEM	CARACTERÍSTICA	UNIDAD	OBJETIVO	MÍNIMO	MÁXIMO
1	Tensión de encendido	[V]	-	-	180
2	Corriente de calentamiento	[A]	2,93	-	-
3	Tensión de calentamiento	[V]	-	102	-
4	Duración de calentamiento	Minutos	-	-	12
5	Tensión mínima para operación estable	[V]	-	198	-
6	Potencia de la bombilla	[W]	400	-	420
7	Tensión en los bornes de la bombilla	—	135	120	150
8	Corriente absorbida por la bombilla	—	3,25	-	-
9	Casquillo	—	E 40/40		
10	Forma del bulbo	—	Elipsoidal		
11	Acabado del bulbo	—	Recubrimiento fosforado		
12	Flujo luminoso 100 horas	[Lumen]	>= 22 000		
13	Vida promedio	Horas	24 000		

Fuente: Autor

2.6 Usos de la lámpara de vapor de mercurio

Estas lámparas son adecuadas para iluminación de fábrica, iluminación exterior e iluminación de calles. Las lámparas de vapor de mercurio necesitan 5 minutos de enfriamiento antes de reiniciar.

Se sabe que las lámparas que combinan la luz UV se denomina lámparas Sun las mismos que toman 3 minutos de funcionamiento y 5 minutos para reiniciar son más útil.

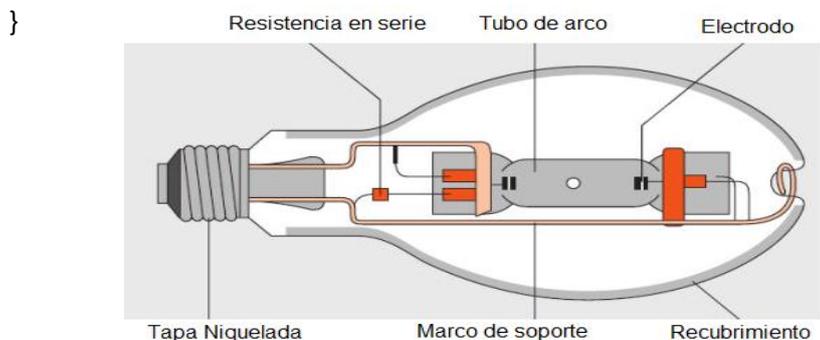


Figura 2. 25 Partes de una lámpara de vapor de mercurio
Fuente: (Ledvance, 2017)

Las lámparas de vapor de mercurio dan un espectro de banda que el Mercurio que irradia alrededor es 320 a 400 nm. Hay que recordar que 365nm está en esta región. (Ledvance, 2017)

2.7 Diagramas de bloques de Balance Energético para lámparas de alumbrado publico

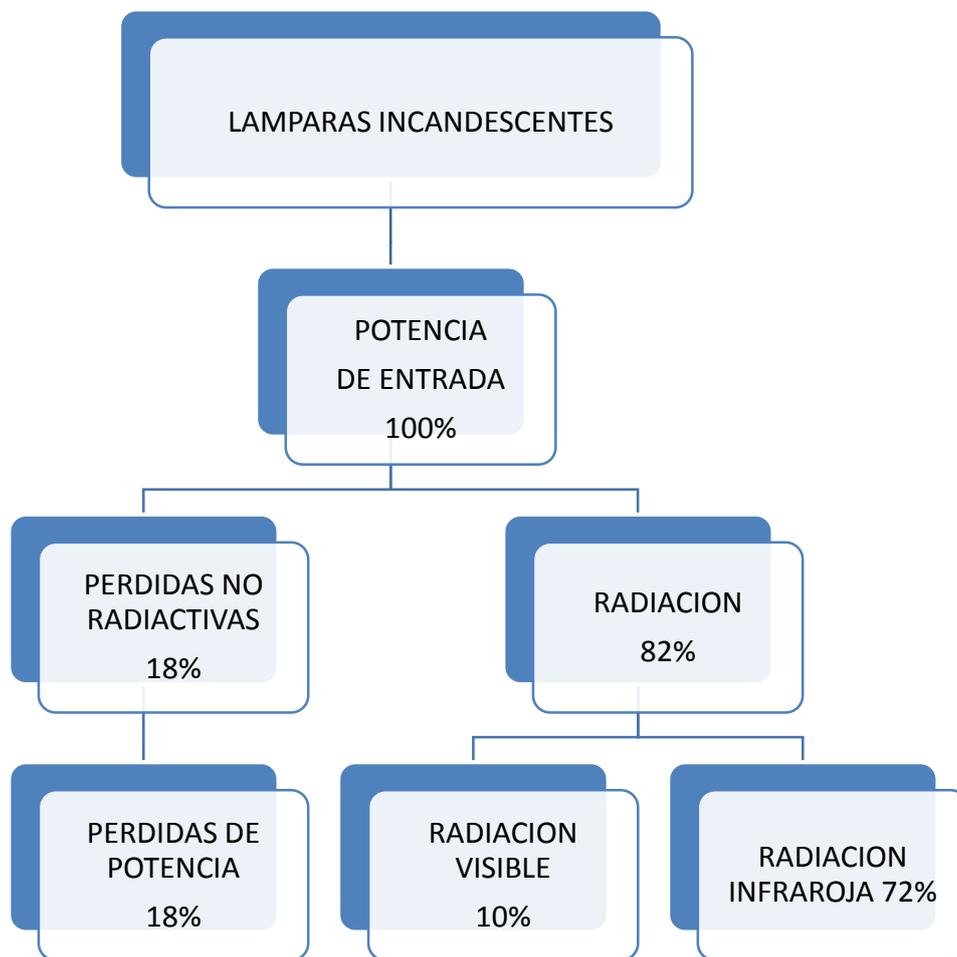


Figura 2. 26 Balance energético de lámparas Incandescente
Elaborado por: Autor



Figura 2. 27 Balance energético lámparas fluorescentes
Elaborado por: Autor

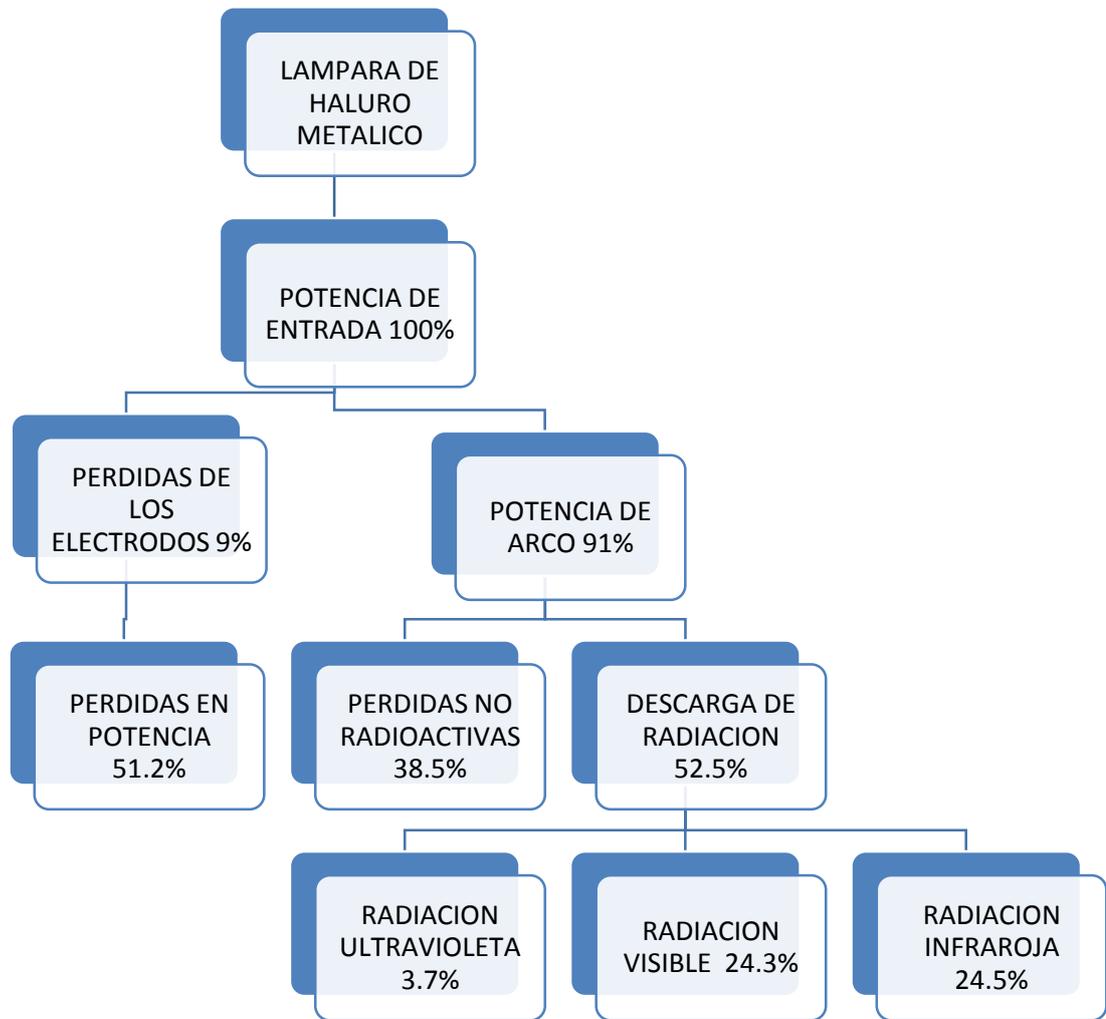


Figura 2. 28 Balance energético de Lámparas de Haluro Metálico
Elaborado por: Autor

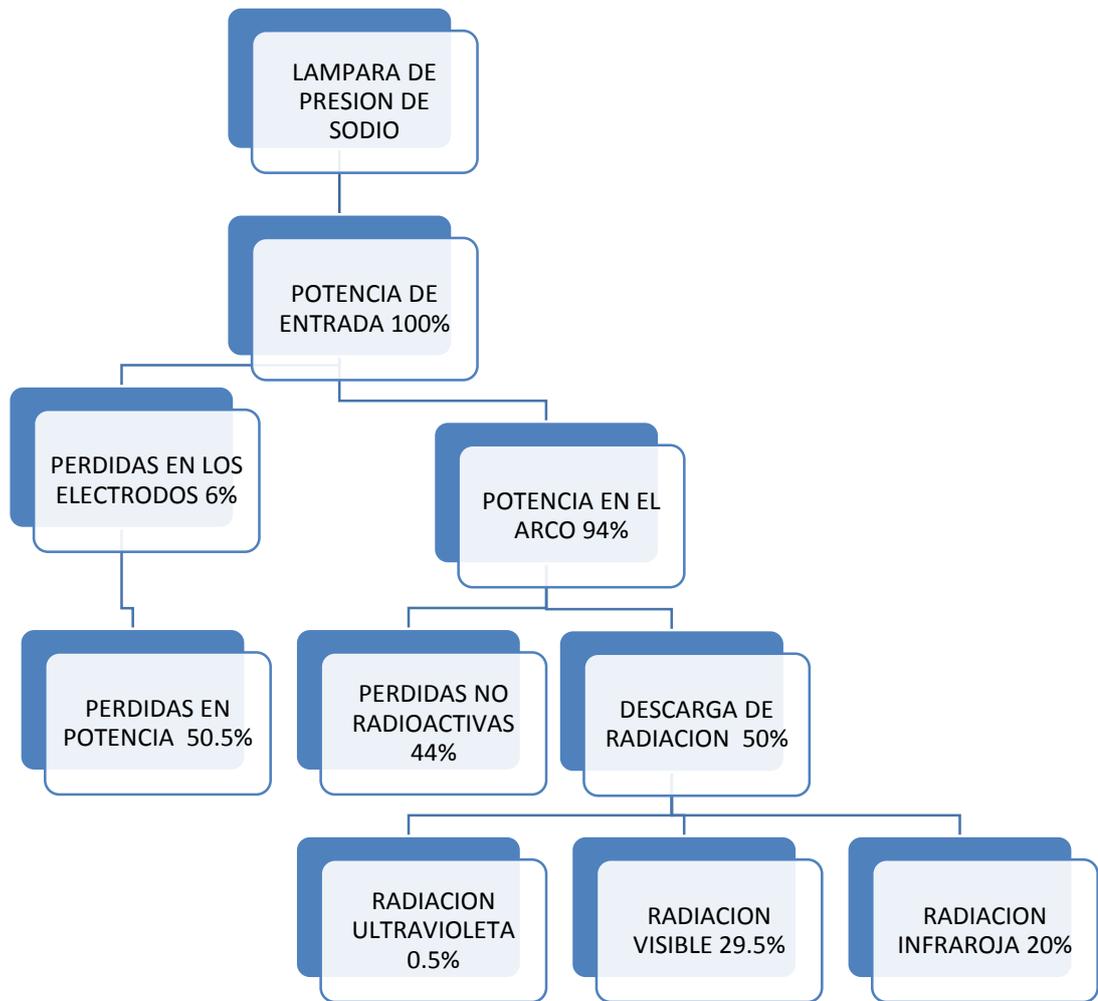


Figura 2. 29 Balance energético de Lámparas de presión de Sodio
 Elaborado por: Autor

2.8 Tecnología LED

El propósito de este informe es proporcionar una comprensión de cambios recientes en la industria y la tecnología, todo apunta a usar fuentes de luz LED.



Figura 2. 30 Tecnología Led
Autor: (GWINLED, 2012)

Es recomendable usar el modelo y especificaciones para luminarias LED y controles de iluminación en el alumbrado público, se tomará en cuenta sugerencias para mejorar la iluminación pública basadas en normas y cambios de dicha tecnología, se dará a conocer las características complementarias y se mencionará qué esperar de la tecnología en iluminación led a medida que avanza la tecnología.

2.9 Historia del desarrollo de la tecnología LED

En 1907 H. J. Round al trabajar en la tecnología de diodos para radios encontró el efecto ahora conocido como electro luminancia. Aplicando 10-110 V a un cristal observo un resplandor amarillo pequeño un poco más tarde O. Lossev informó que la luz no era un producto de incandescencia y que la luz podría encenderse y apagarse a alta velocidad. Con el descubrimiento de una variedad materiales en la década de 1950, una gama de posibilidades ópticamente mejorada en cuanto la iluminación.

En 1962, la primera realización de LED, con uniones p-n realizadas con un crecimiento, fueron informados por múltiples laboratorios de investigación. (Moreno, 2012)

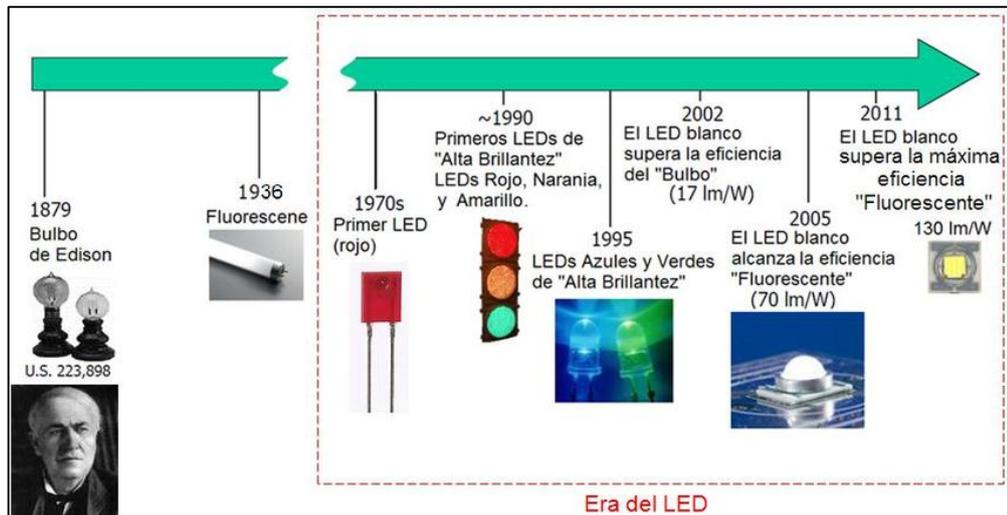


Figura 2. 31 Historia de la Tecnología Led
 Autor: (Moreno, 2012)

El primer LED de luz roja se realizó con Fosforo de galio y arsénico por Holonyak en 1962. Estos LEDs fueron hechos comercialmente disponibles en la década de 1960. El Desarrollo de técnicas de fabricación continuó durante los años setenta y ochenta.

El primer LED azul fue presentado por Akasaki en 1992. Estaba construido con Nitruro de galio y tenía, por el momento, una alta eficiencia del 1%. Los LED verdes se pueden hacer usando Arseniuro de indio con eficiencias de hasta 10%

Con LED rojos, azules y verdes brillantes disponibles, la posibilidad de pantallas a color fue realizado. Se requieren combinaciones de luz roja, verde y azul para mezclar los colores más perceptibles. Por otra parte, el desarrollo del Led azul también lleva a la posibilidad de que el LED blanco se podría hacer, usando la conversión de longitud de onda materiales para convertir la radiación de onda corta a la radiación de longitud de onda más larga. (Lozano, 2012)



Figura 2. 32 Primeras luces Led
 Autor: (Lozano, 2012)

Con la introducción de fuentes de luz blanca, el concepto de la iluminación utilizando materiales de estado sólido se logró distinguir el método de otras formas de iluminación.

Un aspecto importante del desarrollo de la iluminación LED es la forma en que la luz y la producción han aumentado a un ritmo acelerado desde que comenzó el desarrollo. El efecto la eficiencia y la producción de luz se han duplicado.

INCANDESCENTE	HALÓGENA	FLUORESCENTE	LED
30W	25W	8W	3W
60W	50W	14W	8W
75W	60W	17W	12W

Figura 2. 33 Equivalencia Lumínica
 Autor: (Pascual, 2016)

Se espera que cuando el desarrollo entre en la etapa de madurez caracterizada por una disminución de mejoras y rendimientos decrecientes con respecto a la eficiencia energética, los sistemas LED habrán superado la mayoría de los otros métodos de iluminación con respecto a eficacia luminosa. (Pascual, 2016)

2.10 Iluminación de estado sólido o iluminación Led

Un gran porcentaje del consumo de energía del mundo se utiliza para la iluminación. El uso de 2.7 PWh/año para la iluminación eléctrica representaron el 16% de la electricidad generada y 6,5% del consumo total de energía en 2005 con un aumento del 35% desde 1997.

En las partes desarrolladas del mundo donde la iluminación eléctrica se usa primordialmente, el creciente consumo de energía, la creciente preocupación por la disponibilidad de energía y la emisión de gases y otros contaminantes, han causado un mayor enfoque en la eficiencia dentro de la iluminación.



Figura 2. 34 Iluminación mundial vista desde el espacio
Autor: (Sandoval, 2012)

En lugares del mundo que están en pleno desarrollo aproximadamente 2 mil millones de personas viven sin acceso a la iluminación eléctrica, confiando su iluminación a base de combustible como el queroseno.

Esta forma de iluminación causa riesgo de incendio y problemas de salud. Por ejemplo, por inhalación de dióxido de nitrógeno.

La Tecnología LED o iluminación de estado sólido presenta una solución efectiva y robusta para disminuir la demanda de energía en general. Combinado con células solares y baterías eficientes, la tecnología LED por ejemplo, se puede utilizar para iluminación sin conexión a la red en áreas rurales subdesarrolladas.

Una de las motivaciones clave para el desarrollo reciente de la iluminación LED es la posibilidad para aumentar la eficiencia y la producción de luz. El descubrimiento de la electroluminiscencia y la invención del LED a principios del siglo XX fue simplemente un punto de partida para un desarrollo que continúa hoy en día. (Sandoval, 2012)

2.11 Tecnología actual Luminarias LED

Las fuentes de luz LED son más brillantes, más eficientes energéticamente que otras fuentes de luz y se pueden controlar fácilmente (encendido instantáneamente / apagado o atenuado) desde sistemas remotos basados en Internet. Fuente matriz de Luz LED, que consta de filas de celdas LED interconectadas en una placa de circuito están actualmente disponibles en temperaturas de color fijas que van desde 3000 hasta 6000 grados Kelvin en incrementos de 500 grados Kelvin (226,85 grados centígrados) con tolerancia de ± 300 grados Kelvin.



Figura 2. 35 Bombilla Led Samsung para Farolas
Autor: (Lopez, 2014)

En la actualidad empresas que exhiben tecnología LED para alumbrado público y fabricantes hacen tanto la luminaria que es el accesorio que contiene una matriz de fuente de LED y la iluminación que se basan en sistemas de control, mientras que otros solo diseñan luminarias para operar con sistemas de control de iluminación estandarizados y otros fabricar solo sistemas de control. Muchos tipos de luminarias producen deslumbramiento significativo cuando se muestra en exhibición.

Las temperaturas de color son predominantemente en los rangos más altos, de 4000 a 5700 grados Kelvin, y los productos varían en su capacidad para interactuar con un sistema de control.

2.12 Sistema de control de iluminación LED

En los últimos años, el monitoreo y control remoto en tiempo real se ha convertido en una característica clave en la mayoría de los faroles LED, debido al papel fundamental que estos desempeñan en el logro de los beneficios de ahorro de energía y mantenimiento característicos de estos sistemas de iluminación.

Un sistema de control moderno consta de tres principales componentes:

- El nodo de control de iluminación que es un dispositivo físico conectado a cada luminaria que opera la matriz de LED de la luminaria y comunica datos operacionales a una red de control de luz.

- Una red de control de iluminación, que sirve para conectar el control de nodos a Internet y permite a los nodos comunicarse con un servidor de administración central.
- El servidor de la administración central, que envía comandos a los nodos de control de iluminación, gestiona y almacena datos del estado de la luminaria registrados por los nodos, proporcionando una interfaz al operador para controlar las luces y conocer su estado.

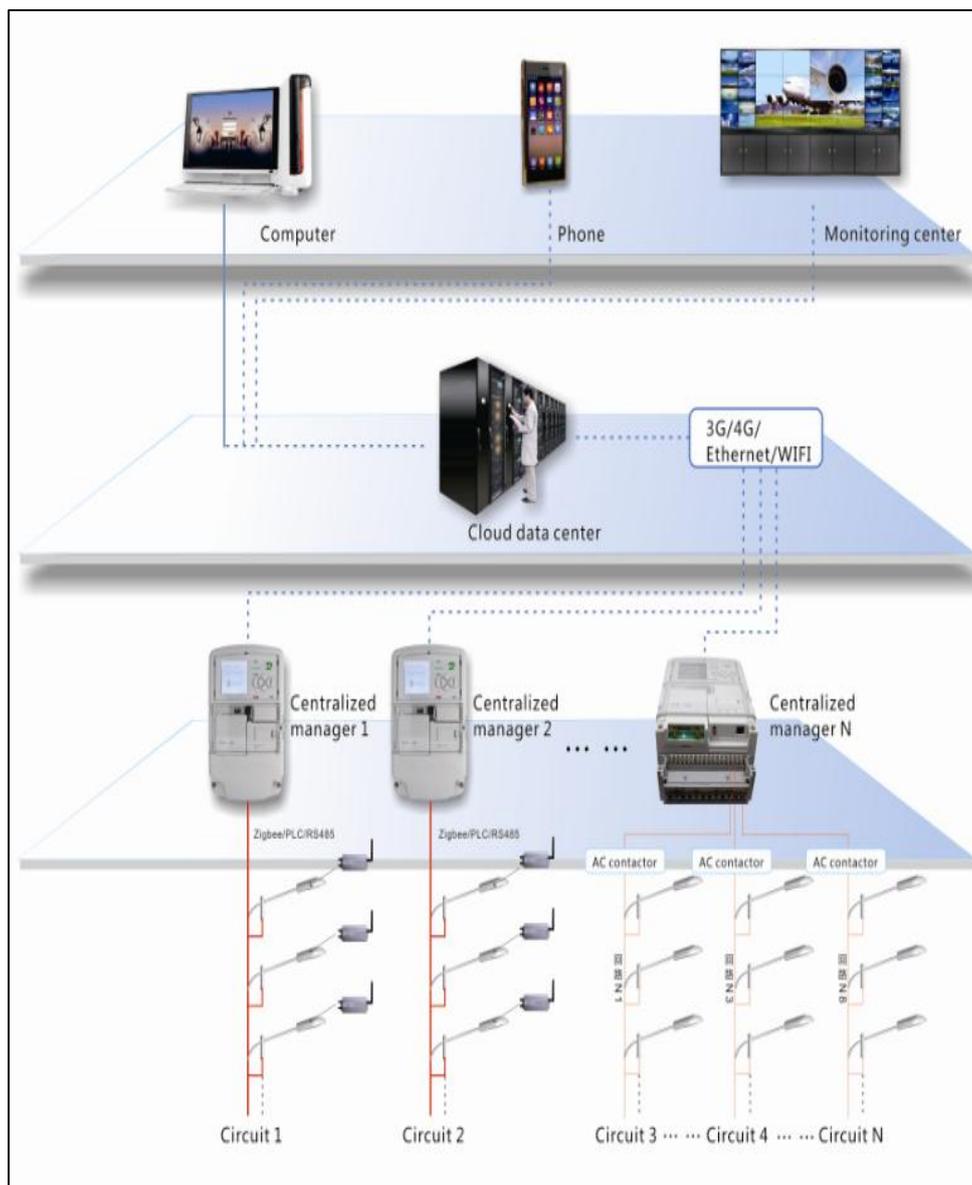


Figura 2. 36 Sistema de control para iluminación Led
 Autor: (Leyview, 2016)

2.13 Nodo de control de iluminación

Un nodo de control de iluminación es un dispositivo conectado a Internet adjunto a una luminaria. El nodo de control asume las siguientes responsabilidades:

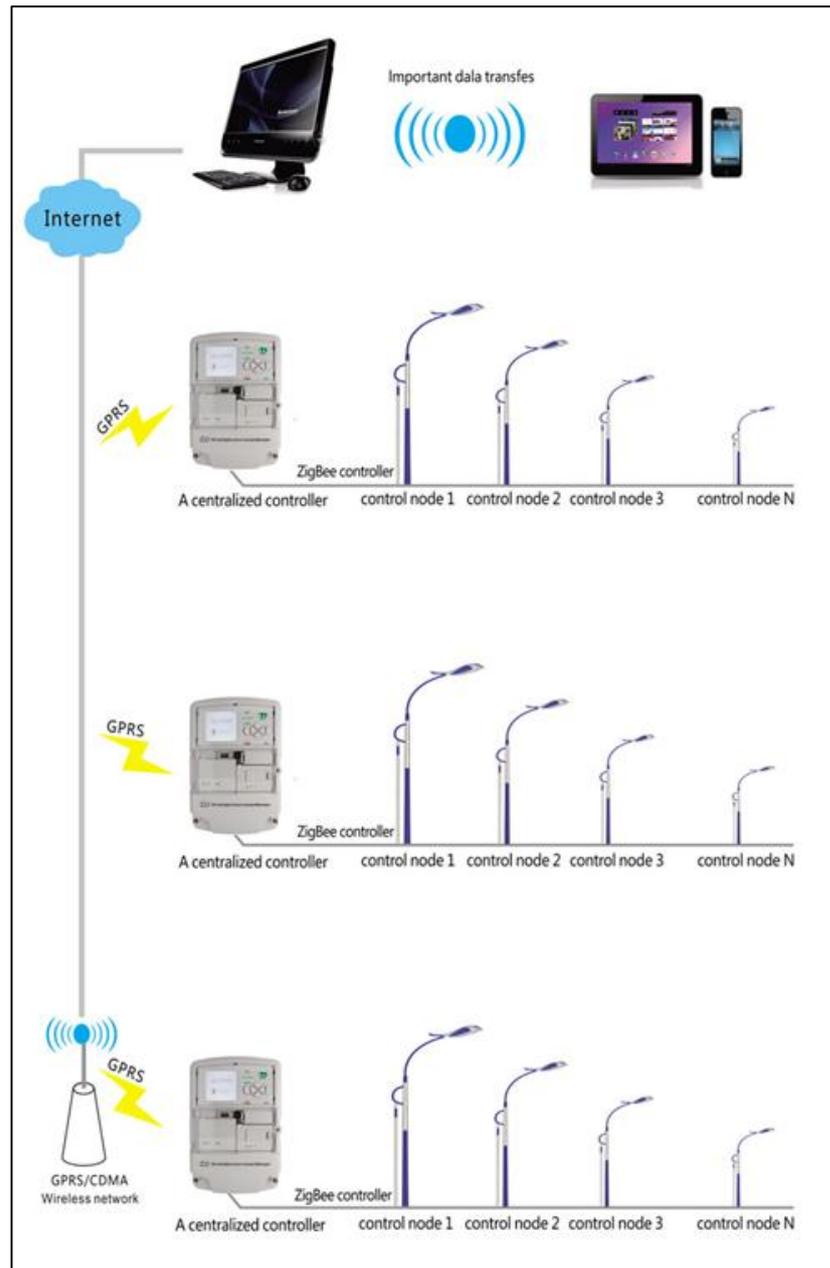


Figura 2. 37 Sistema de un nodo de control en iluminación Led
Autor: (Leyview, 2016)

Monitoreo de luminarias

El nodo es capaz de monitorear y registrar el estado de las luminarias. El monitoreo puede incluir el registro de estadísticas clave tales como el uso de energía de la luminaria o su estado de regulación. La Información se retransmite periódicamente desde el nodo a una base de datos central, el servidor puede ser consultado por un operador de red de iluminación.

Mantener las tasas de uso de datos, las estadísticas de luminarias pueden enviarse a la base de datos central y en frecuencias que van desde cada minuto hasta una hora.

Control de atenuación de la luminaria

El nodo es responsable de enviar comandos de atenuación o encendido/apagado a la luminaria. Estos comandos pueden ser el resultado de acciones de operador de red de iluminación o por el sistema ejecutando automáticamente un programa de atenuación pre configurado. (Leyview, 2016)

2.14 Red de control de iluminación Led

Los nodos de control de iluminación se encuentran en cada luminaria en la misma ubicación que la fotocélula típica.

El receptor de energía para el controlador, ya sea un receptor de 5 pines o 7 pines según el fabricante. Los controladores, o los nodos, tienen los pines macho equivalentes y se conecta directamente al receptor.

El nodo de control se comunica con el sistema de iluminación y el servidor de base de datos central de las siguientes tres formas:

2.14.2 Conexión directa de iluminación Led

La solución más simple es conectar directamente el nodo de control al Internet a través de una conexión por cable, como un enlace de fibra que está disponible en el poste de luz. Esto ofrece la oportunidad de un gran ancho de banda y una comunicación entre el nodo de control e Internet.

La conectividad puede ser necesaria, por ejemplo, si la luminaria requiere una cámara de video para transmitir al central servidor.

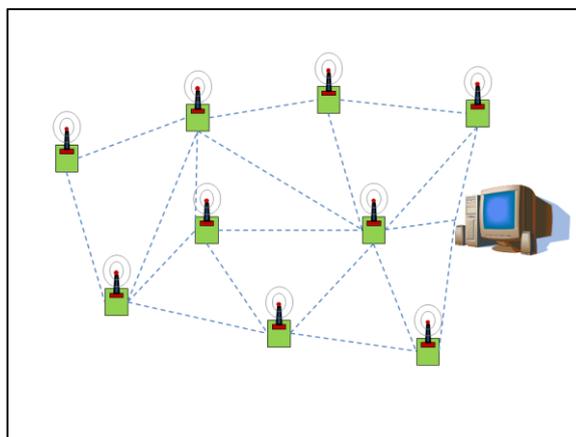


Figura 2. 38 Conexión directa de iluminación Led
Autor: (Industria, 2011)

Si bien es posible proporcionar dicho enlace cableado a un número limitado de polos en un área crítica de la ciudad hoy en día, sería muy costoso tener un enlace por cable de gran ancho de banda disponible en cada poste de luz en toda una ciudad. (Industria, 2011)

2.14.3 Configuración en el celular

Una alternativa es que el nodo se conecte a Internet a través de una conexión de red celular. Este diseño conserva los beneficios de una conexión directa entre cada nodo de control e Internet. Sin embargo, los proveedores usan datos de precios por dispositivo, de modo que cada nodo del poste se agrega al costo de la instalación, independientemente de la cantidad de datos por el nodo. Como resultado, incluso a un costo de unos pocos centavos por

nodo por megabit por mes, una ciudad con decenas a cientos de miles de farolas incurriría en un servicio de datos significativo por ende sería muy costos con este modelo.

2.14.4 Configuración de red inalámbrica de malla

En esta configuración se busca evitar el alto costo de agregar cada nodo de iluminación a una red de celular, una alternativa es proporcionar conectividad celular que presenten escasos nodos de "puerta de enlace" y luego utilizar una malla inalámbrica de red para agregar datos de todos los demás nodos a la puerta de enlace. Este diseño requiere un sistema altamente complejo para agregar las necesidades de comunicación de datos para muchos nodos en una sola conexión celular de puerta de enlace, para reducir los costos del servicio de datos.

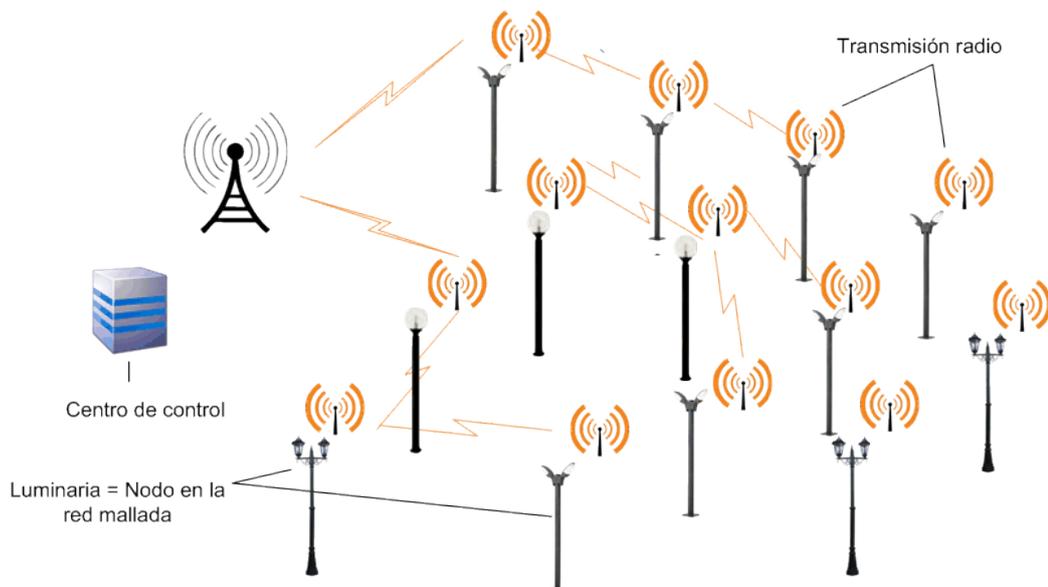


Figura 2. 39 Conexión de red inalámbrica y malla
Autor: (Electrónica., 2015)

2.15 Servidor central de administración y software de iluminación inteligente

Un servidor de administración central, también llamado control de farola y software de monitoreo, requiere configurar, controlar, y monitorear una red de alumbrado público desde casi cualquier lugar como por ejemplo un centro de operaciones de red, una ciudad o una oficina de contratistas, un carro de servicio, en cualquier momento. Un aspecto importante del software de gestión es que permite al municipio definir unidades administrativas que puedan manejar diferentes implementaciones en diferentes áreas geográficas. Un supervisor también puede controlar múltiples áreas dentro de la misma aplicación de software.

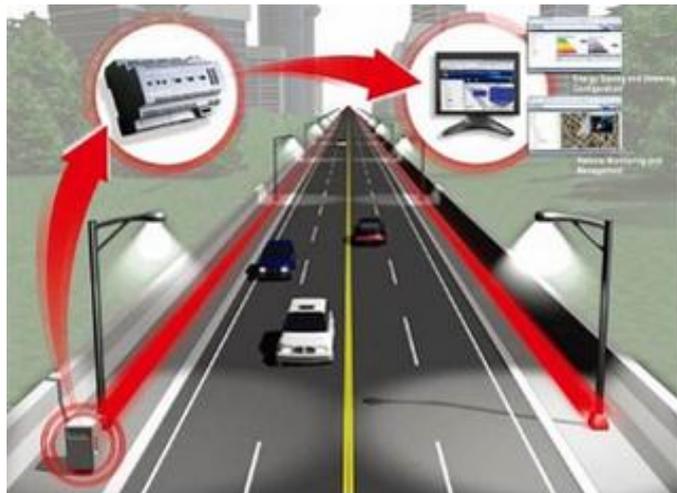


Figura 2. 40 Sistema Central para el control de Iluminación
Autor: (SOLARA, 2010)

El software de administración central crea nuevos negocios y oportunidades para las empresas de servicios de energía de alumbrado público y contratistas de mantenimiento para proporcionar monitoreo a través de centros de operación de red con un software de administración disponible a través de Internet.

Esto a su vez crea el potencial para ahorros adicionales de costos de mantenimiento al agregar esta innovación en cada ciudad que la use.

El proveedor de software puede operar y mantener el sistema de iluminación por una tarifa de servicio, o entregar la administración completa a la dirección de cada ciudad. (SOLARA, 2010)

2.16 Control de iluminación y funciones de monitoreo

El control de iluminación y funciones de monitoreo cumplen los siguientes puntos:

Control de atenuación

- Oscurecimiento continuo desde 0-100%.
- Control automático de programa de regulación capaz de configurar un programa de atenuación por día en la semana y configuración de umbrales de encendido y apagado de la fotocélula.

Soporte de salida de luz constante y la vida útil de la luminaria

- Aumenta la potencia para mantener un nivel consistente de salida de luz sobre la vida útil de la matriz LED

Soporte de selección de luminarias

- Realiza atenuación y soporte de salida de luz constante para ambos
- luminarias individuales y también en grupos de luminarias.
- Los grupos son definibles usando una interfaz de control basada en la Web a través de selección en un mapa; un administrador del sistema también puede crear grupos manualmente.

Capacidad de respuesta

- Muestra cualquier cambio de control reflejado, correspondiente al estado de la luminaria dentro de los treinta segundos.

Consulta de información

- Valores estáticos: tipo de luminaria, altura de montaje de la luminaria y Posición del GPS.
- Estadísticas en tiempo real: potencia, factor de potencia, voltaje, corriente, valor real de regulación como un porcentaje de la intensidad máxima.

- Diagnostica la fuente de alimentación, el controlador y las fallas del conjunto de LED.
- Valores de configuración: umbrales de fotocélula, solicitando atenuación valor, horario activo actual.
- Historia de los valores de la luminaria: horas totales de combustión, energía total consumida (kWh), comportamiento reciente de oscurecimiento real por línea de tiempo vista, registro de eventos relacionados con la luminaria incluyendo fallas.
- Soporte de flujo de trabajo de mantenimiento: alertas de correo electrónico y texto cuando se producen fallas, resumen diario y semanal de eventos y fallas, capacidad para ingresar manualmente eventos de servicio en registros de eventos por luminaria.
- Capacidad de actualizar todo el software del sistema de control a través de la nube.

2.17 Ciudades inteligentes e iluminación LED

Las funciones de detección y control se están convirtiendo rápidamente en una parte del conjunto de iluminación general ofrecido por los principales fabricantes. Las aplicaciones de esta tecnología tienen el potencial de ser de gran alcance en su capacidad para afectar la forma en que operan las ciudades inteligentes.

En un futuro no muy lejano, las ciudades inteligentes van a requerir mucha más energía a medida que los sistemas digitales estén más conectados e influyan en todos los aspectos de la vida de los ciudadanos. Así, esta transición a una sociedad urbana inteligente va a traer consigo un enorme aumento de la cantidad de datos que se transmiten entre dispositivos.



Figura 2. 41 Representación gráfica de una ciudad inteligente
Autor: (Dallas, 2015)

Dos aspectos claves de la retro adaptación con luminarias LED con respecto a operaciones de ciudad inteligente son las siguientes:

- El primero es la capacidad de la luminaria físicamente albergar sensores, que es una característica que algunos fabricantes ofrecen.
- El segundo es que el reemplazo de todos de las luminarias presenta una oportunidad y crear una plataforma para detección distribuida, computarizada y análisis a escala de la ciudad. La instalación de nodos computarizados y los sensores pueden ser rentables cuando se realizan simultáneamente con la instalación de nuevas luminarias para alumbrado público. (Dallas, 2015)

2.18 ¿Qué es una ciudad inteligente?

Las Ciudades inteligentes es un término que se ha utilizado ampliamente para identificar ciudades que han instalado controles de iluminación, sensores o redes para la transmisión de datos solo o en combinación.

Estas ciudades generalmente se interpretan como inteligentes electrónicamente por su capacidad de medir las condiciones existentes y el rendimiento, con la promesa de volverse más inteligente a medida que más datos se recojan y, a través de algoritmos, para aprender y auto ajustarse a lograr mayores niveles de rendimiento. (Dallas, 2015)

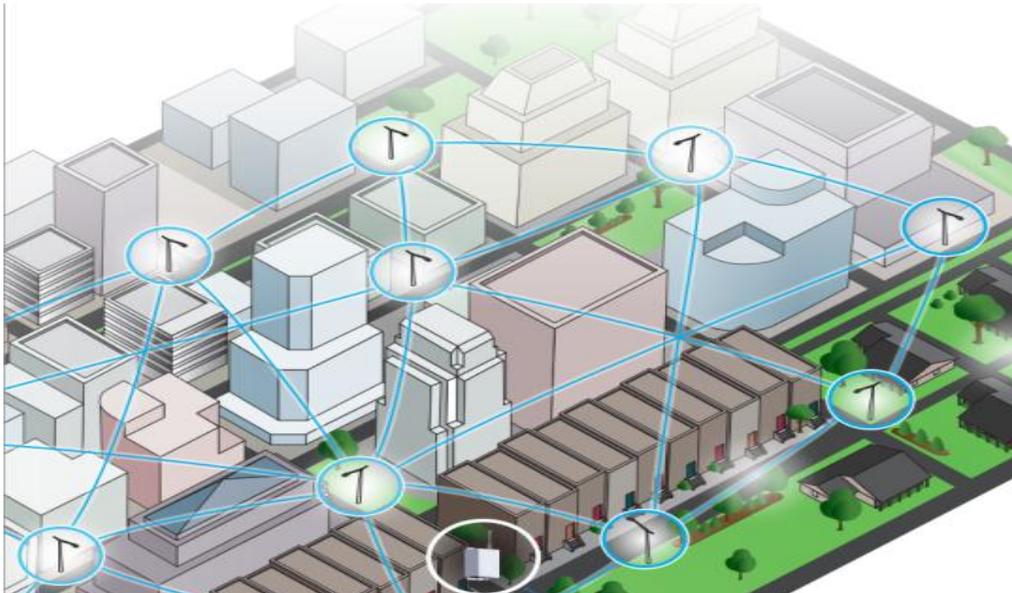


Figura 2. 42 Control de redes de iluminación Led
Autor: (Dallas, 2015)

2.19 Ahorro y costos de la iluminación LED

Las luminarias LED reducen los costos de las municipalidades y, cuando están equipadas con controles, reducen los costos de mantenimiento. También existe un ahorro de mantenimiento se realizan de inmediato al reequipar con luminarias LED debido a la larga vida de las fuentes de luz LED, se estima que su vida útil es al menos 50,000 horas o diez años, en comparación a la vida útil de una típica alta presión lámpara de sodio que es de 2 a 3 años.

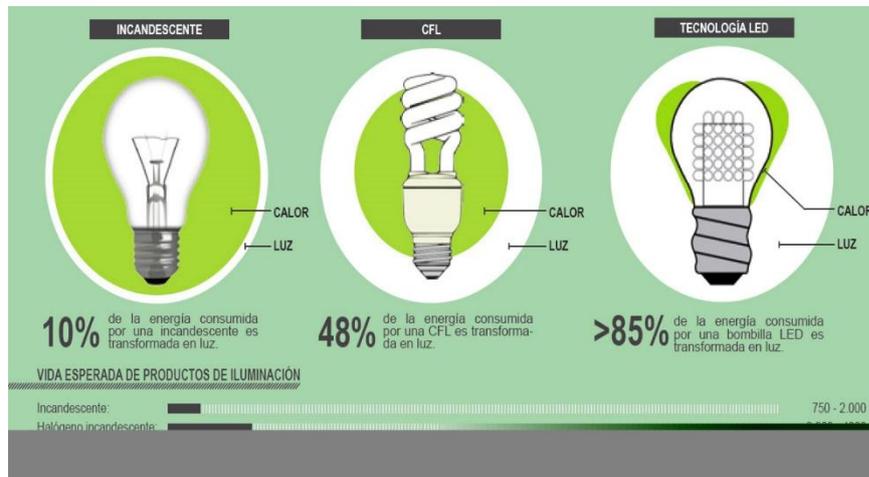


Figura 2. 43 Ahorro energético de la tecnología LED
 Autor: (Dumalux, 2017)

Con la implementación de controles de iluminación, mantenimiento de las cuadrillas pueden responder en cuestión de horas a una falla de la lámpara, lo que ahorra mano de obra en la ciudad.

Con la tecnología LED, la energía y costos de mantenimiento se convierte altamente predecible, lo que resulta en un menor impacto global en los presupuestos municipales y un retorno de la inversión.

La capacidad de notificar a los ciudadanos de un desastre natural inminente mediante luces de las calles con controles de atenuación o aumento de la intensidad de las farolas. (Dumalux, 2017)

2.20 Financiamiento de la iluminación Led

Financiar proyectos de innovación de farolas es un desafío para las ciudades y como resultado varias alternativas financieras están disponibles, modelos financieros se están desarrollando para la conversión de las farolas a tecnología LED. Varios proyectos ofrecen participación, beneficios y otros incentivos que transfieren la carga financiera a la inversión privada.

Los modelos actuales de propiedad y mantenimiento incluyen:

- Alumbrado público de propiedad de la ciudad
- Alumbrado público administrado por la ciudad y empresa privada
- Alumbrado público de mantenimiento.

- Alumbrado público administrado por los servicios públicos y empresa privada.

2.21 Limitación del Deslumbramiento

El deslumbramiento es causado por las iluminarias por la excesiva luz que puede salir de las lámparas y se presentan de dos formas:

Deslumbramiento molesto

Para este deslumbramiento molesto se presenta la siguiente formula:

$$G = 13.84 - 3.31 \log(I_{80}) + 1.3 \left(\log \frac{I_{80}}{I_{88}} \right)^{\frac{1}{2}} + 1.29 \log(F) \\ + 0.97 \log(L_r) + 4.41 \log(h^1) - 1.46 \log(p) + c$$

Esta fórmula sirve para el deslumbramiento molesto para estructuras desde 6 a 20 metros.

Deslumbramiento perturbador

El deslumbramiento perturbador que se le conoce también como perdida de la facultad de percepción, para calcular usa la siguiente formula:

$$Lv = k \cdot \sum_{i=1}^n \frac{E_{ojo.i}}{\theta_i^2}$$

Dónde:

$E_{ojo.i}$: Iluminancia sobre el ojo que se produce por la fuente deslumbrada (Lux).

θ_i^2 : Angulo entre la relación visual y el rayo de la luz que incide sobre el ojo.

k : Factor de la edad del observador.

En general el incremento del umbral (en porcentaje) presenta la siguiente relación:

$$TI = 65. \frac{Lv}{0.8. Lr}$$

2.22 Indicatriz de Reflexión

La indicatriz de reflexión solo se indica a través de estudios en laboratorios sin embargo se puede calcular con tres valores básicos los cuales son:

Coefficiente medio de luminancia:

$$Q_0 = \frac{\int q \cdot dw}{\int dw}$$

Donde Q_0 define el nivel de reflectancia total de la superficie del pavimento.

$$S_1 = \frac{R(0.2)}{R(0.0)}$$

Donde el factor especular 1 S_1 define el grado de especularidad.

$$S_2 = \frac{Q_0}{R(0.0)}$$

Donde el factor especular 2 S_2 que también mide el grado de especularidad

2.23 Calculo de iluminancia

Para calcular la iluminancia del alumbrado público se conoce los siguientes métodos:

Método de cálculo punto por punto

$$E_p = \sum_1^n \frac{I_{y.c}}{h^2} \cos^3 y$$

$y.c =$ es la intensidad lumínica de una luminaria en dirección al punto P según los ángulos y y C.

$n =$ al número de luminarias

$h =$ altura del montaje de la luminaria

Con esta fórmula se puede calcular la iluminancia de diferentes puntos en la calzada.

El valor absoluto E de la iluminación en un punto determinado de P se calcula mediante la siguiente Ecuación:

$$E_p = E_r \frac{a \cdot \phi_L \cdot n}{h^2}$$

Dónde:

$E_r =$ iluminancia relativa en este punto.

$a =$ factor del tipo de luminaria.

$\phi_L =$ flujo luminoso de la lámpara.

$n =$ número de lámpara de luminaria

$h =$ altura de la luminaria

2.24 Iluminancia media

$$E_{media} = \frac{\sum E_p}{n}$$

Dónde:

$E_p =$ iluminancia en cada punto P de una zona.

$n =$ número total de los puntos considerados.

2.25 Iluminancia en un punto

La iluminancia de un punto de la superficie de una vía es la suma de todas las iluminancias parciales producidas por las luminarias en ese punto.

La iluminancia de un punto P es:

$$Lp = \sum \frac{I_{y.c}}{h^2} \cdot q(\beta y) \cdot \cos^3 y$$

Dónde:

$I_{y.c}$ = es la intensidad luminosa de una luminaria en dirección al punto p.

2.26 Luminancia relativa

Su valor absoluto viene dado por la siguiente relación:

$$Lp = Lr \cdot \frac{a \cdot \phi_L \cdot Q_0}{h^2}$$

Dónde:

Lr = luminancia relativa

a = factor de dependencia de tipo de luminaria

ϕ_L = flujo luminoso de la lámpara

h = altura del montaje de la luminaria

Q_0 = coeficiente medio de la luminancia.

2.27 Iluminancia media en zona en la zona de estudio

$$Lmedia = \frac{\sum Lp}{n}$$

L_p = es la luminancia en cada punto P.

n = es el número total de puntos considerados.

2.28 Calculo utilizando las curvas de rendimiento de luminancias

$$L_{media} = n_L \cdot Q_0 \cdot \frac{\varphi_L}{W \cdot S}$$

n_L = factor de rendimiento de luminancia

φ_L = flujo luminoso de la lámpara

Q_0 = coeficiente de luminancia media

W = ancho de la calzada

S = separación de las luminarias

Considerando el factor de depreciación esta fórmula se conocerá de la siguiente manera:

$$L_{media} = n_L \cdot Q_0 \cdot \frac{\varphi_L}{W \cdot S \cdot d}$$

2.29 Tabla y gráficos de los tipos de tecnología de iluminación utilizados para alumbrado público relacionado con los sistemas de iluminación HPS (luces de alta presión de sodio), LEP (plasma emisor de luz) Y LED (diodo emisor de luz).

Comparación de potencia.

 HALÓGENA	 LEP	 LED
25W	8W	3W
50W	14W	8W
60W	17W	12W

<p>HPS emiten luz enviando un pulso de energía de alta tensión a través de un tubo de cuarzo presurizado lleno de sodio vaporizado, junto con otros elementos tales como xenón y mercurio. A medida que los gases se calientan, emiten luz. El sodio produce una luz intensa de color amarillo anaranjado, que puede estar mediada por el xenón y el mercurio, los cuales emiten una luz en el extremo azul del espectro visible, para producir un resultado final más blanco.</p>	<p>LEP funcionan de una forma bastante parecida a las luces HPS, pero en lugar de pasar una descarga de alta tensión a través de una cámara de cuarzo llena de gas, la energía eléctrica es dirigida a través de un magnetrón (el mismo dispositivo que da energía a los microondas) para convertirse en un campo de radiofrecuencia, antes de que pasar a través de la cámara. Se utilizan mezclas de gases parecidas a las de las luces HPS y LEP.</p>	<p>LED Los diodos led contienen Fosforo (que contiene electrones) Y Nitrógeno (que contiene protones), el electron y el proton giran en sentido contrario para unirse y cuando esto sucede y para que esto sucede se comienza a perder electrones energía perdida del electrón se libera en forma de luz)</p>
---	---	--

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS Y DESARROLLO

3.1. Análisis y desarrollo para el alumbrado Público de la autopista Km4 vía Milagro- El deseo

Muchas ciudades están convirtiendo su alumbrado público existente en emisiones de fuente de luz de diodos LED debido que presentan un ahorro de energía de 40 a 80 por ciento, en comparación las lámparas de descarga de alta intensidad (HID) y un ahorro de mantenimiento estimado de 50 a 75 por ciento debido a la vida útil de las luminarias LED.

Los Controles de iluminación electrónicos direccionales y sensores ahora están disponibles y pueden transformar una farola básica en un dispositivo urbano inteligente presentando seguridad pública y mucho más beneficio. El número de variables que se debe considerar para cualquier proyecto de conversión de alumbrado es la tecnología led, sistemas de control y componentes opcionales.

3.2. Normativa legal que rige para la instalación de alumbrado público en el Ecuador

“El artículo 413 de la Constitución de la República del Ecuador establece que el Estado debe promover la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto.

Que, la modernización de las redes eléctricas debe considerar aspectos regulatorios, redes de transporte y distribución de energía, redes de comunicación, generación distribuida, almacenamiento de energía, medición inteligente, control distribuido, gestión activa de la demanda y oportunidades de brindar nuevos productos y servicios.” (ORDOÑEZ, 2015)

3.3. Descripción del proyecto

La iluminación se extenderá desde la av. Cristóbal Colon hasta el recinto El deseo con una distancia de 8.7 km de alumbrado público instalando los postes con tecnología led.

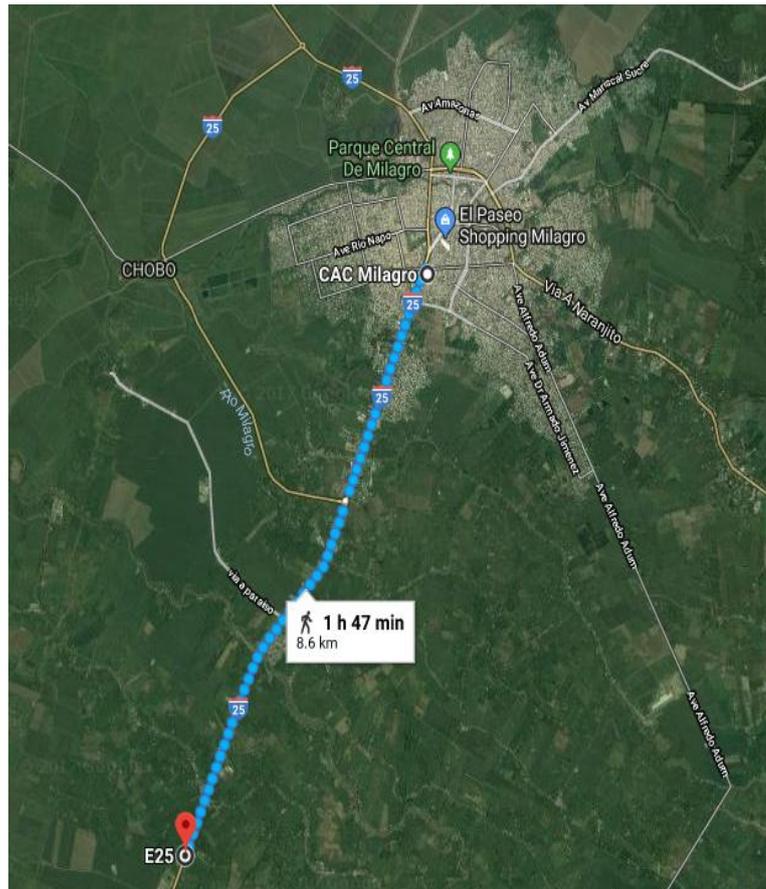


Figura 3. 1 Ubicación de la iluminación con tecnología Led
Fuente: Google Maps

3.4. Análisis técnico del tipo de luminaria a utilizarse

Los accesorios de iluminación LED a utilizarse son de bajo mantenimiento y características de larga vida, fácil reemplazo. El diseño robusto se combina con una variedad de las opciones de montaje los hacen ideales para vías, caminos, autopistas etc.

A continuación, se observa en el siguiente grafico la simulación mediante un software del área que ilumina la lámpara led que se va a implementar en la autopista km4 Milagro - El Deseo.

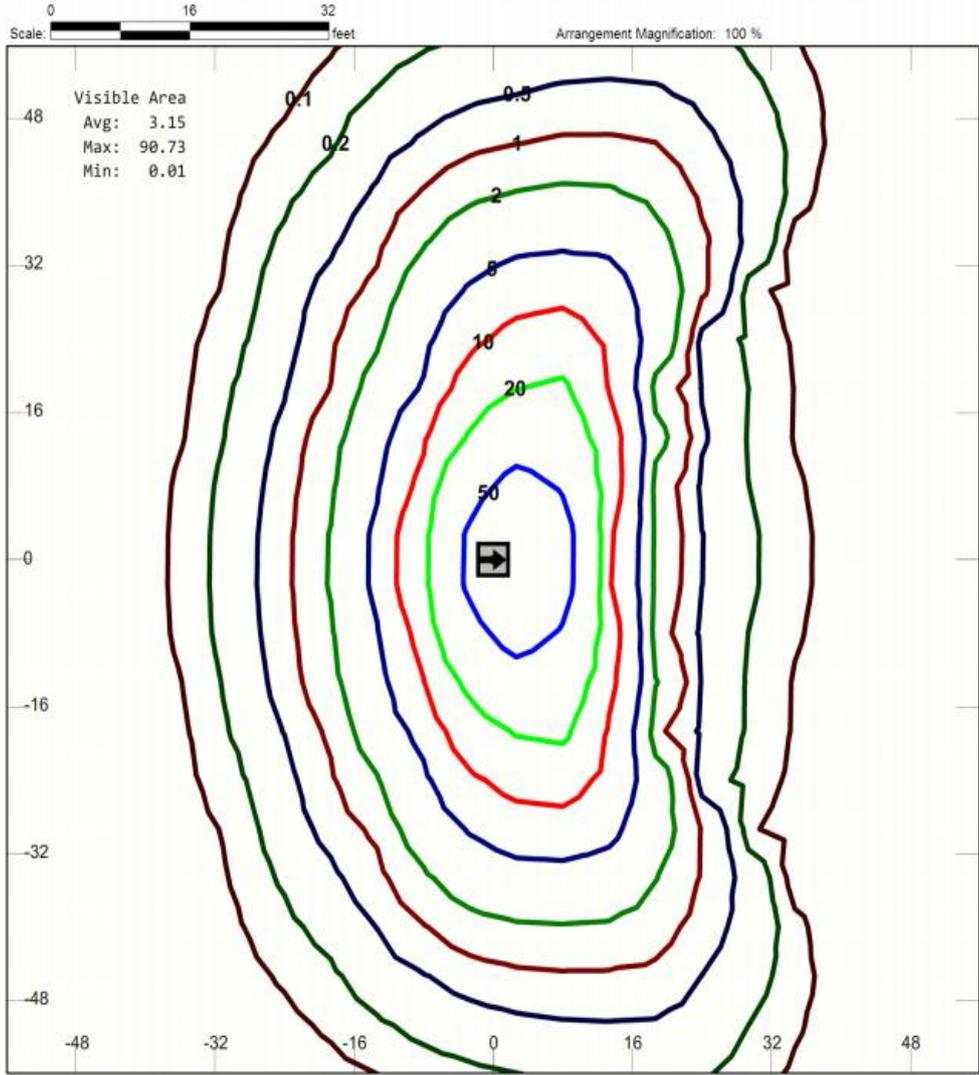


Figura 3. 2 Simulación en Software Dialux de área que ilumina la lámpara Led
Elaborado por: Autor

En la figura 3.2 se observa el diagrama isolux que es realizado en un simulador dicho grafico esta en múltiplos de la altura del montaje de la luminaria en este caso con una altura de 12 metros y las curvas de colores nos representan los lux, dando información sobre la cantidad de luz recibida en cada punto de la superficie dando a conocer en este caso que la curva celeste (50)lux es la que tiene más luz en la superficie, el color fosforescente

(20)lux que es la siguiente curva, bajando los lux de iluminación y así sucesivamente; da una idea de cómo ilumina la lámpara en la vía.

A continuación, se observa la luminaria led simulado en el software de iluminación Dialux dicha luminaria a 10 m de altura

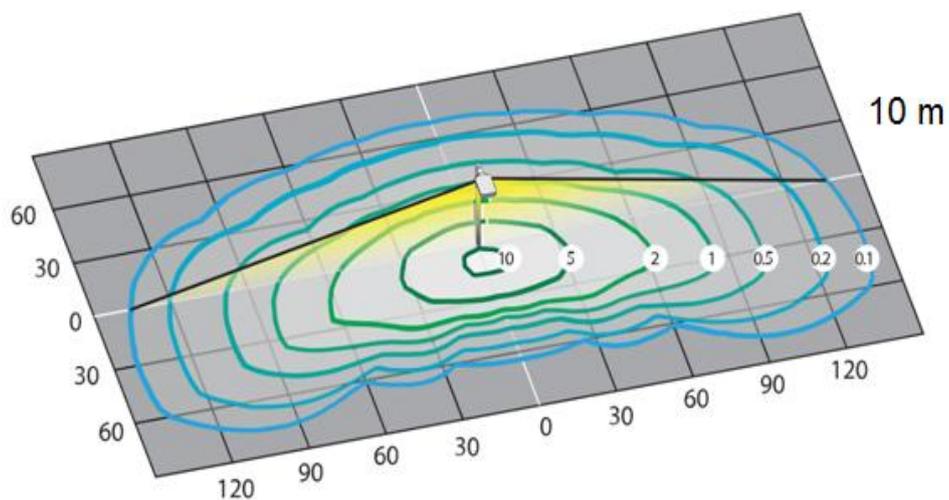


Figura 3. 3 Luminaria Led a 30 pies de altura
Elaborado por: Autor

3.5. Construcción de la luminaria

Tiene una carcasa resistente de fundición a presión con acabado en pintura duradera y con lente de policarbonato resistente al vandalismo. Para garantizar la protección hermética, cada conjunto óptico está sellado con una base de silicona. Las luminarias son calificadas para trabajar en un rango de temperatura ambiente de -40°C a 40°C .

El diámetro de entrada de la lámpara de la figura 3.5 es de 102 mm la carcasa donde están ubicadas las lámparas led tiene una longitud de 872mm y de ancho tiene 360 mm.

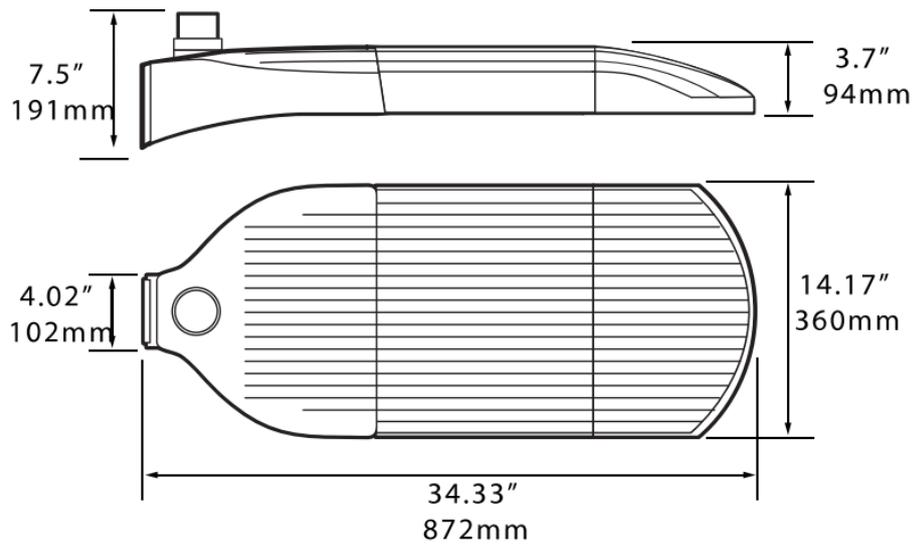


Figura 3. 4 Características técnicas de la Luminaria Led
Fuente: Venture Lighting

Calculo del flujo luminoso

Luminaria Led Environ con H = 10 (m) y de 30 (m)

Superficie iluminada $S = d * L = 30 * 7.5 = 262(m^2)$

Coefficiente de utilización Facilitada por el fabricante

$$\eta_u = 0.29$$

Flujo Luminoso

$$\phi_t = \frac{Em * S}{\eta_u * K_d * K_m} = \frac{15 * 262.5}{0.29 * 0.80 * 0.75} = 22629.3(lm)$$

Por lo tanto se utilizara la lámpara Led ENVIRON 380W cuyo flujo 26100(lm) que es el más próximo a lo calculado.

3.6. Especificaciones eléctricas de la iluminaria

La fuente de alimentación tiene un rango de 120-277 V, 50/60 Hz. El controlador LED está aislado de la luz LED para mayor confiabilidad del controlador. La capacidad de atenuación de CC de 0-10V es estándar. Las luminarias están calificadas para trabajar en lugares húmedos. Cada accesorio tiene un protector contra sobretensiones incorporado de 10 kA.

Cada accesorio se suministra con un conector de 7 pines receptáculo y una tapa de cortocircuito. Un sensor de movimiento puede instalarse de fábrica.

El accesorio de fotocélula Twistlock se puede montar fácilmente en la luminaria.



Figura 3. 5 Luminaria Led Environ
Fuente: Venture Lighting

Iluminancia media de la Calzada

$$E_m = \frac{\eta_u * \phi_L}{S} = \frac{0.29 * 26100}{262.8} = 28,80(lux)$$

Nivel de iluminación media de la Calzada

$$E_m * K_d * K_m = 28,80 * 0.80 * 0.75 = 17.28 (lux)$$

$$E_m = 17,28(lux)$$

3.7. Montaje de la luminaria led

El accesorio está diseñado para usar con diversos accesorios de montaje y brazos de polos redondos, montaje en pared, deslizador o brazo de mástil. El deslizador y el brazo del mástil se ajusta a una espiga de 2-3 / 8". Todos los accesorios de montaje están ordenados por separado.

3.7.1. Rendimiento del de la luminaria Led

Potencia	380W
Salida del lumen	26100
Temperatura de color correlacionada	(CCT) 5000K
Índice de reproducción del color	(CRI) 70+
Mantenimiento del lumen 50,000 horas	89%
Calculado a 25 ° C Ambiente en horas	162000
Distribución	Tipo3
Reemplazo potencia HID	1000W V, 1000W H
Rango de temperatura de funcionamiento	-40 ° F a 104 ° F (-40 ° C a 40 ° C)

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA LUMINARIA	
Luminaria Color	Bronce
Peso	21.1 lb (9.12kg)
EPA	1.8
Ancho	14.17 "
Largo	34.33 "
Altura	7.5 "

CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS

Rango de voltaje de entrada	120-277V
Consumo de amperaje (Voltios / amperios de entrada)	120 / 3.1 208 / 1.8 240 / 1.6 277 / 1.4
Protección contra sobretensiones	10kA



Figura 3. 6 Accesorios de las lámparas Led
Fuente: Venture Lighting

ACCESORIOS
Brazo recto de poste redondo - bronce - para alto vatio Environ
Montaje en poste cuadrado - bronce - para alto vatio Environ
deslizador ajustable - bronce - para alto vatio Environ
Brazo de mástil - bronce - para alto vatio Environ
Fotocélula con bloqueo de giro de 3 pines (120-277 V)
Tapa de cortocircuito de repuesto
dispositivo instalado de fábrica con Motion / Dim / Photocell Sensor
accesorio instalado de fábrica con pantalla de luz de fondo
dispositivo instalado de fábrica con pantalla de luz de fondo y sensor Motion / Dim / Photocell
Protector contra sobretensiones de 120-277 V

3.8. Características técnicas de los postes a utilizarse en la autopista km4 vía Milagro – El Deseo

Los postes que se utilizara a lo largo de la autopista a iluminar con tecnología led tendrán las siguientes características:

La estructura que sostendrá la luminaria led será de material de acero galvanizado para mejor estética y durabilidad ya que cada uno de los postes tendrá todas las normas técnicas para presentar una mejor resistencia mecánica y pueda reaccionar positivamente ante la corrosión, humedad, peso de la luminaria lluvia y calor de la zona que comprende la zona.

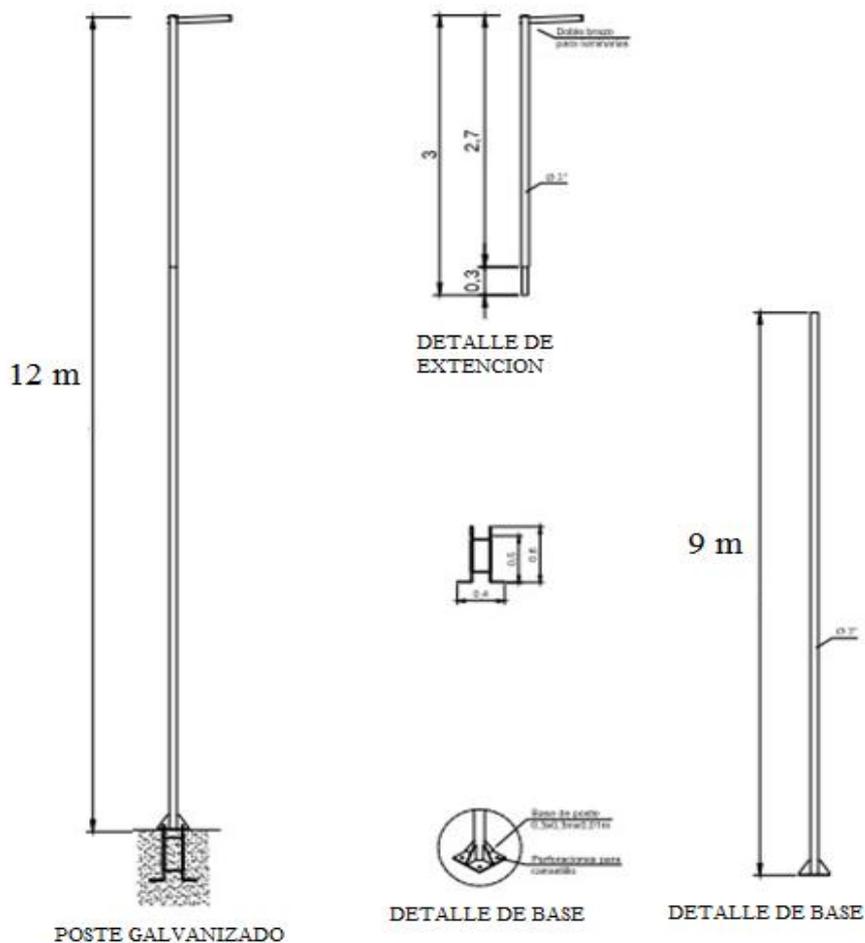


Figura 3. 7 Características Técnica de los postes
Elaborado por: Autor

Las dimensiones de los postes serán de 12 metros y otro de 9 metros, y un brazo de 2 metros de longitud.

Cada uno de los postes tendrá una base de concreto los cuales serán empernados para mayor fijación.

Conductores

Características del conductor a utilizarse:

- ✓ conductor eléctricos vinil 0.6/1kv
- ✓ conductor formador por hilos de cobre
- ✓ aislamiento PVC (75°C)
- ✓ capa interna de pvc, en secciones de cable multipolares

Los conductores serán enterrados en ductos como lo muestra la siguiente figura

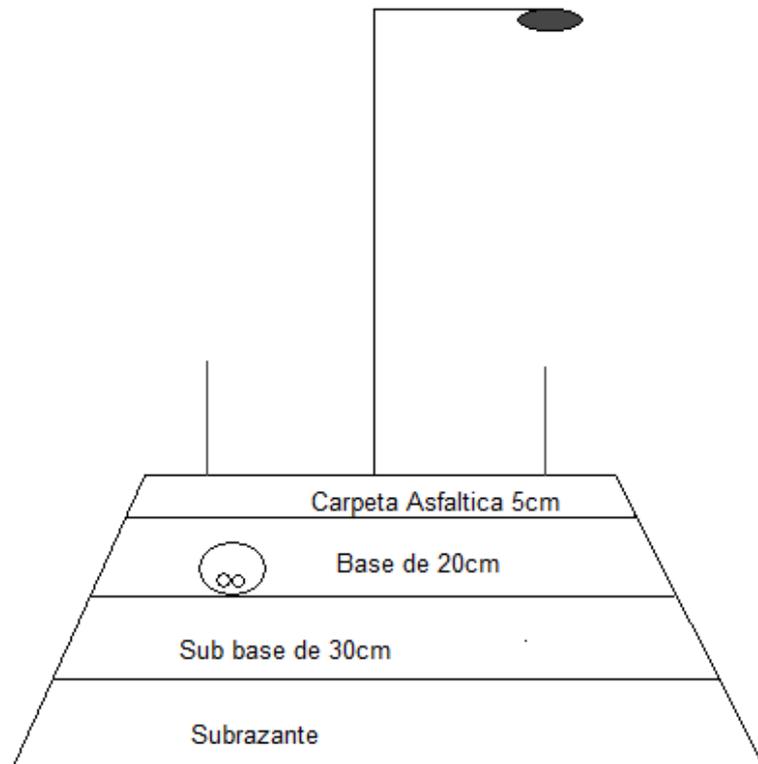


Figura 3. 8 Esquema de red Subterránea
Elaborado por: Autor

Relación entre la separación y la altura de los postes

Emed (lux)	Relación Separación/altura (d/h)
$2 \leq \text{Emed} < 7$	4 a 5
$7 \leq \text{Emed} < 15$	3.5 a 4
$15 \leq \text{Emed} \leq 30$	2 a 3.5

Dónde:

$d = \text{separacion de puntos de luz (m)}$

$h = \text{Altura de los puntos de luz (m)}$

$$\frac{d}{h} = 3 = d = 3h = 3 * 10 = 30m$$

$$d = 30(m)$$

Números de postes a instalarse

Se instalará un total de 344 postes de acero galvanizado a lo largo de la vía km4 empezando desde la entrada de Milagro hasta llegar al recinto El Deseo.

Transformadores de Distribución

La vía estará dividida por tramos cada tramo tendrá 20 luminarias
La potencia consumida en la reactancia son aproximadamente 10% de la potencia nominal

Las lámparas tienen un factor de potencia de 0.9

Números de luminarias de 380W= 20

$$S_{380} = \frac{380 + 38}{0.9} = 464,44 (VA)$$

$$I_{380} = \frac{464,44}{220} = 2,11(A)$$

$$S_{380} = 20 * 464,4 = 9288,8(VA)$$

$$S_{ins} = 1.25 * 9288.8 = \mathbf{11611(VA)}$$

Normalizado

$$S_{NT} = \mathbf{15(KVA)}$$

Calculo de la corriente

$$I_{Ins} = \frac{S_{Ins}}{V_S}; I = \frac{S}{V_S}$$

Dónde:

I_{inst} = corriente en (A) para la potencia instalada

I = Corriente en (A) considerando la reserva de 25%

S_{ins} = potencia instalada en (VA)

S = potencia en (VA) considerando la reserva del 25%

V_s = Tension de suministro en (V)

$$I_{Ins} = \frac{S_{Ins}}{V_S}; I = \frac{S}{V_S}$$

$$I_{Ins} = \frac{11611}{220v} = \mathbf{52.77(A)}$$

$$I = \frac{9288,8}{220} = \mathbf{42.22(A)}$$

Potencia total instalada de la red de alumbrado

$$s_t = 17 * 9288.8$$

$$\mathbf{157.909,6(KVA)}$$

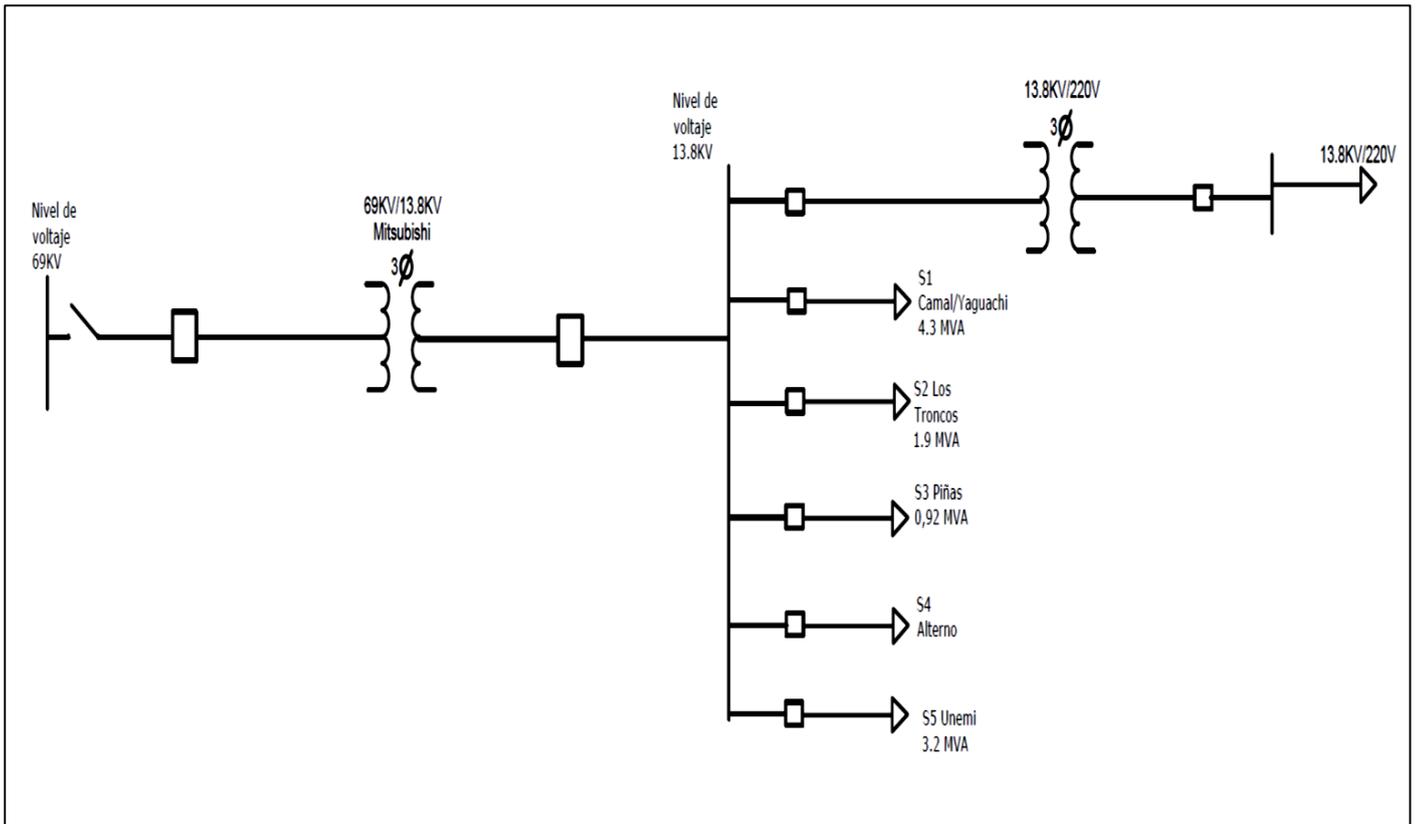


Figura 3. 9 Diagrama Unifilar Subestación Milagro Sur
Elaborado por: Autor

La Subestación Milagro Sur posee un Seccionador Tripolar De Aire Con Cuchillas De Tierra, un Interruptor En Gas Sf6, un transformador de potencia Mitsubishi 12/26 Mva, un Disyuntores a 13.8kv 1200^a y un Disyuntores A 69kv 600^a, un Pararrayos Sobre El Transformador.

El seccionador poseerá las siguientes características:

- KV. MAX 69
- BIL (KV) 350
- CONTINUA (A) 600
- INSTANTANEA (A) 40 KA

INTERRUPTOR EN GAS SF6	
MARCA	MITSUBISHI
TIPO	70-SFMT-25B
TENSIÓN	72.5 KV
CORRIENTE NOMINAL	600 A
TENSION DE IMPULSO	350 KV
CORRIENTE DE INTERRUPCION NOMINAL	20 KA
MASA DE GAS	12 Kg
MASA TOTAL	1400 Kg
FRECUENCIA	60 Hz
PRESIÓN DEL GAS NOMINAL DE OPERACIÓN (+20°)	0.5 MPa

TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
MARCA	MITSUBISHI
FASES	3
FRECUENCIA NOMINAL	60 Hz
ENFRIAMIENTO	ONAN(12MVA)/ONAF(16MVA)
CAPACIDAD NOMINAL	12/16MVA
VOLTAJE NOMINAL	69±2x2.5% / 13.8KV
IMPEDANCIA DE CORTOCIRCUITO (16MVA)	9.06%
CONEXION	Dyn1
NIVEL BASICO DE IMPULSO A.T.	350 KV
NIVEL BASICO DE IMPULSO B.T.	110 KV

3.9. Comparación de los Parámetros Económicos y técnicos del Alumbrado Público en el Sistema de Iluminación Convencional y la Iluminación con Fuente Luminosa Tipo LED

En cuanto al precio, las luces de calle tradicionales son mucho más caras que sus contrapartes de LED. Las luces de la calle de LED resultan ser una mejor inversión a un costo más barato si se considera el dinero total desembolsado, desde el dinero gastado en la instalación y el mantenimiento de la lámpara o los reemplazos de luz y otros, a continuación, se mostrara una lista de los precios de las lámparas tradicionales implementadas en la autopista km4 via milagro el deseo y de las lámparas led que son las que se busca implementar. (ver anexo 3.9)

3.10. Diseño Eléctrico de la iluminación de la Autopista Km4 vía Milagro- El Deseo

Se observa de izquierda a derecha la subestación llamada Milagro- Sur y sus características son: KV. Max 69; Bil (Kv) 350; I. Continua (A) 600; I. Instantánea (A) 40 KA también las 344 luminarias Led instaladas hasta llegar al recinto el Deseo.

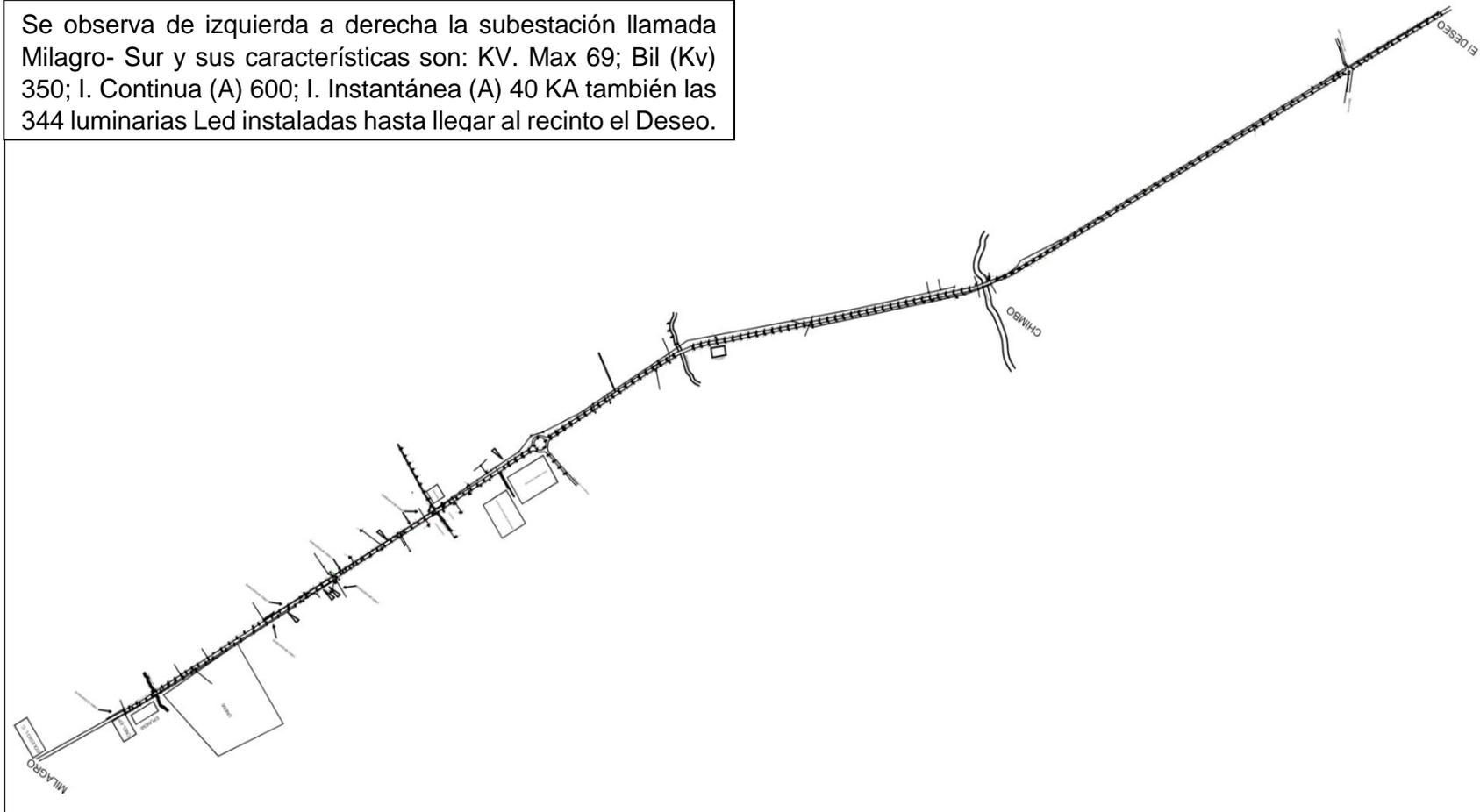
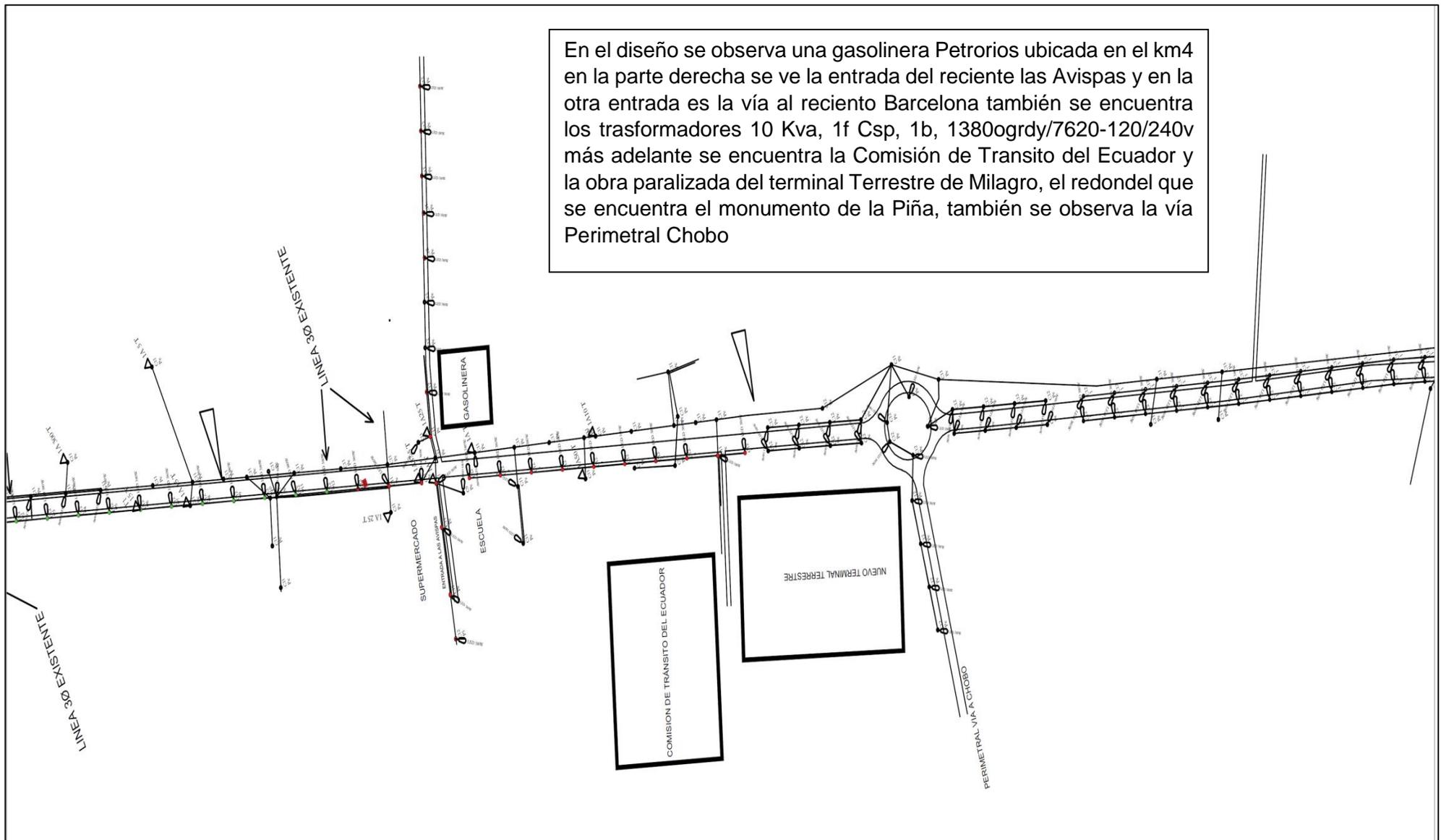


Figura 3. 10 Diseño Eléctrico del Alumbrado Público de la autopista Milagro- El Deseo
Elaborado por: Autor



En el diseño se observa una gasolinera Petrorios ubicada en el km4 en la parte derecha se ve la entrada del recinto las Avispas y en la otra entrada es la vía al recinto Barcelona también se encuentra los trasformadores 10 Kva, 1f Csp, 1b, 1380ogrdy/7620-120/240v más adelante se encuentra la Comisión de Transito del Ecuador y la obra paralizada del terminal Terrestre de Milagro, el redondel que se encuentra el monumento de la Piña, también se observa la vía Perimetral Chobo

Figura 3. 12 Diseño Eléctrico de Luminarias Led 2/8
Elaborado por: Autor

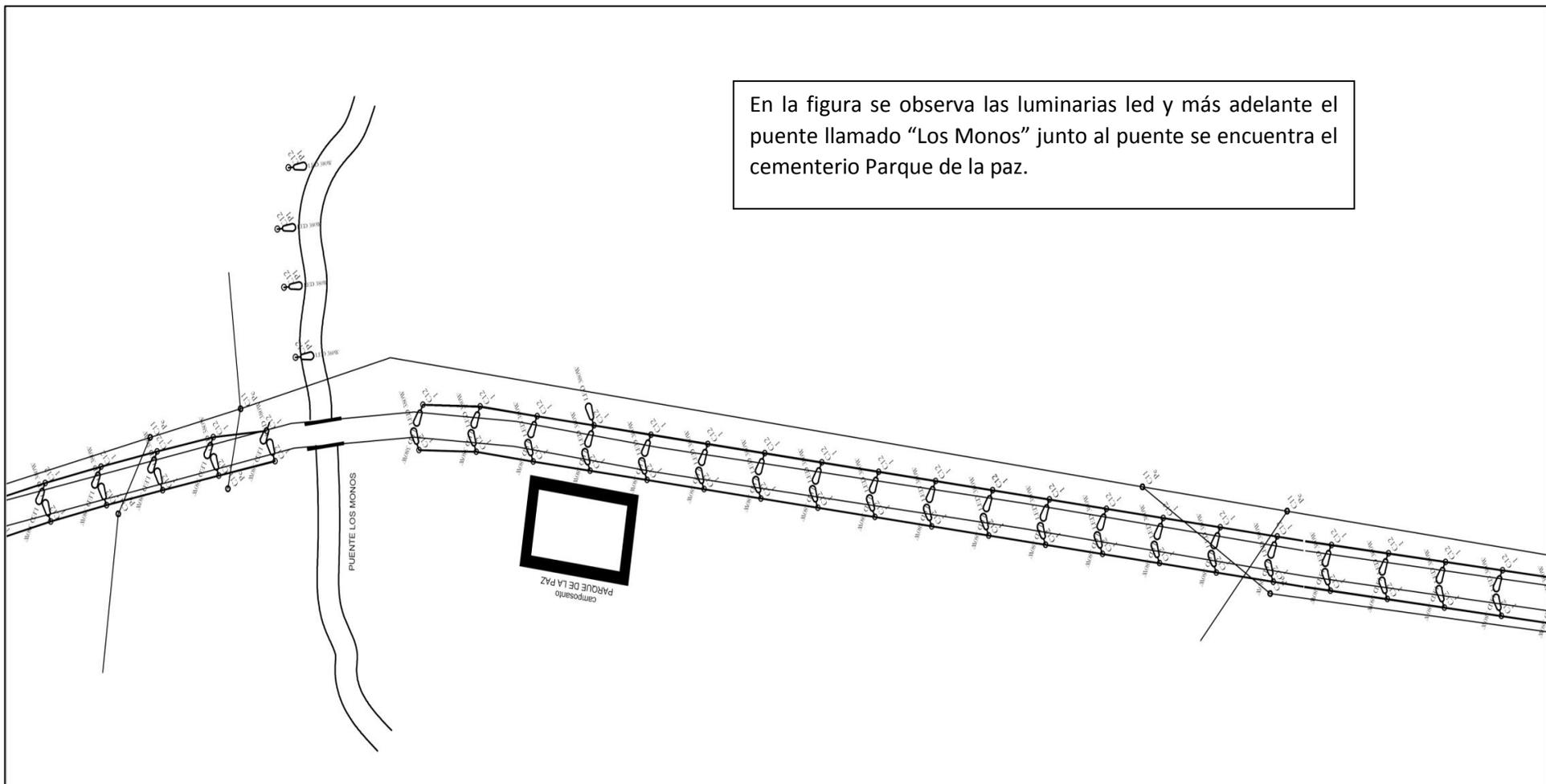


Figura 3. 13 Diseño Eléctrico de Luminarias Led 3/8

Elaborado por: Autor

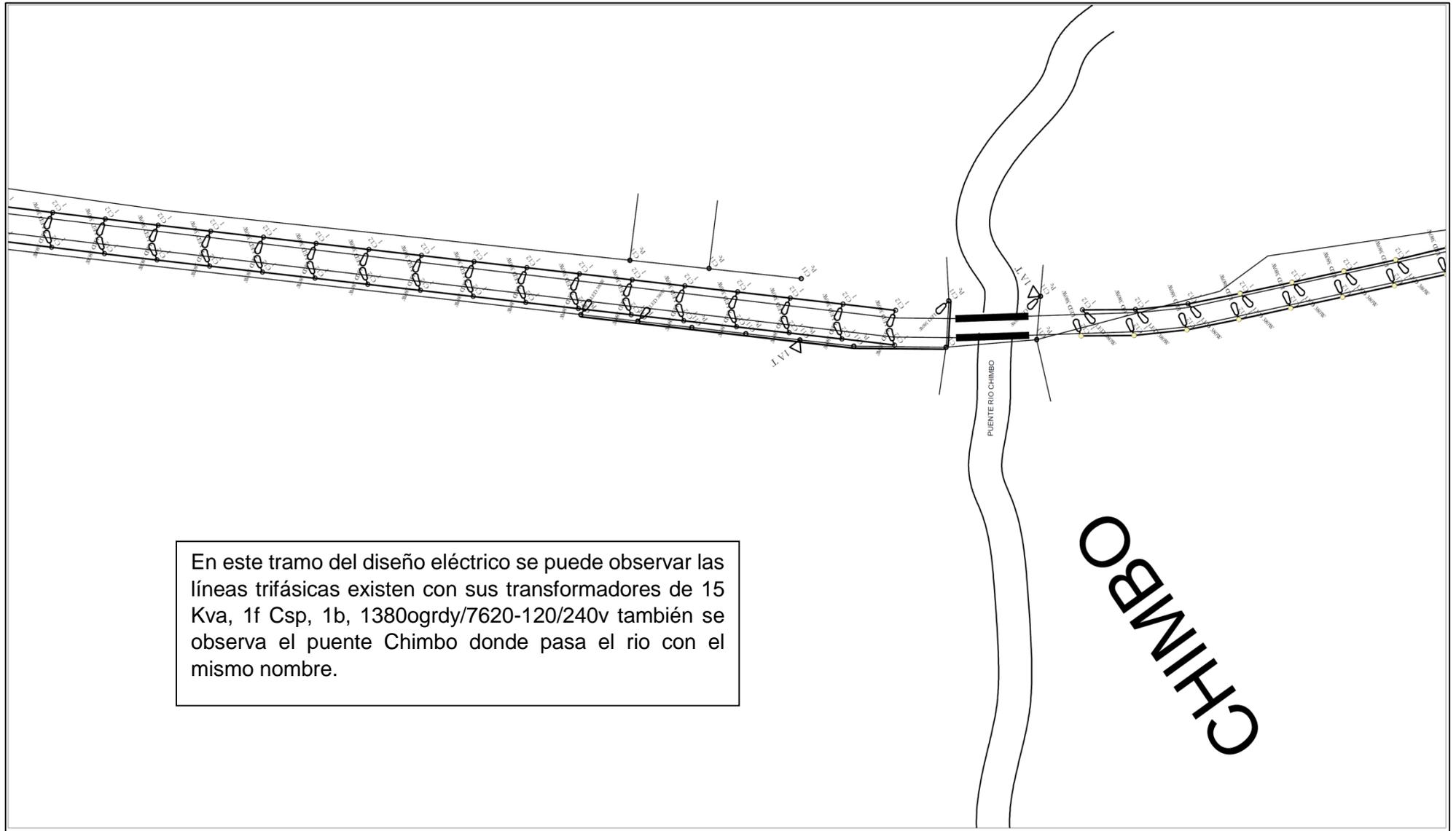


Figura 3. 14 Diseño Eléctrico de Luminarias Led 4/8

Elaborado por: Autor

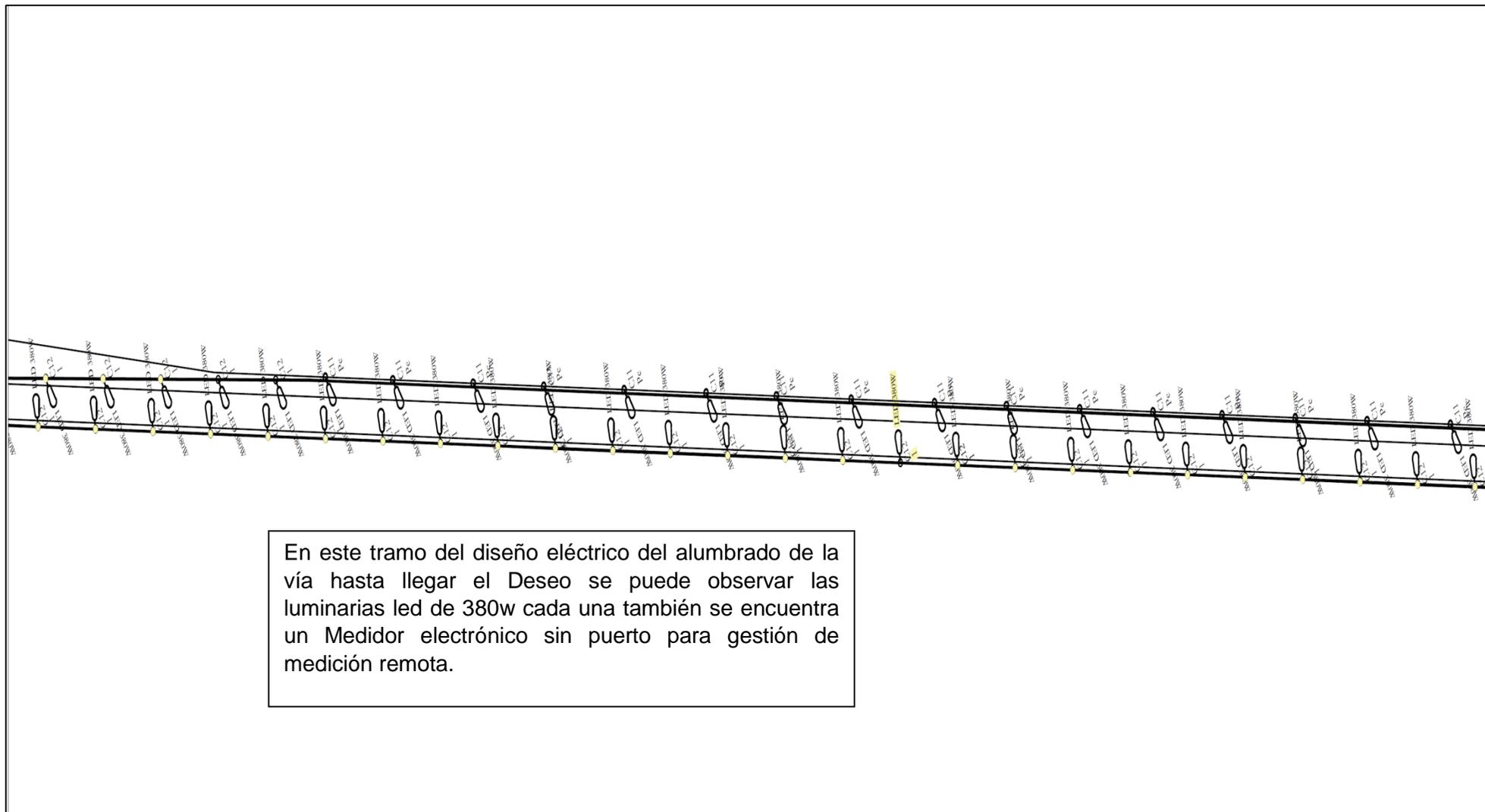
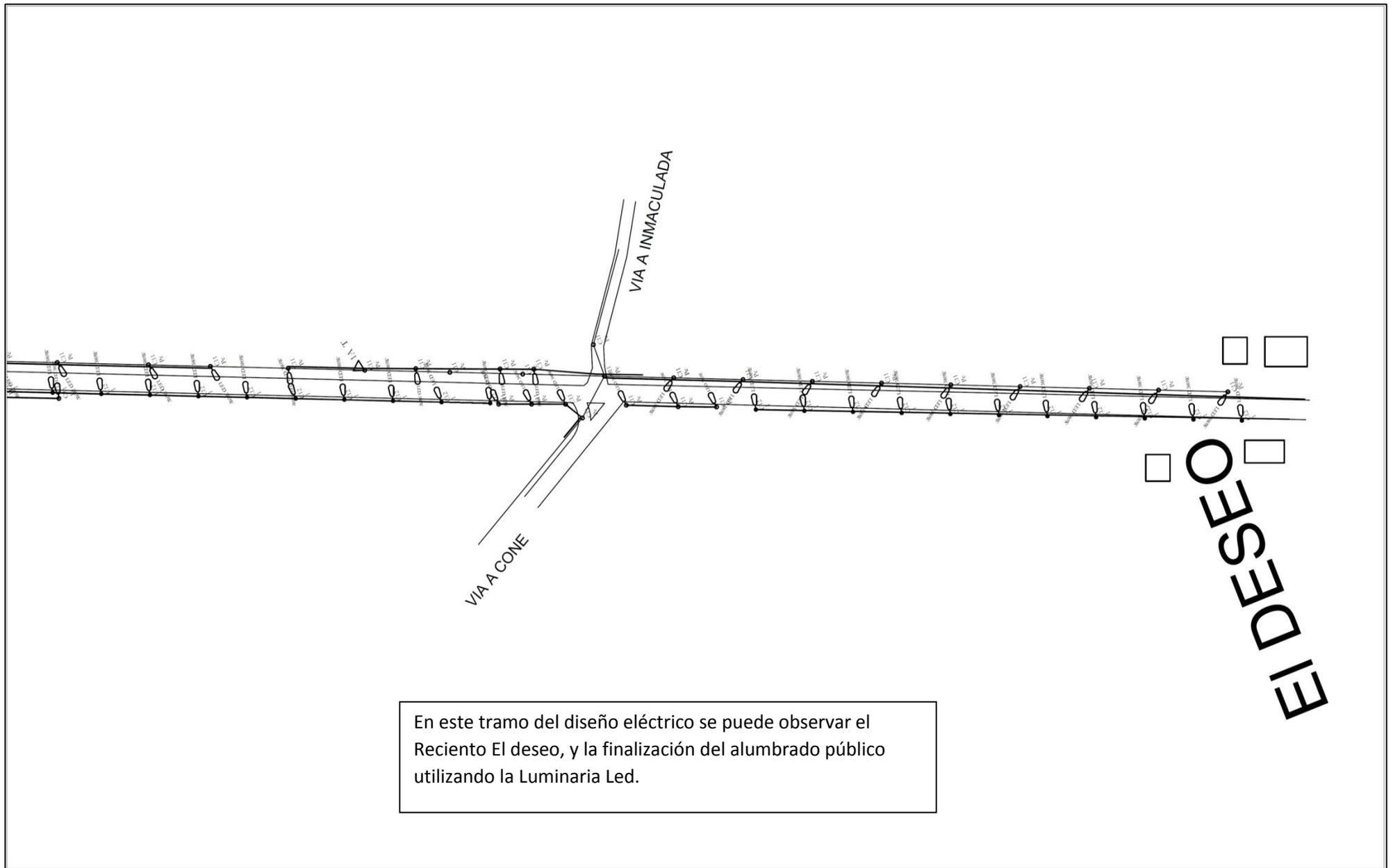
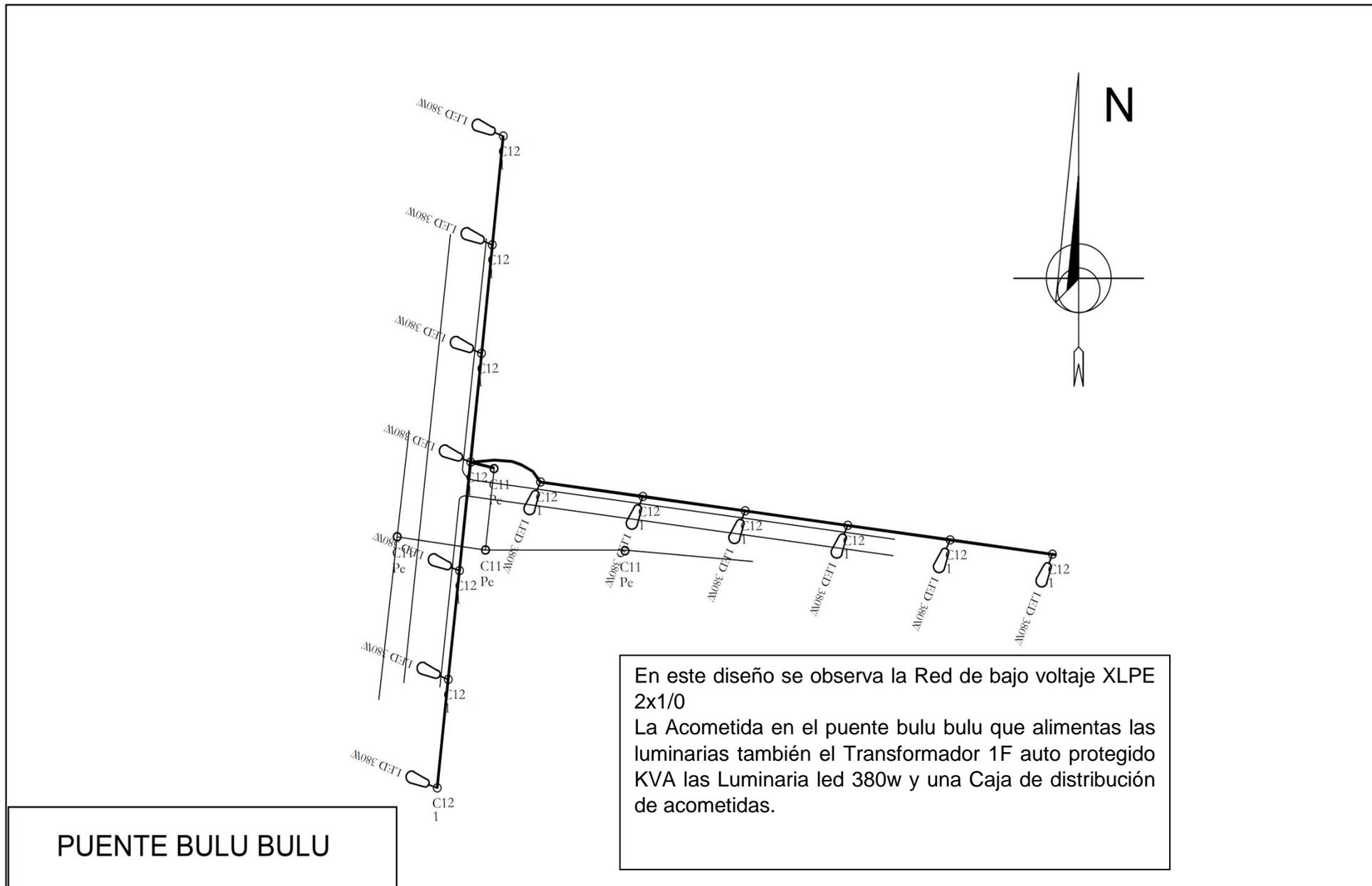


Figura 3. 15 Diseño Eléctrico de Luminarias Led 5/8
Elaborado por: Autor



En este tramo del diseño eléctrico se puede observar el Reciento El deseo, y la finalización del alumbrado público utilizando la Luminaria Led.

Figura 3. 17 Diseño Eléctrico de Luminarias Led 7/8
Elaborado por: Autor



PUENTE BULU BULU

En este diseño se observa la Red de bajo voltaje XLPE 2x1/0
 La Acometida en el puente bulu bulu que alimentas las luminarias también el Transformador 1F auto protegido KVA las Luminaria led 380w y una Caja de distribución de acometidas.

Figura 3. 18 Diseño Eléctrico de Luminarias Led 8/8
 Elaborado por: Autor

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones

Se puede concluir que para la eficiente iluminación led en la autopista km4 vía Milagro – El de Deseo se debe seguir las diferentes normas técnicas nombradas en este análisis para así tener una correcta instalación, el reemplazo de las luminarias convencionales como es la iluminación utilizando gas a alta presión es factible en la autopista ya que cumple con el diseño eléctrico para alimentar las luminarias LED dando como resultado una correcta iluminancia de la autopista que es utilizada para el transporte de productos agrícolas siendo una de las principales vías de acceso al cantón Milagro, beneficiando a las personas recintos comunas que están ubicadas a lo largo de la autopista.

- Se da a conocer que la eficiencia de la lámpara led utilizada da como resultado según los cálculos realizados del flujo luminoso 22629.3 (lm) por lo tanto se usa una lámpara led de 380w cuyo flujo luminoso es de 26199 (lm) que es el más próximo a lo calculado.
- En el diseño de la instalación eléctrica se presenta el plano eléctrico realizado en AutoCAD donde se detalla las luminarias a utilizarse según los factores de altura del poste potencia de la luminaria y distancia.
- Para la correcta iluminación de la autopista se utilizó un software que simula la cantidad de luz visible de la lámpara led dando como resultado un valor próximo de lúmenes calculado previamente

El presente análisis tiene como finalidad mejorar el servicio de alumbrado público en esa zona estudios técnicos demuestran que la iluminación Led es la tecnología más eficiente que se está implementando en las ciudades hoy en día.

4.2. Recomendaciones

- En el momento de realizar el diseño eléctrico se tomó en cuenta los factores ambientales donde pasara el alumbrado Led a lo largo de la autopista.
- En cuanto al financiamiento se debe hacer un estudio con exactitud sobre los costos de implementación de esta tecnología LED y buscar entidades pública o privada para el respectivo mantenimiento.
- Dado que en la región costera se tiene un índice de humedad más alto que en el resto del Ecuador las luminarias que se escojan para la instalación en la autopista deben estar aprobadas para soportar un alto grado de calor y humedad y cumplan con todas las normas de fabricación.
- El uso correcto de postes de acero galvanizado para mayor durabilidad y fácil de instalar y con la opción de realizar una acometida subterránea para mejor visualización del entorno de la autopista.

ANEXOS

Anexo 3.9 Costo de iluminación utilizando luminarias de gas a alta presión

NOMBRE DEL PROYECTO:		ILUMINACION DE LA AUTOPISTA KM4 VIA DE MILAGRO- EL DESEO LUMINARIAS CONVENCIONAL			
ITEM	DESCRIPCIÓN	VALORES CONTRATADOS			
		UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL \$
	SUBTOTAL MATERIALES REDES ELÉCTRICAS				\$ 225.013,29
70	TOTAL DE MANO DE OBRA	U	1	\$ 22.747,48	\$ 22.747,48
71	SUBTOTAL MANO DE OBRA REDES ELÉCTRICAS				\$ 93.495,61
72	SUBTOTAL MATERIALES (USD)				\$225013,29
73	SUBTOTAL MANO DE OBRA (USD)				\$93495,61
74	TOTAL PROYECTO SIN IVA (USD)				\$318508,90

Anexo 3.9. Presupuesto eléctrico para el diseño de iluminación con tecnología Led en la autopista km4 vía Milagro – El Deseo

NOMBRE DEL PROYECTO:		ILUMINACION DE LA AUTOPISTA KM4 VIA DE MILAGRO- EL DESEO CON LUMINARIAS LED			
ITEM	DESCRIPCIÓN	VALORES CONTRATADOS			
		UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL \$
	SUBTOTAL MATERIALES REDES ELÉCTRICAS				\$ 339.964,29
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	SUBTOTAL
70	TOTAL DE MANO DE OBRA	U	1	\$ 22.747,48	\$ 22.747,48
71	SUBTOTAL MANO DE OBRA REDES ELÉCTRICAS				\$ 88.860,61
72	SUBTOTAL MATERIALES (USD)				\$339964,29
73	SUBTOTAL MANO DE OBRA (USD)				\$88860,61
74	TOTAL PROYECTO SIN IVA (USD)				\$428824,90

Nota: El precio de los materiales solo tiene duración de 2 meses.

GLOSARIO

1. **Conductor eléctrico:** Es un material que propone limitada resistencia al movimiento de la carga eléctrica.
2. **Eficiencia Energética:** Es el uso eficiente de la energía, de esta manera optimizar los procesos productivos y el empleo de la energía aplicando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios.
3. **Atenuación:** Depreciación de la intensidad o fuerza voltaje.
4. **Radiación Ultravioleta:** Forman parte de la energía que viene del sol. La radiación ultravioleta que llega a la superficie de la Tierra se confecciona de dos tipos de rayos que se llaman UVA y UVB.
5. **Radiación Visible o luz:** Es el compuesto de radiaciones electromagnéticas capaces de excitar la retina humana y crear el efecto de visión.
6. **Radiación Infrarroja:** es uno de los muchos tipos de luz que forman el espectro electromagnético (EM).
7. **Conductor Vinil:** Es un buen conductor de corriente tienden a ser estables, fuertes y duraderos.

Referencias Bibliográficas

Socitek ingenieros. (2012). Obtenido de Socitek ingenieros:

http://socitekingenieros.blogspot.com/2012_12_01_archive.html

Energyneer. (2013). Obtenido de Mareomotriz:

<http://energyneer.wikidot.com/wiki:mareomotriz>

Alarcon, W. H. (2002). Niveles luminicos de alumbrado publico en el Ecuador.

Amilia, J. O., & Aio, A. (2010). Selection of the Electrical Generator For a Wave Energy Converter. España: ICREPQ'10.

Arauz, B. A. (2013). Obtenido de Universidad Central del Ecuador :

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3358/1/T-UCE-0010-394.pdf>

Armada, I. O. (2015). Condiciones de oleaje y aguaje. Obtenido de

<http://www.inocar.mil.ec/web/index.php/boletines/oleaje-y-aguaje/453-condiciones-de-oleaje-y-aguaje-del-31-de-julio-al-3-de-agosto-2015>

Asamblea Nacional, C. (2014). LEY DE REGIMEN DEL SECTOR ELÉCTRICO.

Obtenido de <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/01/Leyes-Conexas.pdf>

Becerril, R. (2012). Mantenimiento preventivo de un generador eléctrico.

Obtenido de

http://manttogeneradores.blogspot.com/2012/05/mantenimiento-preventivo-de-un_06.html

Caballero, J. (2015). REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE LA LUZ. Obtenido de

<http://ceipgloriafuertespeligros6a.blogspot.com/2015/02/conocimiento-reflexion-y-refraccion-de.html>

CALDERÓN, W., & MAGGI, S. (2016). ANÁLISIS DE UN DISPOSITIVO OSCILANTE COMO MEDIO DE CAPTACION DE ENERGIA ELECTRICA.

Obtenido de

<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/139160/Analisis-de-un-dispositivo-oscilante-como-medio-de-captacion-de-energia-undimotriz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Cando, C. R. (2013). Obtenido de Universidad Tecnica de Cotopaxi:
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/1683>
- Castaneda, D. C. (2012). La energía mareomotriz como energía renovable.
 Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos93/energia-mareomotriz/energia-mareomotriz.shtml>
- Chacon, S. (2016). La Fotografía. Obtenido de
<http://fotografiaenfasis.blogspot.com/2016/05/luminancia.html>
- Codensa. (11 de abril de 2011). Codensa.
- CRIOLLO, L. S. (2015). DISEÑO DE UNA RED CONVERGENTE DE FIBRA ÓPTICA PARA INTERCONECTAR LOS CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS. Obtenido de
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/8078>
- Criollo, X., & Quezada, C. (2011). Diseño de mini central hidroeléctrica en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Cuenca.
 Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1096/13/UPS-CT002113.pdf>
- Cruz, J. (2008). Ocean Wave Energy ,Current Status and Future Prespectives.
 United Kingdom: Springer Science & Business Media.
- Dallas, J. (2015). Sistema de iluminación inteligente. Obtenido de
<http://www.alcorrienteconge.com/luces-en-la-ciudad-leds-inteligentes-podrian-ahorrar-vidas-por-hablar-de-tiempo-y-dinero/>
- DIMEXO, G. (2017). LÁMPARA HALÓGENA LONG LIFE INTEMPERIE CLARA.
 Obtenido de <https://www.grupodimexo.com.ar/lamparas/lamparas-halogenas/>
- Duchi, J., & Peralta, E. (2014). MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA. Obtenido de
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/20856>
- Dumalux. (2017). Alumbrado Público LED. Obtenido de
<http://co.dumalux.com/index.php/noticias/97-alumbrado-publico-led-debes-saber>
- Electrónica., I. (2015). Insercad Electrónica. Obtenido de
<http://www.insercad.com/Electronica>

Elorduizapatarietxe, S. (2015). UN NUEVO MODELO DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PARA IMPULSAR LAS ENERGÍAS MARINAS. Obtenido de <http://www.tecnalia.com/es/energia-medioambiente/noticias/un-nuevo-modelo-de-subestacion-electrica-para-impulsar-las-energias-marinas.htm>

Fernandez, J. G. (2015). Magnitudes y Unidades de Medida. Obtenido de <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/fotometria/magnitud.html>

Gobierno de Santa Elena, P. (s.f.). Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santa Elena. Obtenido de <http://www.santaelena.gob.ec>

GWINLED. (2012). Gwinled. Obtenido de <http://gwinled.com/tecnologia-led/>

Haim, P. A. (2010). Departamento de Ingeniería Mecánica Facultad Regional de Buenos Aires Universidad Tecnológica Nacional. Obtenido de http://www.clubderoma.org.ar/documentos/undimotriz_haim.pdf

Hammer. (1995). Hammer Corporation.

Hernández, A. d. (2015). Energías Renovables en el mar validación del uso de códigos CFD en el diseño de plataformas. Obtenido de <http://www.ehu.eus/sgi/ARCHIVOS/Proyecto%20Asier.pdf>

Industria, S. d. (2011). Sistema de Alumbrado Público Híbrido. Obtenido de <https://geccaipanama.wordpress.com/82-2/>

Integral, E. (2015). LUMINARIAS PARA LAMPARA DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESION. Obtenido de http://www.electroingenieriaintegral.com/ventas/index.php?route=product/product&product_id=926

Jara, T. W. (2006). Introducción a las Energías Renovables No Convencionales. Chile: Fyrma Gráfica.

Joseph, D. &. (2009). Equipos y Medios Profesionales para Grabacion. Obtenido de http://www.djpro.tv/product.php?id_product=1442

LARCO, J. A. (2009). EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA DE UNA CENTRAL UNDIMOTRIZ CON TECNOLOGÍA PELAMIS EN CHILE . Obtenido de <http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/103588>

Ledvance. (2017). Ledvance. Obtenido de <https://www.ledvance.es/productos/conocimiento-del-producto/lamparas->

- de-descarga-de-alta-presion/conocimiento-profesional/tecnolog%C3%ADa-de-vapor-de-mercurio/index.jsp
- Leyview. (2016). Leyview. Obtenido de <http://www.leyview.com/en/Contact.asp>
- Lopez, J. (14 de Abril de 2014). ILUMINACIÓN LED PARA ALUMBRADO PÚBLICO: LUMINARIAS Y FAROLAS. Obtenido de <https://www.cambioenergetico.com/blog/iluminacion-led/>
- Lozano, M. P. (2012). Iluminación con leds. Obtenido de <http://www.e360.es/blog/wp-content/uploads/2012/12/LED1.jpg>
- MAGNETRON. (2016). Transformadores Sumergibles. Obtenido de http://magnetron.com.co/magnetron/images/pdf/fichas/ficha_sumergibles.pdf
- Marin, C. E. (2004). La Eenergia Eolica en Espana. Obtenido de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/286/1/Espejo%20Marin-Energia%20eolica%20en%20Espa%C3%B1a.pdf>
- Martínez, I. (2008). Transmission alternatives for offshore electrical power. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032108000567>
- Martos, O., Shu, A., & Valhondo, V. (2012). Generadores asíncronos . Obtenido de http://projecte-hermes.upc.edu/Enginyeria_Aeroespacial/2B/Circuits%20electrics/Treballs/Treball%20-%20Generadores%20as%C3%ADncronos/Generadores%20as%C3%ADncronos.pdf
- Mondelo, D. (2015). Conceptos sobre la luz. Obtenido de <http://diegomondelo.com/luz/>
- Montoya, A. (2010). Modelado y Control de Centrales Undimotrices Aplicacion a Sistemas Oscilantes y Osciladores de Columna de Agua. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70175/>
- Moragues, J. A., & Rapallini, A. T. (2006). ASPECTOS AMBIENTALES DE LA ENERGÍA EÓLICA. Obtenido de <http://www.iae.org.ar/renovables/renovables60.pdf>

- Moreno, I. (2012). LED: Evolución en Iluminación. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/265086670_fig3_Figura-3-Periodos-en-la-historia-de-la-iluminacion-electrica-La-eficiencia-de-una
- Murcia, H. R. (2009). Desarrollo de la energía solar en Colombia . Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n28/n28a12>
- NATSIM. (2012). Normas de Acometidas Cuartos de Transformadores y Sistema de Medición para el Suministro de Electricidad. Obtenido de <http://www.slideshare.net/albertama/natsim-2012-13326343>
- Neored, E. (2014). Electrodo Neored. Obtenido de <http://www.electrodos.com.ar/catalogue/lamparas-de-descarga-4464/lamparas-de-vapor-de-mercurio-a-alta-presion-hpln-250w-12700lm-5916.html>
- Novygrad, D. S. (2014). La energía FV: oportunidad y necesidad para Cuba. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0252-85842014000200005
- OBEKI. (2008). Generadores de Imanes Permanentes. Obtenido de <http://www.obeki.com/productos/Generadores%20de%20Imanes%20Permanentes.pdf>
- ORDOÑEZ, D. L. (2015). LEY ORGANICA DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA. Obtenido de <http://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/05/LOSPEE.pdf>
- Pascual, J. A. (2016). Bombillas LED. Obtenido de <http://computerhoy.com/noticias/hardware/bombillas-led-tipos-claves-elegir-bien-ahorrar-tu-factura-luz-50878>
- Philips. (2017). Philips. Obtenido de <https://www.philips.com.ar/c-p/8718291181767/halogen-classic-lampara-reflectora-halogen>
- Raham, M. (2010). Underwater Substation System for Wave Energy Converters. Obtenido de <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:289469/FULLTEXT01.pdf>
- Raynaud, P. (2017). Audiofanzine. Obtenido de <https://es.audiofanzine.com/par-reflector-aluminizado-parabolico/>
- Ribes, M. T. (2014). Estudio de las diferentes formas de conseguir energía con el mar. Obtenido de

- <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/22261/PFC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ricci, P., Lopez, J., Plaza, J., Scutto, M., & Villate, J. L. (2009). Guidance protocols on choosing of electrical connection configurations . Obtenido de https://www.wiki.ed.ac.uk/download/attachments/9142387/D5-1_draft-v2.pdf
- S.A, O. (10 de agosto de 2010). Medidores de Iluminación y Flujo Luminoso. Obtenido de http://www.ohdsa.com/medidores_de_iluminacion_-_luxometros.html
- Sandoval, C. M. (2012). Innova Iluminacion.
- SANIPATÍN, B. J. (2014). DISEÑO DE UNA RED CON FIBRA ÓPTICA PARA MIGRAR LAS ÚLTIMAS MILLAS INALÁMBRICAS DE LA EMPRESA EQUYSUM. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2788>
- Santos, C. C. (2011). ESTUDIO DE PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES CON APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DEL MAR. Obtenido de http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/12153/PFC_Carlos_%20Caballero_Santos.pdf?sequence=1
- Santos, D. M. (2011). Máquinas eléctricas de corriente alterna. Obtenido de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-electrica/maquinas-electricas-de-corriente-alterna/material-de-clase-1/capitulo-ii-maquina-asincrona>
- Sardón, J. M. (2003). Energías renovables para el desarrollo. Madrid: Paraninfo S.A.
- Schwartz, D., & Mentzer, A. (2011). Feasibility of linear Induction wave power Generation. Obtenido de <http://linearinductionwavepower.weebly.com/coos-bay-or-wave-farm.html>
- SOLARA, A. (2010). AMKO SOLARA. Obtenido de http://www.amkosolara.com/esp/product_content3.php?c3_id=210
- Sossa, M. S. (2013). DISEÑO E INTEGRACIÓN DE ENERGÍA GEOTÉRMICA DE BAJA ENTALPÍA APLICADA A PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN.

- Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/113790/cf-vielma_ms.pdf?sequence=1
- Suárez, C. (2007). Balastos electrónicos para lámparas fluorescentes.
- Technologies, O. P. (m 2008). Underwater Substation Underwater Substation. Obtenido de https://www.macartney.com/media/3434/usp-brochure_may-2008.pdf
- Technologies, O. P. (2011). Power Buoy. Obtenido de Company Presentation June 2011
- VIDART, A. (2014). Centro Superior del Diseño. Obtenido de <http://www.creanavarra.es/noticias/aitor-vidart-profesor-del-curso-de-luminotecnica-y-cte-2014/>
- Villate, J., Ruiz, P., & Pérez, G. (mayo de 2012). Energías renovables en el medio marino. Obtenido de http://www.revista-anales.es/web/n_14/seccion_8.html
- VIZCAINO, G. C. (2011). CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA. Obtenido de CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN INTERIOR EN EL SECTOR COMERCIAL PARA LOGRAR UNA MAYOR EFICIENCIA:
<http://repositorio.cuc.edu.co/xmlui/bitstream/handle/11323/32/1.140.819.298.pdf?sequence=1>
- Zúñiga, P. (2016). Instalaciones Eléctricas Residenciales. Obtenido de <http://instalacioneselectricasresidenciales.blogspot.com/2016/01/lamparas-incandescentes.html>



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología
Innovación y Saberes



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **FREIRE GUEVARA, ANTHONY ROBERTO** con C.C: # 0929766061 autor del Trabajo de Titulación: **Análisis de factibilidad técnica y económica para alumbrado público basado en la tecnología LED en la autopista km.4 vía Milagro- El Deseo**, en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 8 de marzo del 2018

f. _____

Nombre: FREIRE GUEVARA, ANTHONY ROBERTO

C.C: 0929766061



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Análisis de factibilidad técnica y económica para alumbrado público basado en la tecnología LED en la autopista km.4 vía Milagro- El Deseo		
AUTOR(ES)	FREIRE GUEVARA, ANTHONY ROBERTO		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Orlando Philco		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Eléctrica Mecánica		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Eléctrico Mecánico		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	8 de marzo del 2018	No. DE PÁGINAS:	111
ÁREAS TEMÁTICAS:	Distribución Eléctrica, Líneas de Trasmisión, Instalaciones Eléctrica		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Energía Eléctrica, Tecnologías Led, Electricidad, Lámpara Led, Eficiencia Energética, Alumbrado Público.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>El presente trabajo de titulación tiene como objetivo conocer las diferentes formas de diseñar un sistema de iluminación pública, el uso de la lámpara más adecuada y la más eficientes, la correcta ubicación de los postes de alumbrado; también se va a demostrar los diferentes tipos de luminarias que existen en el mercado haciendo una comparación de su eficiencia energética, diseño eléctrico de las luminarias, costos de las diferentes instalaciones, duración estimada de los materiales, dispersión, alcance, control, tratando encontrar la mejor opción con el fin de lograr cambios positivos en el alumbrado público de la autopista km4 vía milagro- el Deseo.</p> <p>La autopista km4 vía milagro- el Deseo se conoce que es una de las principales arterias de ingreso a Milagro, por lo que se busca la actualización del sistema de alumbrado público con la finalidad de mejorar la visualización de su entorno.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-9-67501653	E-mail: tonnyucsg@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Nombre: Philco Asqui, Luis Orlando		
	Teléfono: +593-9-80960875		
	E-mail: luis.philco@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			