



**Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi**

**UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI**  
**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y**  
**APLICADAS**

**INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“Análisis del sistema de alumbrado público que da servicio en el barrio Zumbalica Centro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi. Propuesta de sistema de alumbrado público más eficiente, en el periodo lectivo marzo 2 - abril 13 del 2016”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ing. Eléctrico en Sistemas Eléctricos de Potencia

**Autores:**

ANCHATIPAN ALDAZ ROBINSON

SANTIAGO

CLAUDIO CALVOPÍÑA MIGUEL

OLMEDO

**Director:**

Ing. Vicente Quispe

Latacunga-Ecuador

Mayo 2016

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Anchatipán Santiago y Claudio Miguel declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “Análisis del sistema de alumbrado público que da servicio en el barrio Zumbalica Centro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi. Propuesta de sistema de alumbrado público más eficiente, en el periodo lectivo marzo 2 - abril 13 del 2016” siendo Ing. Vicente Quispe director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

.....  
ANCHATIPAN ALDAZ

ROBINSON SANTIAGO

050334461-6

.....  
CLAUDIO CALVOPÍÑA

MIGUEL OLMEDO

050325065-6

## AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema:

**“Análisis del sistema de alumbrado público que da servicio en el barrio Zumbalica Centro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi. Propuesta de sistema de alumbrado público más eficiente, en el periodo lectivo marzo 2 - abril 13 del 2016”**, de Anchatipán Santiago y Claudio Miguel de la carrera de Ingeniería Eléctrica , considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga/Mayo/2016

El Director

.....

Ing. Vicente Quispe

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Anchatipán Santiago y Claudio Miguel con el título de Proyecto de Investigación: **“Análisis del sistema de alumbrado público en el barrio Zumbalica Centro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Propuesta de sistema de alumbrado público más eficiente, en el periodo lectivo marzo 2 - abril 13 del 2016”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

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

Latacunga, 3 de mayo del 2016

Para constancia firman:

.....

Ing. Ángel León

LECTOR 1

.....

Ing. Franklin Vásquez

LECTOR 2

.....

Msc. Rommel Suárez

LECTOR 3

## ÍNDICE GENERAL

	APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	ii
	DECLARACION DE AUTORÍA .....	iii
	AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iv
	ÍNDICE GENERAL.....	v
	ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
	ÍNDICE DE TABLAS.....	x
	RESUMEN.....	xii
	ABSTRACT.....	xiii
	AVAL DE TRADUCCIÓN DEL IDIOMA INGLES.....	xiv
1	Informe del Director y Tutor del proyecto de investigación .....	1
2	Información general .....	2
3	Descripción del Proyecto .....	5
4	Justificación.....	5
5	Beneficiario del Proyecto.....	6
6	Problema de Investigación.....	6
7	Fundamento Científico Técnica.....	7
7.1	Alumbrado Público.....	7
7.2	Conceptos Básicos .....	8
7.2.1	Flujo Luminoso.....	8
7.2.2	Luminancia.....	8
7.2.3	Cantidad de Luz .....	8
7.2.4	Iluminancia.....	9
7.2.5	Deslumbramiento .....	9
7.3	Luminarias.....	9

7.3.1	Cualidades de las Luminarias.....	10
7.4	Clasificación de las luminarias de alumbrado público .....	11
7.4.1	Alcance .....	11
7.4.2	Dispersión .....	11
7.4.3	La intensidad luminosa . .....	12
7.5	Fuentes emisoras de luz .....	13
7.5.1	Lámparas de vapor de sodio .....	13
7.5.2	Lámparas incandescentes .....	14
7.5.3	Lámparas halógenas .....	15
7.5.4	Lámparas de vapor de mercurio de alta presión.....	15
7.5.5	Lámparas led .....	16
7.5.6	Bombillas de inducción.....	17
7.6	Fotocontrol .....	17
7.7	Disposición de las luminarias en la vía. ....	18
7.7.1	En tramos curvos.....	18
7.7.2	En cruces. ....	19
7.7.3	En plazas y glorietas.....	19
7.7.4	En pasos peatonales.....	20
8	Objetivos. ....	21
8.1	Objetivo general. ....	21
8.2	Objetivos específicos. ....	21
9	Objetivos específicos, actividades y metodología. ....	21
10	Diseño experimental y análisis de los resultados.....	22
10.1	Cálculo del tipo de iluminaria existente.....	23
10.2	Cálculo. ....	25

10.2.1	Cálculo de distancia entre luminarias. ....	25
10.2.2	Iluminación media de la calzada. ....	26
10.3	Iluminación según la vía. ....	26
10.3.1	Aspectos técnicos. ....	26
10.3.2	Parámetros fotométricos. ....	27
10.4	Datos acerca de la red. ....	31
11	Resultados e impactos esperados. ....	32
11.1	Simulación del alumbrado público. ....	32
12	Valoración técnico económica. ....	37
12.1	Simulación del alumbrado tipo led. ....	41
13	Conclusiones y recomendaciones ....	44
14	Bibliografía . ....	45
15	Anexos. ....	46

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Concepto de intensidad luminosa .....	8
<b>Figura 2.</b> Alcance longitudinal.....	11
<b>Figura 3.</b> Dispersión transversal.....	12
<b>Figura 4.</b> Intensidad luminosa.....	13
<b>Figura 5.</b> Partes constitutivas de las lamparas de vapor de sodio. ....	14
<b>Figura 6.</b> Partes constitutivas de las lamparas incandescentes.....	14
<b>Figura 7.</b> Modelo de lámparas alógenas.....	15
<b>Figura 8.</b> Partes constitutivas de las lamparas de vapor de mercurio. ....	16
<b>Figura 9.</b> Lámpara led. ....	17
<b>Figura 10.</b> Distribución de las luminarias en la vía.....	18
<b>Figura 11.</b> Distribución en curvas.....	19
<b>Figura 12.</b> Distribución en cruces. ....	19
<b>Figura 13.</b> Distribución en plazas y glorietas.....	20
<b>Figura 14.</b> Distribución en pazos peatonales. ....	20
<b>Figura 15.</b> Vía Zumbalica. ....	23
<b>Figura 16.</b> Lámparas existentes.....	23
<b>Figura 17.</b> Factor de utilización .....	22
<b>Figura 18.</b> Calzada y distancia entre postes .....	25
<b>Figura 19.</b> Estructura.....	25



<b>Figura 20.</b> Iluminación existente.....	30
<b>Figura 21.</b> Iluminación adecuada.....	30
<b>Figura 22.</b> Tramo en análisis de la vía.....	32
<b>Figura 23.</b> Simulación de iluminación actual.....	33
<b>Figura 24.</b> Simulación propuesta.....	34
<b>Figura 25.</b> Simulación del alumbrado propuesto.....	35
<b>Figura 26.</b> Simulación de la iluminación tipo led.....	42
<b>Figura 27.</b> Simulación propuesta tipo led.....	43

## *ÍNDICE DE TABLAS*

<b>Tabla 1.</b> Especificaciones técnicas de las lámparas led .....	16
<b>Tabla 2.</b> Objetivos específicos y metodología .....	21
<b>Tabla 3.</b> Niveles de iluminación media.....	24
<b>Tabla 4.</b> Factor de mantenimiento.....	24
<b>Tabla 5.</b> Iluminación según la vía .....	27
<b>Tabla 6.</b> Niveles.....	26
<b>Tabla 7.</b> Parámetros para la selección de la clase de iluminación.....	28
<b>Tabla 8.</b> Parámetros fotométricos áreas peatonales .....	28
<b>Tabla 9.</b> Resumen de la capacidad instalada en el tramo Zumbalica.....	29
<b>Tabla 10.</b> Resumen de informacion lumínica.....	29
<b>Tabla 11.</b> Detalle de la red .....	31
<b>Tabla 12.</b> Transformadores instalados .....	31
<b>Tabla 13.</b> Técnicas para recopilación de información.....	31
<b>Tabla 14.</b> Características de los tipos de luminarias .....	36
<b>Tabla 15.</b> Costos de luminarias existentes .....	37
<b>Tabla 16.</b> Costo con el número total de luminarias a implementar.....	37
<b>Tabla 17.</b> Costo de la instalacion .....	37
<b>Tabla 18.</b> Costo con el número total de luminarias.....	38
<b>Tabla 19.</b> Costo de luminarias led.....	38

<b>Tabla 20.</b> Comparacion económica.....	38
<b>Tabla 21.</b> Consumo de energía en KW/H (día).....	38
<b>Tabla 22.</b> Consumo de energía en KW/H (mes) .....	39
<b>Tabla 23.</b> Consumo de energía en KW/H (año).....	39
<b>Tabla 24.</b> Consumo de energía en KW/H (día) sodio .....	40
<b>Tabla 25.</b> Consumo de energía en KW/H (mes) sodio.....	40
<b>Tabla 26.</b> Consumo de energía en KW/H (año) sodio .....	40
<b>Tabla 27.</b> Consumo de energía total en KW/H (día).....	40
<b>Tabla 28.</b> Consumo de energía total en KW/H (mes) .....	41
<b>Tabla 29.</b> Consumo de energía total en KW/H (año).....	41
<b>Tabla 30.</b> Presupuesto del proyecto.....	47

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y**  
**APLICADAS**

**TÍTULO:**” Análisis del sistema de alumbrado público en el barrio Zumbalica Centro”

**Autores:** SANTIAGO ANCHATIPAN  
MIGUEL CLAUDIO

**RESUMEN**

El alumbrado público es un componente primordial en la economía de un estado y uno de los factores destacados que inciden en el desarrollo productivo y social del país, por lo que no se puede prescindir del mismo, más bien hay que adoptar medidas pertinentes a tener sistemas eficientes y que ahorren energía, para lo cual es necesario evaluaciones periódicas del funcionamiento de los mismos, tanto en el ámbito energético como en el de servicio; El presente proyecto tiene como objetivo principal realizar un estudio del sistema de alumbrado público existente, que nos permita evaluar la calidad del servicio y establecer una iluminación óptima y energéticamente eficiente, la realidad actual del sistema de alumbrado público del barrio Zumbalica centro, la iluminación no es adecuada para el uso de las vías ya que no cuenta con los niveles de iluminación adecuados en algunos casos no se dispone de una lámpara apropiada o con las distancias correspondientes, determinando que las lámparas existentes se encuentran en mal estado y no están acorde con los tipos de lámparas que se han desarrollado con nuevas tecnologías, para lo cual se llevó a cabo este proyecto una recopilación de información de campo, cuyo objetivo es obtener información referente al estado actual del sistema de alumbrado público en la vía Zumbalica centro. Tecnológicamente el proyecto de investigación contribuye en el estudio de nuevos tipos luminarias existentes en el mercado para mejorar el sistema de alumbrado público y beneficiarse con los bajos consumos de energía, se elaboró una propuesta de estudio de cambio de luminarias, el cual nos hizo dar preferencia al complemento de las luminarias faltantes por las del mismo tipo ya que económicamente son más convenientes y así lograr una iluminación acorde con las normas establecidas.

**Palabras claves:** Alumbrado Público, Evaluación Lumínica, Barrió Zumbalica

**UNIVERSITY TECHNICAL OF COTOPAXI**  
**ACADEMIC UNIT OF SCIENCE OF ENGINEERING AND**  
**APPLIED**

**TITLE:** "System Analysis street lighting in the Zumbalica neighborhood center"

**Authors:** ANCHATIPAN SANTIAGO

CLAUDIO MIGUEL

**ABSTRACT**

The street lighting is a key component in the economy of a state and one of the important factors for productive and social development of the country. So you can't stay without it, rather it should take appropriate measures for to have efficient systems and saving energy, for which required periodic evaluations of functioning of them, both in the energy sector and in the service; This project has main objective a study of the existing system of public lighting, which allows us to assess the quality of service and establish an optimal and energy efficient lighting, the current reality of the system of public lighting Zumbalica district center, the lighting is not suitable for use of roads as it does not have appropriate lighting levels in some cases the lamps do not have adequate or appropriate distances, determining that existing lamps are in poor condition and inconsistent with the types of lamps have been developed with new technologies. For which was carried out this project a collection of field information, which aims to obtain information about the current state of public lighting system in Zumbalica center. Technologically the research project contributes to the study of new and existing lighting types on the market for improvements the public lighting system and benefit from the low energy consumption, proposed study of changing lights, which made us give preference was prepared to complement the missing luminaires of the same kind as they are economically more convenient and achieve lighting in accordance with established standards.

**Keywords:** Public Lighting, Luminance Evaluation, neighborhood Zumbalica.



## CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

### AVAL DE TRADUCCIÓN

Yo, Lcda. López Meneses Ximena del Rocío, en calidad de docente del centro cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ; en forma legal Certifico que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma inglés presentado por los egresados de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas ANCHATIPAN ALDAZ ROBINSON SANTIAGO con C.I. 050334461-6 y CLAUDIO CALVOPIÑA MIGUEL OLMEDO con C.I. 050325065-6, cuyo Título versa **“Análisis del sistema de alumbrado público que da servicio en el barrio Zumbalica Centro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi. Propuesta de sistema de alumbrado público más eficiente, en el periodo lectivo marzo 2 - abril 13 del 2016”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga a 02 de mayo del 2016

---

Lcda. López Meneses Ximena del Rocío  
050222925-5  
Docente

## 1. INFORME DEL DIRECTOR Y TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

DATOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	
Nombre de los Estudiantes	Anchatipán Aldáz Robinson Santiago. Claudio Calvopiña Miguel Olmedo
Título del Proyecto	Análisis del sistema de alumbrado público en el barrio Zumbalica Centro.
Sub línea de Investigación.	Explotación y diseño de sistemas eléctricos
DATOS DEL DIRECTOR DE PROYECTO	
Nombre completo	Ing. Vicente Javier Quispe Toapanta
DATOS DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	
Nombre completo	PhD. Secundino Marrero
INFORME	
Evalúe el progreso del Proyecto de Investigación con relación a lo establecido en el plan de investigación y al desarrollo de las actividades formativas	
Favorable <input checked="" type="checkbox"/>	Desfavorable <input type="checkbox"/>

Fecha: 17/04/2016

.....  
**Ing. Vicente Quispe**

.....  
**Phd. Secundino Marreno**

## 2. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:** Análisis del sistema de alumbrado público en el barrio Zumbalica Centro.

**Tipo de Proyecto:**

- 1. Investigación formativa
- 2. Investigación Aplicada
- 3. Investigación Evaluativa
- 4. Investigación Experimental
- 5. Investigación Tecnológica

**Propósito:**

- Obtener información para plantear proyecto de mayor trascendencia
- Dar atención a problemas o necesidades locales
- Establecer relación con otras entidades
- Resolver problemas identificados en la universidad

**Fecha de inicio:** Marzo 2016

**Fecha de finalización:** Mayo 2016

**Lugar de ejecución:** Barrio Zumbalica

**Unidad Académica que auspicia:** Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Eléctrica

**Equipo de Trabajo:**

**Director del proyecto:** Ing. Vicente Quispe

**Tutor de investigación:** Phd. Secundino Marrero

**Estudiantes:** Anchatipán Aldáz Robinson Santiago

Claudio Calvopiña Miguel Olmedo

**Nombre:** Anchatipán Aldáz Robinson Santiago

**Teléfonos:** 0998181500

**Correo electrónico:** santiago081988@hotmail.es



**Nombre:** Claudio Calvopiña Miguel Olmedo

**Teléfonos:** 0979356382

**Correo electrónico:** claudiomig088@hotmail.com

**Área de Conocimiento:** Sistemas de alumbrado

**Línea de investigación:** Explotación y diseño de sistemas eléctricos.

## HOJA DE VIDA DOCENTE

### 1.- DATOS PERSONALES

NOMBRES Y APELLIDOS: Vicente Javier Quispe Toapanta

FECHA DE NACIMIENTO: 1983-12-09

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0502918014

ESTADO CIVIL: Soltero

NUMEROS TELÉFONICOS: 0984-700557 / 032729394

E-MAIL: viche\_chente09@yahoo.com , vicente.quispe@utc.edu.ec

### 2.- ESTUDIOS REALIZADOS

NIVEL PRIMARIO: Escuela “Federico Gonzales Suarez”

NIVEL SECUNDARIO: ITS “Ramón Barba Naranjo”

NIVEL SUPERIOR: Escuela Politécnica Nacional

NIVEL SUPERIOR: Universidad Técnica de Cotopaxi

### 3.- TÍTULOS

PREGRADO: Ingeniero Eléctrico (2 009)

POSGRADO: Maestría en Gestión de Energías (Egresado)-

### 4.- EXPERIENCIA LABORAL

- Contratista Ing. Enrique Santamaría 2008
- Unidad Educativa Madison High School 2008 - 2009
- Empresa Eléctrica Riobamba 2009 - 2010
- Universidad Técnica de Cotopaxi 2011

### 5.- CARGOS DESEMPEÑADOS

- Residente de Obra del Contratista Ing. Enrique Santamaría
- Docente de Física y Matemática: Unidad Educativa Madison High School – Salcedo
- Auxiliar de Ingeniería Eléctrica en el Área de Construcciones de la Empresa Eléctrica Riobamba
- Docente Contrato Universidad Técnica de Cotopaxi

## **HOJA DE VIDA**

### **1.- DATOS PERSONALES:**

NOMBRES: Robinson Santiago Anchatipán Aldáz

DIRECCIÓN: Pujilí, Barrio Centro, calle Belisario Quevedo y Vicente Rocafuerte

TELÉFONO(S): 032723950 / 0998181500

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Latacunga, 08 de Junio de 1988

EDAD: 27 años

ESTADO CIVIL: Soltero

CEDULA DE IDENTIDAD NUMERO: 050334461-6

NACIONALIDAD: Ecuatoriano

### **2.- NIVEL DE EDUCACIÓN**

ESTUDIOS PRIMARIOS: Escuela De Práctica Leonardo Moscoso Moreno

ESTUDIOS SECUNDARIOS: Colegio Técnico Pujilí

## **HOJA DE VIDA**

### **1.- DATOS PERSONALES:**

NOMBRES: Miguel Olmedo Claudio Calvopiña

DIRECCIÓN: Latacunga. Gualundun

TELÉFONO(S): 0979356382

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Latacunga, 07 de Enero de 1989

EDAD: 27 años

ESTADO CIVIL: Soltero

CEDULA DE IDENTIDAD NUMERO: 050325065-6

NACIONALIDAD: Ecuatoriano

### **2.- NIVEL DE EDUCACIÓN**

ESTUDIOS PRIMARIOS: Escuela "Simón Bolívar"

ESTUDIOS SECUNDARIOS: Instituto Tecnológico Superior Ramón Barba Naranjo

### **3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El problema del alumbrado público es complejo y extenso ya que se puede prevenir accidentes de tráfico y la inseguridad de los habitantes del sector, se debería brindar servicios públicos de calidad, eficientes y oportunos, así con tecnologías que brinden iluminación eficiente y optima a la sociedad.

La realidad actual del sistema de alumbrado público del barrio Zumbalica centro la iluminación no es adecuada para el uso de las vías en algunos casos no se dispone de una lámpara apropiada, determinando que las lámparas existentes se encuentran en mal estado y no están acorde con los tipos de lámparas que se han desarrollado con nueva tecnología.

Desde un punto de vista energético las lámparas existentes tienen un consumo de energía elevada que las que se plantea en el proyecto de mejora, ya que estas no cumplen con los niveles de iluminación recomendados por las normas establecidas, su vida útil es menor, así también tienen un mayor impacto ambiental debido a la contaminación de tipo lumínico en los cielos y necesita de vapores o gases para operar.

La importancia de la investigación es el aprovechamiento de las nuevas tecnologías en el desarrollo de sistemas de iluminación, las cuales nos permiten un mayor control, disminuyendo el tiempo de mantenimiento, aumentando su vida útil, generando un bajo consumo de energía, tiene una iluminación uniforme, son más compactas y ocupan menos espacio y responden más rápidamente a los cambios de voltaje.

Al mejorar el alumbrado, se logra que la comunidad se sienta más segura, permite operar vehículos de noche de manera adecuada, se reducen los accidentes. También promueve la operación nocturna de negocios y se incrementa el paso de peatones durante la noche, todo lo cual hace que el barrio sea más activo y agradable.

### **4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El ahorro de la energía eléctrica es actualmente un factor que se debe contemplar en cualquier proyecto; las condiciones del alumbrado público se debe dar mantenimiento, modificar o una nueva distribución y en caso de ser necesario instalar la iluminación complementaria o localizarla en donde se requiera de una mayor iluminación.

En este trabajo se plantea la aplicación de un plan de ahorro de energía en el sistema de alumbrado público, que en nuestro caso se contempla hacer un diagnóstico de la iluminación actual en comparación con un sistema de iluminación eficiente y óptima.

La importancia de la investigación es el aprovechamiento de las nuevas tecnologías en el desarrollo de sistemas de iluminación, las cuales permiten un mayor control, disminuyendo el tiempo de mantenimiento, aumentando su vida útil, generando un bajo consumo de energía, tiene una iluminación uniforme, son más compactas y ocupan menos espacio y responden más rápidamente a los cambios de voltaje.

Al mejorar el alumbrado, se logra que la comunidad se sienta más segura, permite operar vehículos de noche y se reducen los accidentes. También promueve la operación nocturna de negocios y se incrementa el paso de peatones durante la noche, todo lo cual hace que el barrio sea más activo y agradable.

## **5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

Los beneficiarios directos de nuestros proyectos son todos habitantes del barrio Zumbalica en un total aproximado de 500 personas mientras que los indirectos son los transeúntes que usan la vía en una cantidad aproximada de 700 personas.

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

El problema del alumbrado público es complejo y extenso ya que se puede prevenir accidentes de tráfico y la inseguridad de los habitantes del sector, se debería brindar servicios públicos de calidad, eficientes y oportunos, así con tecnologías que brinden iluminación eficiente y óptima a la sociedad.

La realidad actual del sistema de alumbrado público del barrio Zumbalica centro la iluminación no es adecuada para el uso de las vías en algunos casos no se dispone de una lámpara apropiada, determinando que las lámparas existentes se encuentran en mal estado y no están acorde con los tipos de lámparas que se han desarrollado con nueva tecnología.

Desde un punto de vista energético las lámparas existentes tienen un consumo de energía mucho mayor que las que se plantea en el proyecto de mejora, ya que estas no cumplen con los niveles de iluminación recomendados por las normas establecidas, su vida útil es menor, así también tienen un mayor impacto ambiental debido a la contaminación de tipo lumínico en los cielos y necesita de vapores o gases para operar.

## **7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **7.1 Alumbrado público.**

La red de alumbrado público del país constituye uno de los servicios fundamentales, en cuanto a movilidad, ornamentación y seguridad para la ciudadanía. Sin embargo, constituye uno de los rubros de consumo energético más importante, según datos obtenidos del Balance Energético Nacional 2013, elaborado por el Ministerio Coordinador de los Sectores Estratégicos (MICSE): El consumo eléctrico en alumbrado público constituyó el 5,68 % (189 MW) de la demanda máxima del Sistema Nacional Interconectado y el 4,95 % (964 GWh) del total de energía de los diferentes sectores de consumo (residencial, comercial, industrial y otros). Las luminarias de alumbrado público se activan generalmente por fotocontroles, que son interruptores automáticos utilizados para la conexión y desconexión de fuentes de luz, ya sea en forma individual, o efectuando un control múltiple mediante la utilización de un contactor. Dichos sistemas empiezan su funcionamiento en el pico de la demanda de energía, aproximadamente a las 18 : 00. Por esta razón, la reducción de la potencia en iluminación pública contribuiría a mejorar el factor de carga del sistema eléctrico.

A la fecha, la tecnología de uso común en las redes de alumbrado público en nuestro país es el sodio de alta presión, que radica en el uso de un tipo de lámpara de descarga de gas, que implementa vapor de sodio para producir luz, aunque la evolución de la tecnología LED usada para alumbrado público, presenta varias ventajas como el bajo consumo de energía, un mayor tiempo de vida, emisión reducida de calor, no contienen mercurio (componente altamente nocivo para el medio ambiente), por lo que pueden ser una alternativa de eficiencia para nuestra red de alumbrado, sin embargo, para implementar acciones o políticas de eficiencia, es necesario contar con una investigación previa que las justifique y garantice una iluminación óptima. Es necesario, por tanto, crear políticas públicas y normas que contribuyan a distribuir de una manera responsable y planificada la energía utilizada en el alumbrado público.

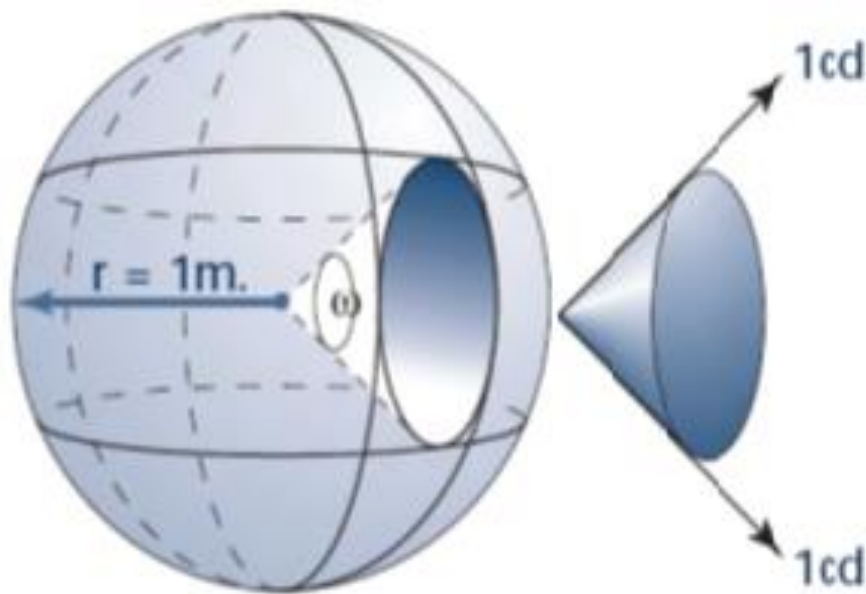
El marco constitucional del Ecuador otorga plena viabilidad para gestionar acuerdos entre las empresas eléctricas de distribución y municipalidades, quienes tienen a cargo el alumbrado público, para lograr el objetivo de mejorar y racionalizar el uso común del bien energético nacional. El Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER), bajo este contexto, se encuentra desarrollando investigaciones de

eficiencia energética en Alumbrado Público, que podrían brindar insumos para los tomadores de decisiones y generar medidas aplicadas a escala nacional.

## 7.2 CONCEPTOS BÁSICOS

### 7.2.1. Flujo Luminoso (Potencia luminosa)

Es una medida para la potencia de una fuente luminosa, a la cual es sensible el ojo humano. Se representa con  $\Phi$  siendo su unidad el lumen (lm).



**Figura 1.** Concepto de intensidad luminosa  
Fuente: Jimenez Blanca (2005). Luminotecnia.

### 7.2.2. Luminancia

Cantidad de luz que incide en una superficie y que es reflejada. Esta propiedad permite que los objetos sean visibles al ojo, debido a las transformaciones por absorción de los mismos, proporcionando una percepción de brillo.

La unidad básica de la luminancia o brillo es el pie-lambert.

### 7.2.3. Cantidad de luz (Energía luminosa)

Esta magnitud sólo tiene importancia para conocer el flujo luminoso que es capaz de dar un flash fotográfico o para comparar diferentes lámparas según la luz que emiten durante un cierto periodo de tiempo. Su símbolo es  $Q$  y su unidad es el lumen por segundo ( $lm \cdot s$ ).

Ecuación 1.

$$Q = \Phi \cdot t \text{ [Lm.s]}$$

Donde:

$Q$ : Cantidad de luz  
 $\Phi$ : Flujo luminoso  
 $t$ : Tiempo (segundos)

#### 7.2.4. Iluminancia (Nivel de Iluminación)

Se define iluminancia como el flujo luminoso recibido por una superficie. Su símbolo es  $E$  y su unidad el lux (lx) que es un  $\text{lm}/\text{m}^2$ .

Ecuación 2.

$$E = \frac{\Phi}{S} = [\text{lux}] \quad E = \frac{\text{Lm}}{\text{m}^2} = [\text{lux}]$$

Donde:

$E$ : Iluminancia  
 $\Phi$ : Flujo luminoso  
 $S$ : Superficie ( $\text{m}^2$ )

#### 7.2.5. Deslumbramiento

Deslumbramiento Es una sensación producida, dentro del campo visual del observador, por una luminancia suficientemente mayor o menor que aquella a la cual los ojos se habían adaptado y que causa molestias, incomodidad o pérdida temporal de la visibilidad. En alumbrado público el deslumbramiento tiene dos componentes:

- El deslumbramiento molesto que produce falta de comodidad al observador durante la conducción a través de un área iluminada.
- El deslumbramiento incapacitivo que consiste en la disminución temporal de la capacidad del observador.

### 7.3. Luminarias.

Luminaria Conjunto de elementos para distribuir, filtrar, controlar, transformar y dirigir la luz emitida por la bombilla, incluye todos los accesorios mecánicos, ópticos y



eléctricos indispensables para el soporte, protección de las bombillas y su conexión a la fuente de alimentación.

### **7.3.1. Cualidades de las luminarias**

Están determinadas por las características que definen cada tipo de luminaria, deben cumplir una serie de requisitos, que tiene como objetivo satisfacer las necesidades de una determinada instalación de alumbrado. Las cualidades que debe tener una luminaria, se dividen en 3 clases:

#### **Óptica**

- Distribución luminosa adaptada a la función que debe realizar.
- Luminancias reducidas en determinadas direcciones.
- Buen rendimiento luminoso.

#### **Mecánica y eléctrica**

- Solidez.
- Ejecución en un material adecuado a las condiciones de trabajo previstas.
- Construcción que permita a la lámpara funcionar en condiciones apropiadas de temperatura.
- Facilidad de montar, desmontar y limpiar.
- Cómodo acceso a la lámpara y equipo eléctrico.

#### **Estética**

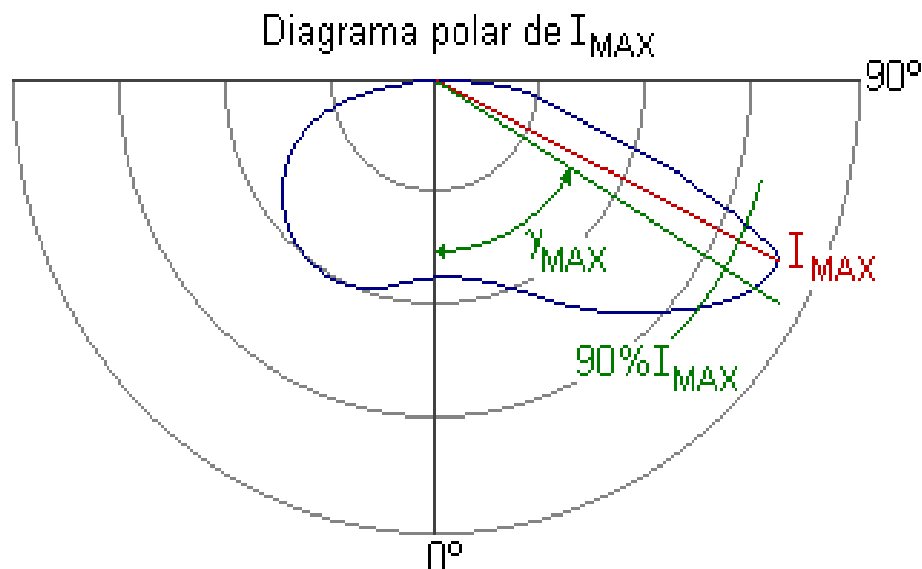
Las luminarias apagadas durante el día o encendidas durante la noche, no deben contrastar con el medio ambiente en el cual se incluyen. Se busca minimizar el impacto visual. Estas cualidades son muy utilizadas por los diseñadores y arquitectos en proyectos de embellecimiento de oficinas, centros comerciales y de ciudades.

## 7.4. Clasificación de las luminarias de alumbrado público

En la actualidad, las luminarias se clasifican según tres parámetros (alcance, dispersión y control) que dependen de sus características fotométricas. Los dos primeros nos informan sobre la distancia en que es capaz de iluminar la luminaria en las direcciones longitudinal y transversal respectivamente. Mientras, el control nos da una idea sobre el deslumbramiento que produce la luminaria a los usuarios.

### 7.4.1. El alcance

Es la distancia, determinada por el ángulo  $\gamma_{MAX}$ , en que la luminaria es capaz de iluminar la calzada en dirección longitudinal. Este ángulo se calcula como el valor medio entre los dos ángulos correspondientes al 90% de  $I_{MAX}$  que corresponden al plano donde la luminaria presenta el máximo de la intensidad luminosa.



**Figura 2.** Alcance longitudinal  
Fuente: García Javier (2010)

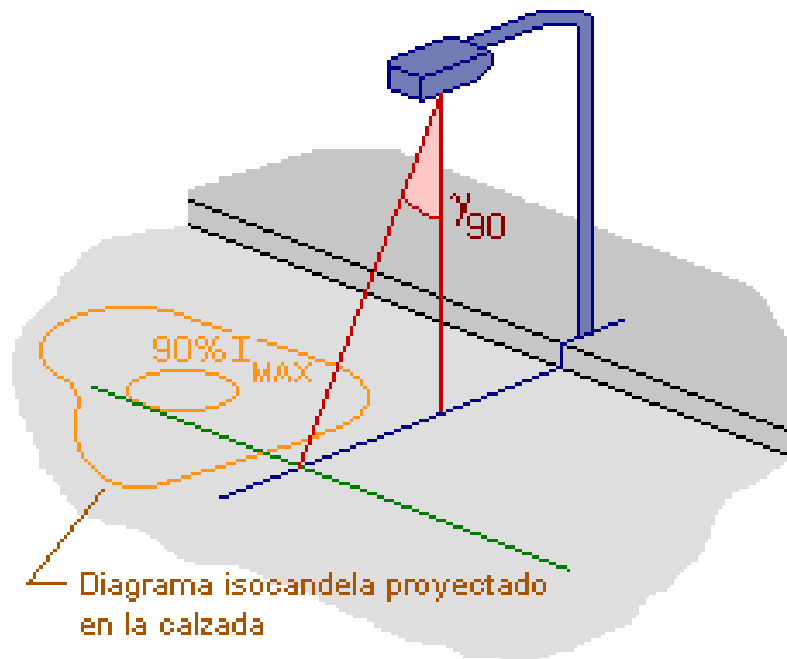
### 7.4.2. La dispersión

Es la distancia, determinada por el ángulo  $\gamma_{90}$ , en que es capaz de iluminar la luminaria en dirección transversal a la calzada. Se define como la recta tangente a la curva isocandela del 90% de  $I_{MAX}$  proyectada sobre la calzada, que es paralela al eje de esta y se encuentra más alejada de la luminaria.

*Dispersión estrecha* =  $Y_{90} < 45^\circ$

*Dispersión media* =  $45^\circ \leq Y_{90} \leq 55^\circ$

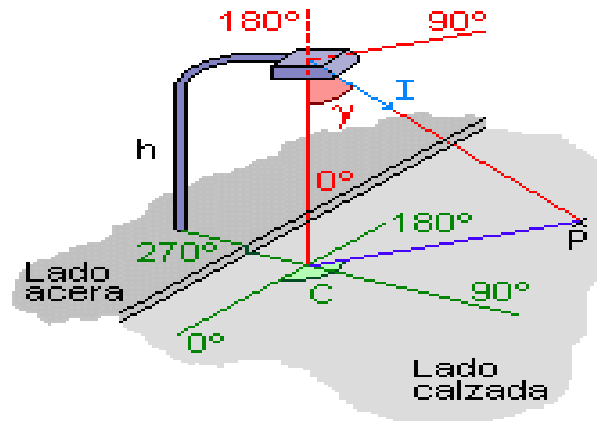
*Dispersión ancha* =  $Y_{90} > 55^\circ$



**Figura 3.** Dispersión transversal  
Fuente: García Javier (2010)

### 7.4.3. La intensidad luminosa

Se representa mediante un sistema de tres coordenadas ( $I$ ,  $C$ ,  $Y$ ). La primera de ellas  $I$  representa el valor numérico de la intensidad luminosa en candelas e indica la longitud del vector mientras las otras señalan la dirección. El ángulo  $C$  nos dice en qué plano vertical estamos y  $Y$  mide la inclinación respecto al eje vertical de la luminaria. En este último,  $0^\circ$  señala la vertical hacia abajo,  $90^\circ$  la horizontal y  $180^\circ$  la vertical hacia arriba. Los valores de  $C$  utilizados en las gráficas no se suelen indicar salvo para el alumbrado público. En este caso, los ángulos entre  $0^\circ$  y  $180^\circ$  quedan en el lado de la calzada y los comprendidos entre  $180^\circ$  y  $360^\circ$  en la acera;  $90^\circ$  y  $270^\circ$  son perpendiculares al bordillo y caen respectivamente en la calzada y en la acera.



**Figura 4.** Intensidad luminosa  
**Fuente:** García Javier (2010)

Con un sistema de tres coordenadas es fácil pensar que más que una representación plana tendríamos una tridimensional. De hecho, esto es así y si representamos en el espacio todos los vectores de la intensidad luminosa en sus respectivas direcciones y uniéramos después sus extremos, obtendríamos un cuerpo llamado sólido fotométrico. Pero como trabajar en tres dimensiones es muy incómodo, se corta el sólido con planos verticales para diferentes valores de  $C$  (suelen ser uno, dos, tres o más dependiendo de las simetrías de la figura) y se reduce a la representación plana de las curvas más características.

## 7.5. Fuentes emisoras de luz (lámparas)

Las más comúnmente utilizadas son las que detallamos a continuación:

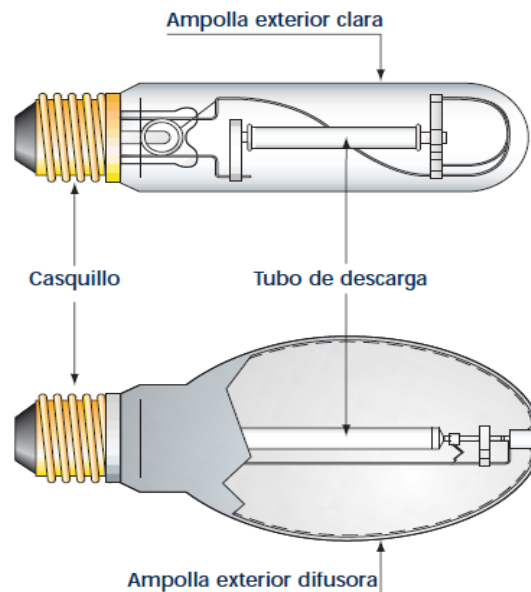
### 7.5.1 Lámparas de vapor de sodio

La lámpara de vapor de sodio es un tipo de lámpara de descarga de gas que usa vapor de sodio para producir luz. Son una de las fuentes de iluminación más eficientes, ya que proporcionan gran cantidad de lúmenes por vatio ( $\text{lm/w}$ ). El color de la luz que producen es amarillo brillante.

#### Lámparas de vapor de sodio de alta presión

Tienen como característica principal la presencia de un exceso de sodio, en el tubo de descarga, para garantizar un espectro casi continuado, que mejora las propiedades de reproducción de color. Este tipo de bombillo se considera como prioridad en los criterios de diseño para iluminación de exteriores, en relación a las fuentes de luz de metal halie y mercurio de alta presión, por su capacidad de acentuar los objetos

iluminados y su prolongada vida útil. Para el encendido de las lámparas, es necesario el uso de equipos auxiliares (balastro, arrancador o ignitor y un condensador). La luz que produce los bombillos es de color amarillento y puede variar hasta blanco cálido.



**Figura 5.** Partes constitutivas y modelos de lámparas de vapor de sodio de alta presión  
**Fuente:** Manual de sistemas de iluminación

### 7.5.2. Lámparas incandescentes

La lámpara incandescente funciona como un radiador térmico: un filamento de tungsteno, al ser una elevada resistencia eléctrica, se calienta cuando circula corriente eléctrica a través de él, convirtiendo la energía eléctrica en energía de radiación, una parte de la cual es visible como luz. Su desventaja es la baja eficacia luminosa y su duración de vida relativamente corta. Por otro lado, tiene una excelente reproducción cromática.



**Figura 6.** Partes constitutivas y tipos de lámparas incandescentes  
**Fuente:** Sistemas informáticos SOLMED (2013)

### 7.5.3. Lámparas halógenas

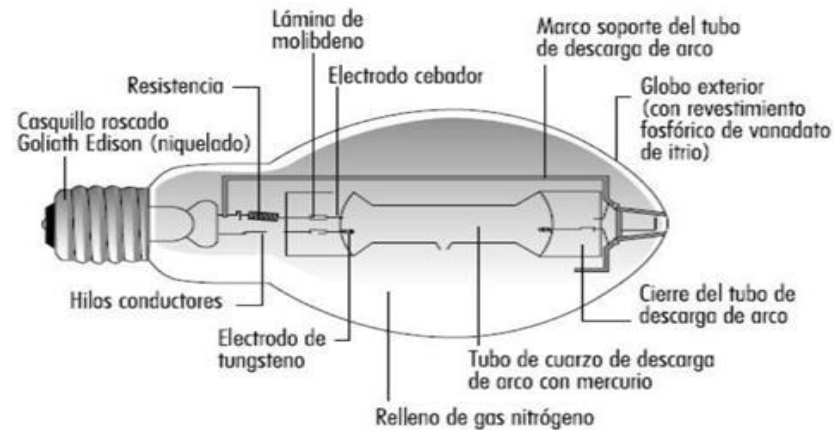
Su principio de funcionamiento es similar al de las lámparas incandescentes, con la diferencia, que para evitar la pérdida de material del filamento, se aplica la técnica de la adición de halógenos para el llenado de gas. Entre sus ventajas con respecto a las lámparas incandescentes están: mayor durabilidad, mayor eficiencia luminosa y menor tamaño.



**Figura 7.** Modelos de lámparas halógenas.  
Fuente: Gustavo Alvear (2015)

### 7.5.4. Lámpara de vapor de mercurio de alta presión

Son aquellas lámparas que disponen de un tubo de descarga corto de vidrio de cuarzo, que contiene una mezcla de gas noble y mercurio. En ambos extremos del tubo están dispuestos los electrodos, muy cerca de uno de los cuales se encuentra un electrodo auxiliar adicional para el encendido de la lámpara, lo que hace innecesaria la presencia de un cebador. No obstante, para su funcionamiento es imprescindible el uso de un balasto y un condensador para mejorar su factor de potencia. Tiene una eficacia luminosa menor que las lámparas fluorescentes y compactas, sin embargo, su promedio de vida útil llega a ser hasta el doble en comparación con las fuentes de luz antes mencionadas. Por ser una fuente luminosa compacta, su luz se puede orientar con medios ópticos. La luz de estas lámparas tiene un color blanco azulado.



**Figura 8.** Partes constitutivas de lámpara de vapor de mercurio de alta presión.  
**Fuente:** Diseño de sistema de control automatizado (2012).

### 7.5.5. Lámparas led.

La evolución de la tecnología ha llevado al desarrollo de LEDs de alta potencia que sobrepasan los 100 lum/watt, lo que ha permitido la introducción de esta tecnología para la producción de luminarias de Alumbrado Público, y con ello se ha eliminado la presencia de materiales contaminantes como el mercurio presente en las lámparas de alta intensidad de descarga (HID) como son las de vapor de sodio, vapor de mercurio, etc.

**Tabla 1.** Especificaciones técnicas de las lámparas Led

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	LUMINARIAS LED
Eficacia luminosa	> 110
Factor de potencia	0.99
Distorsión Armónica Total	< 10%
CRI	> 60%
Vida Útil (horas)	100,000
Depreciación de lúmenes a las 50,000 horas	< 30%
Depreciación de lúmenes a las 6,000 horas	< 3%
Driver	Electrónico – Dimerizable
Clasificación IP	IP 65
Temperatura de color (°K)	4,000 – 5,800
Mantenimiento del LED	Libre de Mantenimiento
Garantía	5 años el DRIVER y 10 años para los LEDs

**Fuente:** Diseño de sistema de control automatizado (2012)..

El LED es un simple emisor de luz, no tiene ningún tipo de distribución fotométrica, para poder producir la fotometría necesaria es necesario montar una lente sobre cada uno de los LED, lográndose con esto una distribución luminosa mucho más eficiente que no se obtiene con las luminarias tradicionales de alta intensidad de descarga (HID) como son las de Sodio, Mercurio, Metal Halide, etc. En las luminarias del tipo HID, debido que para su funcionamiento es necesaria la presencia tanto de un reflector como de un difusor, lo que reduce el flujo luminoso de la fuente (bombilla). Esto no ocurre en las luminarias LEDs, ya que el flujo luminoso se obtiene directamente de la luminaria. Adicionalmente un valor de CRI > 60% permite que la visión del ojo humano se adapte mejor a la luz de este tipo de luminarias, con lo que se logra que el espectro de luz sea mejor aprovechado.



**Figura 9.** Lámpara led.  
**Fuente:** Agraled (2016)

### **7.5.6 Bombillas de Inducción**

Es una tecnología reciente que aún tiene una reducida gama de potencias y un elevado costo. Sin embargo presentan una larga vida útil de aproximadamente 60 000 horas y un arranque inmediato. Aplicación en faros, túneles, alumbrado público y básicamente en lugares donde resulta difícil el mantenimiento. Se debe tener en cuenta el efecto de contaminación electromagnética asociado.

### **7.6. Fotocontrol**

Es un dispositivo utilizado para conectar y desconectar de manera automática las luminarias de alumbrado público en función del nivel de iluminación del ambiente. En

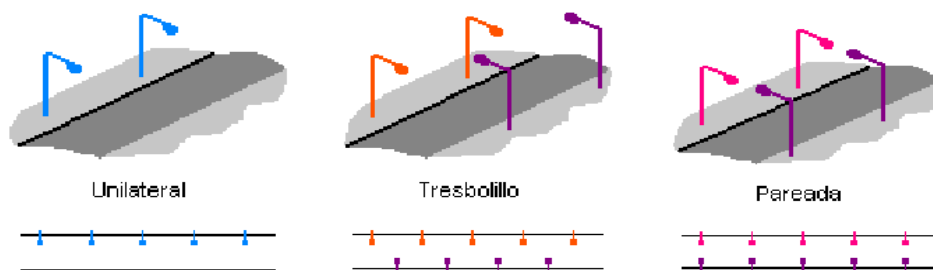


el caso más común el fotocontrol enciende la bombilla durante la noche y la apaga durante el día.

### 7.7. Disposición de las luminarias en la vía

Para conseguir una buena iluminación, no basta con realizar los cálculos, debe proporcionarse información extra que oriente y advierta al conductor con suficiente antelación de las características y trazado de la vía. Así en curvas es recomendable situar las farolas en la exterior de la misma, en autopistas de varias calzadas ponerlas en la mediana o cambiar el color de las lámparas en las salidas.

En los tramos rectos de vías con una única calzada existen tres disposiciones básicas: unilateral, bilateral tresbolillo y bilateral pareada. También es posible suspender la luminaria de un cable transversal pero sólo se usa en calles muy estrechas.

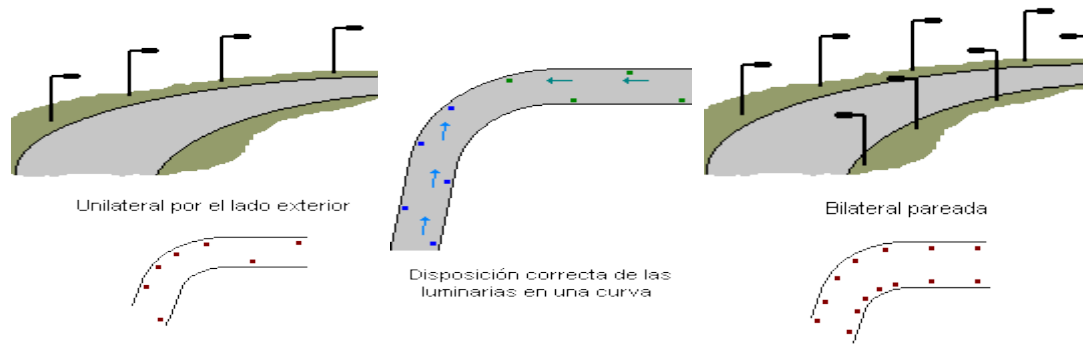


**Figura 10.** Distribución de Luminarias en la vía  
Fuente: García Javier (2010)

La distribución unilateral se recomienda si la anchura de la vía es menor que la altura de montaje de las luminarias. La bilateral tresbolillo si está comprendida entre 1 y 1.5 veces la altura de montaje y la bilateral pareada si es mayor de 1.5.

#### 7.7.1. En tramos curvos

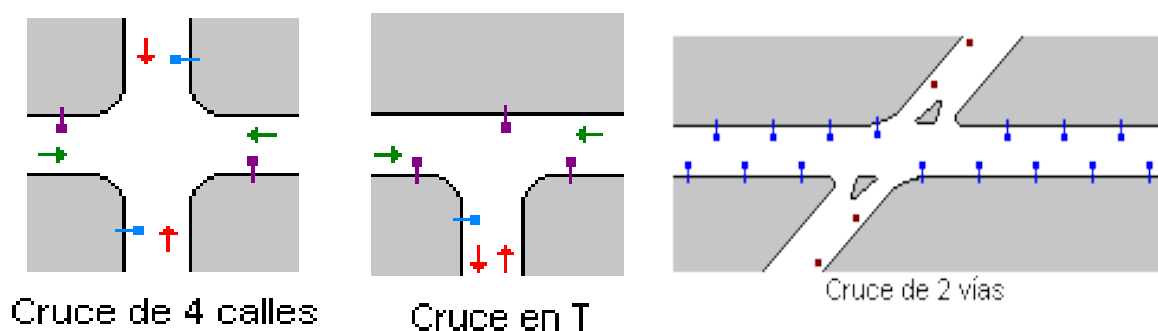
Las reglas a seguir son proporcionar una buena orientación visual y hacer menor la separación entre las luminarias cuanto menor sea el radio de la curva. Si la curvatura es grande ( $R > 300$  m) se considerará como un tramo recto. Si es pequeña y la anchura de la vía es menor de 1.5 veces la altura de las luminarias se adoptará una disposición unilateral por el lado exterior de la curva. En el caso contrario se recurrirá a una disposición bilateral pareada, nunca tresbolillo pues no informa sobre el trazado de la carretera.



**Figura 11.** Distribución en curvas  
**Fuente:** García Javier (2010)

### 7.7.2. En cruces

Conviene que el nivel de iluminación sea superior al de las vías que confluyen en él para mejorar la visibilidad. Asimismo, es recomendable situar las farolas en el lado derecho de la calzada y después del cruce. Si tiene forma de T hay que poner una luminaria al final de la calle que termina. En las salidas de autopistas conviene colocar luces de distinto color al de la vía principal para destacarlas. En cruces y bifurcaciones complicados es mejor recurrir a iluminación con proyectores situados en postes altos, más de 20 m, pues desorienta menos al conductor y proporciona una iluminación agradable y uniforme.

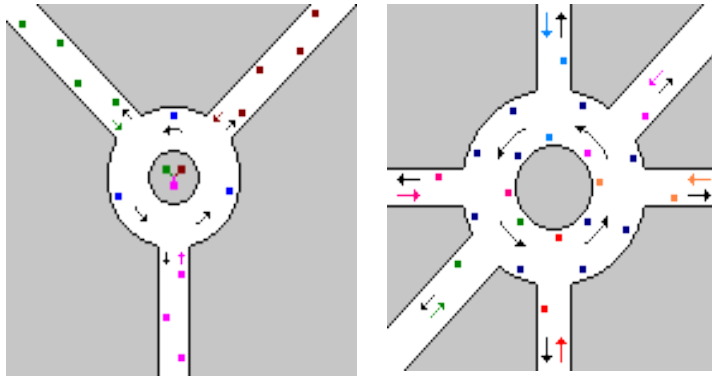


**Figura 12.** Distribuciones en cruces.  
**Fuente:** García Javier (2010)

### 7.7.3. En las plazas y glorietas

Se instalarán luminarias en el borde exterior de estas para que iluminen los accesos y salidas. La altura de los postes y el nivel de iluminación serán por lo menos igual al de la calle más importante que desemboca en ella. Además, se pondrán luces en las vías de acceso para que los vehículos vean a los peatones que crucen cuando abandonen la

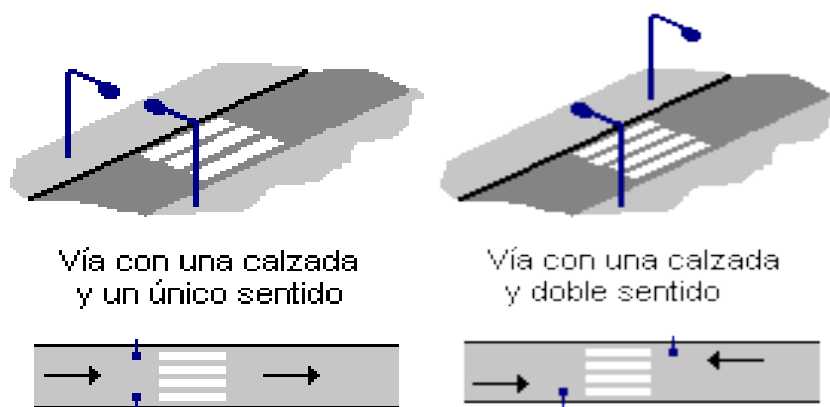
plaza. Si son pequeñas y el terraplén central no es muy grande ni tiene arbolado se puede iluminar con un poste alto multibrazo. En otros casos es mejor situar las luminarias en el borde del terraplén en las prolongaciones de las calles que desemboca en esta.



**Figura 13.** Distribución en las plazas y glorietas.  
Fuente: García Javier (2010)

#### 7.7.4. En los pasos de peatones

Las luminarias se colocarán antes de estos según el sentido de la marcha de tal manera que sea bien visible tanto por los peatones como por los conductores.



**Figura 14.** Distribución en los pasos de peatones.  
Fuente: García Javier (2010)

Por último, hay que considerar la presencia de árboles en la vía. Si estos son altos, de unos 8 a 10 m, las luminarias se situarán a su misma altura. Pero si son pequeñas las farolas usadas serán más altas que estos, de 12 a 15 m de altura. En ambos casos es recomendable una poda periódica de los árboles.

## 8. OBJETIVOS:

### 8.1 Objetivo General.

Realizar un estudio del sistema de alumbrado público existente, que nos permita evaluar la calidad del servicio y establecer una iluminación óptima y energéticamente eficiente.

### 8.2 Objetivos específicos

Diagnosticar la situación actual del sistema de alumbrado público existente, recopilando información para determinar la capacidad de iluminación.

Realizar la comparación de la luminaria existente con una tecnología más eficiente.

Establecer un análisis de factibilidad económico y técnico del proyecto de mejora.

## 9. OBJETIVOS ESPECÍFICOS, ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA

**Tabla 2.** Descripción de los objetivos.

OBJETIVO	ACTIVIDADES	RESULTADOS	DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA
Diagnosticar la situación actual del sistema de alumbrado público existente, recopilando información para determinar la capacidad de iluminación.	Selección de técnica e instrumento.	Información actual y precisa	Observación
	Determinar el tipo de luminarias actuales.	Tipo de luminarias	Observación
	Establecer la capacidad de iluminación	Nivel de iluminación	Aplicar cálculos
	Eficiencia energética	Consumo de energía	Aplicar cálculos

Realizar la comparación de la luminaria existente con una tecnología más eficiente.	Investigación bibliográfica	Contenido científico	Búsqueda en el internet
	Tipos de luminarias existentes	Datos de luminarias existentes	Catálogos
	Tipos de luminarias eficientes	Datos de luminarias de última tecnología	Catálogos
	Planificación	Iluminación eficiente	Plan de actualización
Establecer un análisis de factibilidad económico y técnico del proyecto de mejora	Costo de luminarias existentes y eficientes  Niveles de iluminación eficientes	Comparación  Evaluar el nivel de iluminación	Distribuidores de mercadería  Aplicación de formulas

**Fuente:** Investigadores.

## 10. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### Descripción de la zona

La zona en estudio es el tramo de la vía Zumbalica tiene una longitud total de 4 km por 5 m de ancho. Presenta dos canales de circulación vehicular sin acera. En la figura 15, aparece resaltado, en color rojo, la vía en estudio.



**Figura 15.** Iluminación Zumbalica.  
**Fuente:** Google Earth (2016).

Esta vía cuenta con una red eléctrica compuesto por 116 postes, de 12 m de altura, los cuales se encuentran instaladas 54 lámparas en la vía principal en configuración enfrentada y una interdistancia promedio de 28 m a 42 m, adicionalmente existe 2 postes en configuración bilateral pareada instalados a la derecha de la vía que da acceso a la Casa comunal. Los postes cuentan con una lámpara de vapor de sodio de alta presión de 150 (w) vatios, las luminarias están instaladas a una altura (h) de 8 m.



**Figura 16.** Lámparas existentes.  
**Fuente:** Investigadores.

### 10.1 Cálculo del tipo de luminaria existente en el barrio Zumbalica

Para realizar los cálculos correspondientes nos basamos en tablas de datos de la luminaria existente de la siguiente manera.

**Tabla 3.** Niveles de iluminación media

Tipo	Iluminación media $E_m$ (Lux)
Autopistas, autovías y carreteras con intenso tráfico	20-35
Vías urbanas y plazas importantes	10-20
Vías y paseos residenciales	5-15
Polideportivos	100-500

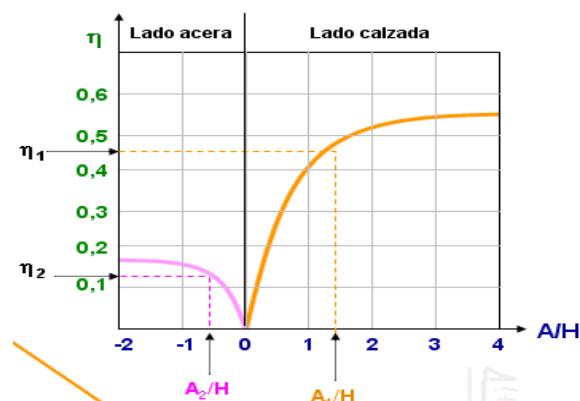
Fuente: Catalogo INDALUX (2002).

**Tabla 4.** Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento $f_m$		
vía	Luminaria abierta	Luminaria cerrada
<b>Limpia</b>	0.75	0.80
<b>Media</b>	0.68	0.70
<b>Sucia</b>	0.65	0.68

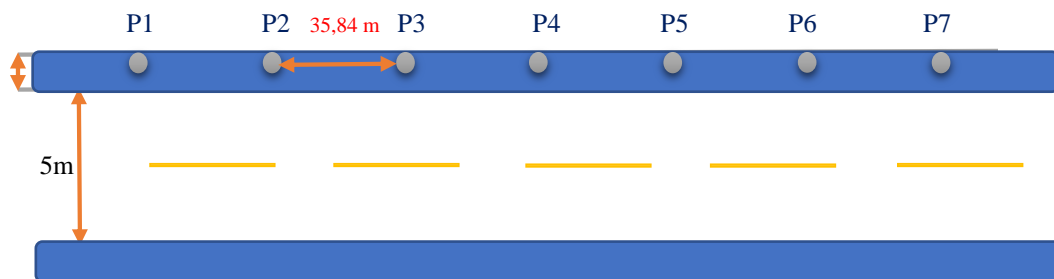
Fuente: Catalogo INDALUX (2002).

Para obtener el factor de utilización nos basamos en la siguiente grafico del fabricante del tipo de luminaria a utilizar.

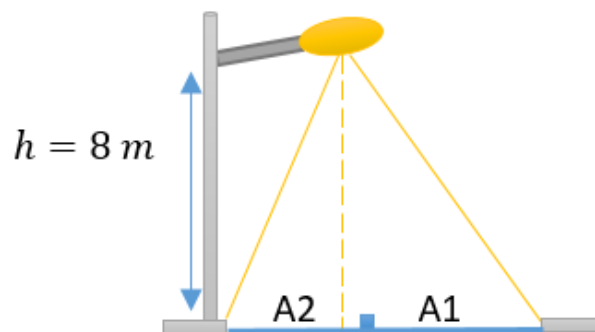


**Figura 17.** Factor de utilización  
Fuente: Catalogo INDALUX (2002).

De tal manera realizamos el siguiente cálculo del tipo de luminarias instalada en el barrio Zumbalica



**Figura 18.** Calzada y distancia entre postes  
Fuente: Investigadores.



**Figura 19.** Estructura  
Fuente: Investigadores.

## 10.2 Cálculo.

### Datos

Lámpara de vapor de sodio de alta presión de 150 W

$A = 5 \text{ m}$  (Anchura de la calzada)

$E_m = 15 \text{ lx}$  (Iluminancia media Tablas)

$\phi_l = 16000 \text{ lm}$  (Flujo luminoso)

$H = 8 \text{ m}$  (Altura del montaje de la luminaria)

$A_2 = 1 \text{ m}$

$F_m = 0,70$  (Factor de mantenimiento) (Tablas)

### 10.2.1 Cálculo de distancia entre luminarias.

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

$$\frac{A_1}{H}$$



$$A1 = A - A2$$

$$A1 = 5 - 1 = 4$$

$$\frac{4}{8} = 0,5 \quad (\text{Tabla})$$

$$\eta_1 = 0,2$$

$$\frac{A2}{H}$$

$$\frac{1}{8} = 0,125$$

$$\eta_2 = 0,04$$

$$\eta = \eta_1 + \eta_2$$

$$\eta = 0,2 + 0,04 = 0,24$$

**Despeje:**

$$d = \frac{\eta * fm * \phi l}{A * E_m}$$

$$d = \frac{0,24 * 0,7 * 16000}{5 * 15}$$

$$d = 35,84 \text{ m.}$$

### 10.2.2 Iluminación media de la calzada.

$$E_m = \frac{0,24 * 0,7 * 16000}{35,84 * 5}$$

$$E_m = 15 \text{ lux}$$

## 10.3 Iluminación según la vía de acuerdo a la normativa del CONELEC.

### 10.3.1 Aspectos técnicos

La iluminación pública deberá considerar los siguientes parámetros y niveles para vías vehiculares y peatonales.

Número de la clase de iluminación.

$$M = (6 - \Sigma V_{ps})$$

**Tabla 5.** Iluminación según la vía.

<b>Parámetro</b>	<b>Opción</b>	<b>Valor de ponderación</b>
Velocidad	Moderado	0
Volumen de tráfico	Bajo	-0,5
Composición de tráfico	Mezcla	1
Separación de vías	No	1
Densidad	Alto	1
Intersección	Moderado	0
Iluminación ambiente	Moderado	0
Guía visual	Pobre	0,5

**Fuente:** Regulación CONELEC 005/14 (2014)

$$M = (6 - \Sigma V_{ps})$$

$$M = 6 - (-0,5 + 1 + 1 + 1 + 0,5)$$

$$M = 3$$

### 10.3.2 Parámetros fotométricos

#### **Luminancia promedio de la calzada ( $L_{av}$ ).**

La luminancia promedio se calcula como el promedio aritmético de las luminancias obtenidas en cada uno de los puntos de cálculo. Este es el valor mínimo que debe ser mantenido a lo largo de la vida de la instalación, y depende de la distribución de la luz de la luminaria, el flujo luminoso de las lámparas y de las propiedades de reflexión de la calzada.

#### **Uniformidad general de luminancia de la calzada ( $U_0$ ).**

Es la relación entre la luminancia mínima y la luminancia promedio de la vía. Su valor depende de los mismos factores que inciden en la luminancia promedio.

#### **Uniformidad longitudinal sobre la calzada ( $U_f$ ).**

Es la relación entre la luminancia mínima y la luminancia máxima, medidas o calculadas en dirección longitudinal a lo largo del eje central de cada carril de circulación.

**Deslumbramiento (Ti).**

El deslumbramiento se lo cuantifica a través del incremento de umbral.

**Relación de alrededores (SR)**

Es la relación de la iluminancia promedio en bandas de 5 m de ancho (o menor en espacios que no permite) cada una adyacente a los dos bordes de la calzada (fuera de la calzada) para la iluminancia promedio en bandas de 5 m de ancho (o la mitad del ancho si es inferior) dentro de la calzada.

**Tabla 6.** Niveles

Clase de iluminación	Tipo de superficie				Incremento de umbral	Relación de alrededor
	Seco			Mojado		
	$L_{av}(\frac{Cd}{m^2})$	$U_0$	$U_f$	$U_0$	Ti (%)	SR
M 3	1	0,4	0,6	0,15	15	0,5

Fuente: Regulación CONELEC 005/14 (2014)

**Vías peatonales.****Tabla 7.** Parámetros para selección de la clase de iluminación.

Parámetro	Opción	Valor de ponderación
Velocidad	Bajo	1
Volumen de tráfico	Moderado	0
Composición de tráfico	Peatonales, tráfico motorizado	1
Vehículo parqueados	No se permite	0
Iluminación ambiente	Moderado	0

Fuente: Regulación CONELEC 005/14 (2014)

$$P = (6 - \sum V_{ps})$$

$$P = 6 - (1 + 1)$$

$$P = 4$$

**Tabla 8.** Parámetros fotométricos para áreas peatonales y de tráfico de baja velocidad.

Niveles de iluminación	TIPO DE APLICACIÓN	
	Iluminación Horizontal (lx) Referida a nivel de la superficie de uso	
	Promedio	Medio
P1	15,00	3,00
P2	10,00	2,00
P3	7,50	1,50
P4	5,00	1,00
P5	3,00	0,60
P6	2,00	0,40

**Fuente:** Regulación CONELEC 005/14 (2014).

Del total de luminarias utilizadas en alumbrado vial del barrio, es un 100% de vapor de sodio a alta presión de tal manera obteniendo los resultados podemos verificar con un análisis de campo las luminarias existentes

**Tabla 9.** Resumen de la capacidad instalada del tramo Zumbalica

Ubicación	Ctad.	Tipo de luminaria	Pot. (W)	Pot. Total (Kw)
En la vía	54	Vapor de sodio de alta presión	150	8.1

**Fuente:** Investigadores.

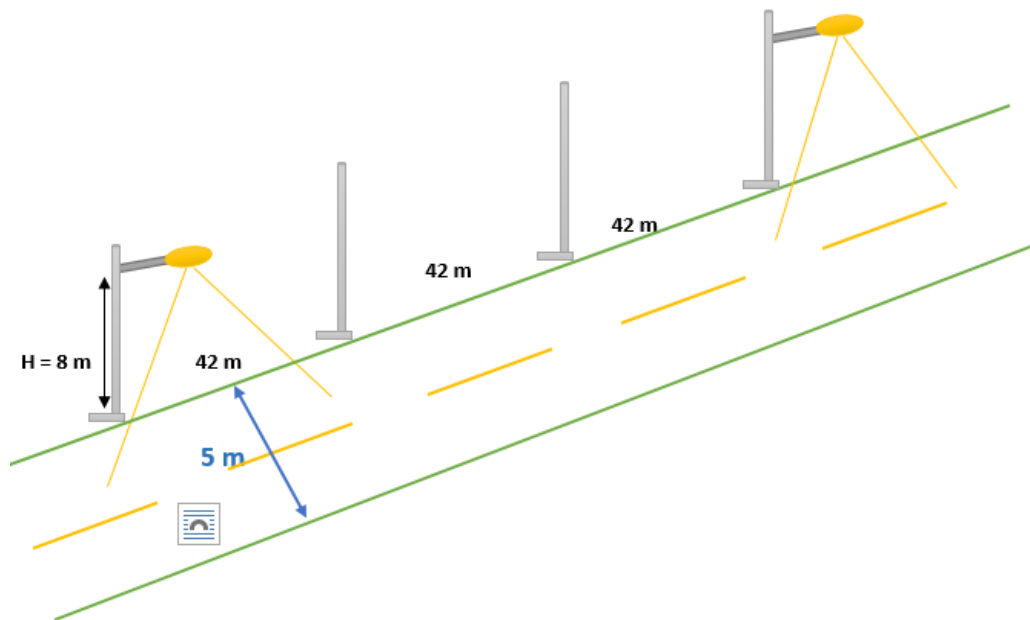
En la presente tabla se muestra los datos de la luminaria instalada, lo que nos demuestra que para toda la vía el número de luminarias no es suficiente, porque no cumple los normas específicas, CONELEC emite que uniformidad general de luminarias de la calzada; Es la relación entre la luminaria mínima y la luminaria promedio de la vía. Su valor depende de los mismos factores de luminancia promedio.

**Tabla 10.** Resumen de información lumínica

Zona	Montaje (m)	Iluminación prom. lux	Distancia entre luminarias (m)
Zumbalica	8	15	36

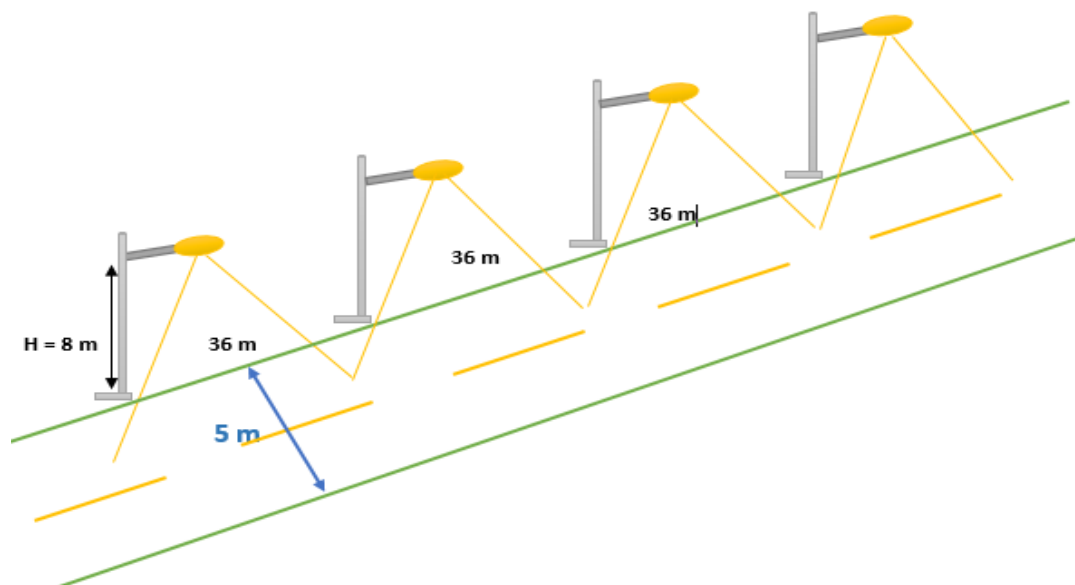
**Fuente:** Investigadores.

Se puede constatar que en la vía Zumbalica no cumple con las distancias correspondientes entre luminarias, como podemos ver en la figura.



**Figura 20.** Iluminación existente.  
Fuente: Investigadores.

En la figura 20 se analiza un tramo de vía Para realizar el estudio según las distancias establecidas por el tipo de luminaria existente que debe ser de 36 m entre luminarias y tomando en cuenta que existen partes de la calzada que no están adecuadamente iluminadas como se puede observar en el gráfico.



**Figura 21.** Iluminación propuesta.  
Fuente: Investigadores.

Según la normativa establecida en el tramo analizado podemos verificar que es necesaria la implementación de luminarias de las mismas características para así lograr

tener una mejor iluminación en el área y agradable para los usuarios y cumpliendo las normas que se encuentran establecidas.

Para lo cual en la vía Zumbalica es necesario la implementación de 31 luminarias logrando obtener una iluminación optima la cual se la puede realizar en postes ya existentes y con la misma configuración del sistema como lo indica en el anexo 5.

#### 10.4 A continuación se detalla datos acerca de la red de Zumbalica centro.

**Tabla 11.** Detalle de la red.

<b>Detalle</b>	<b>Características</b>
Tipo de Instalación	Aérea
Red de media tensión	13,8 kv
Red de baja tensión	220/127 V
Conductores utilizados	Conductor de Aluminio ACSR # 1/0
	Conductor de Aluminio ACSR # 2
	Cable antihurto, 3X1/0 + 1X1/0 ACSR AWG

**Fuente:** investigadores

Se cuenta con una cantidad de 9 transformadores montados.

**Tabla 12.** Transformadores instalados

<b>TIPO DE TRANSFORMADOR</b>	<b>CANTIDAD</b>
Transf. Monofásico 25 KVA autoprotegido	1
Transf. Monofásico 15 KVA autoprotegido	2
Transf. Trifásico 30 KVA	6

**Fuente:** investigadores

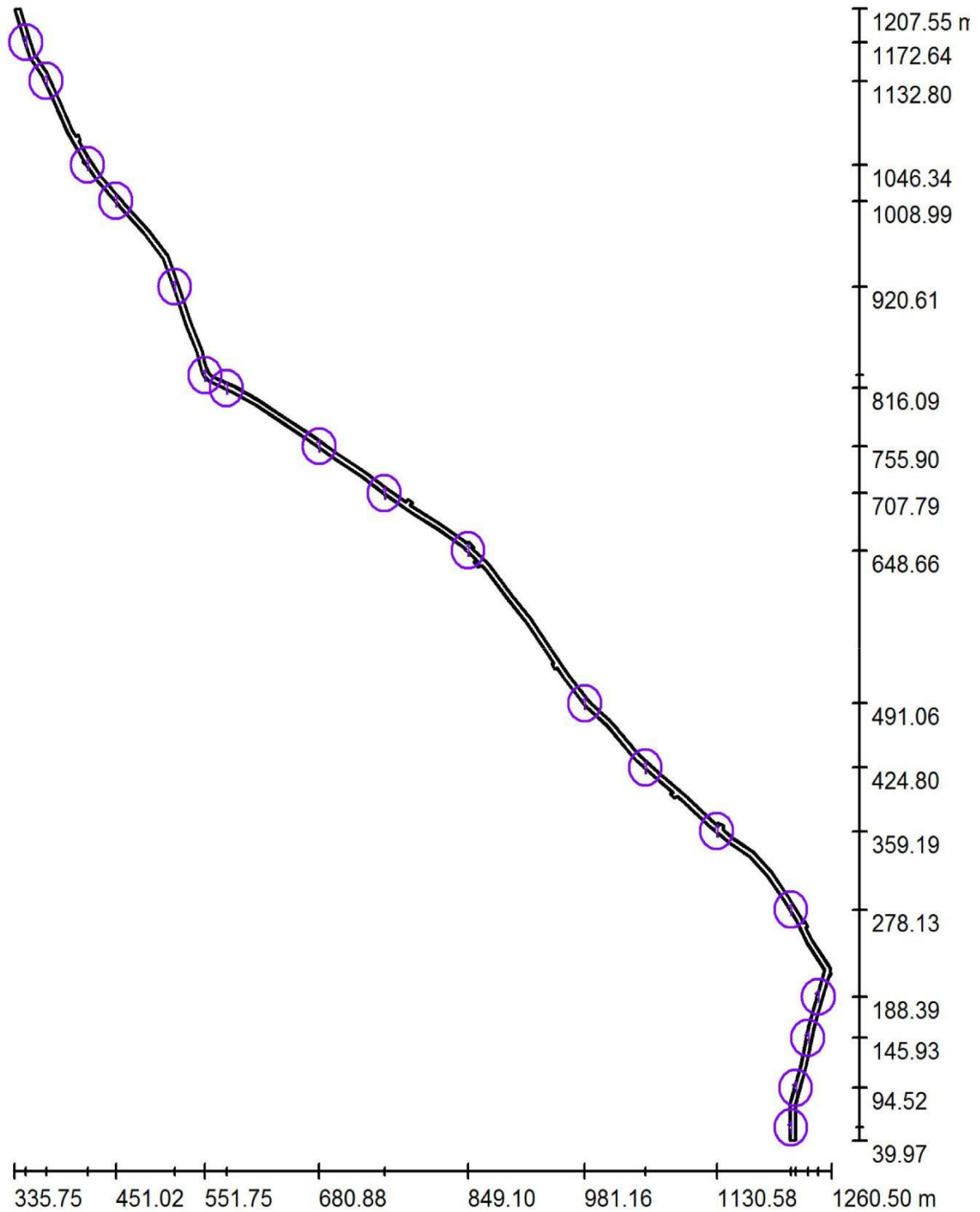
**Tabla 13.** Técnicas para la recopilación de información

<b>No.</b>	<b>TÉCNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
1	Observación	Ficha nemotécnicas
2	Fichaje	Fichas bibliográficas
3	Medición	cálculos

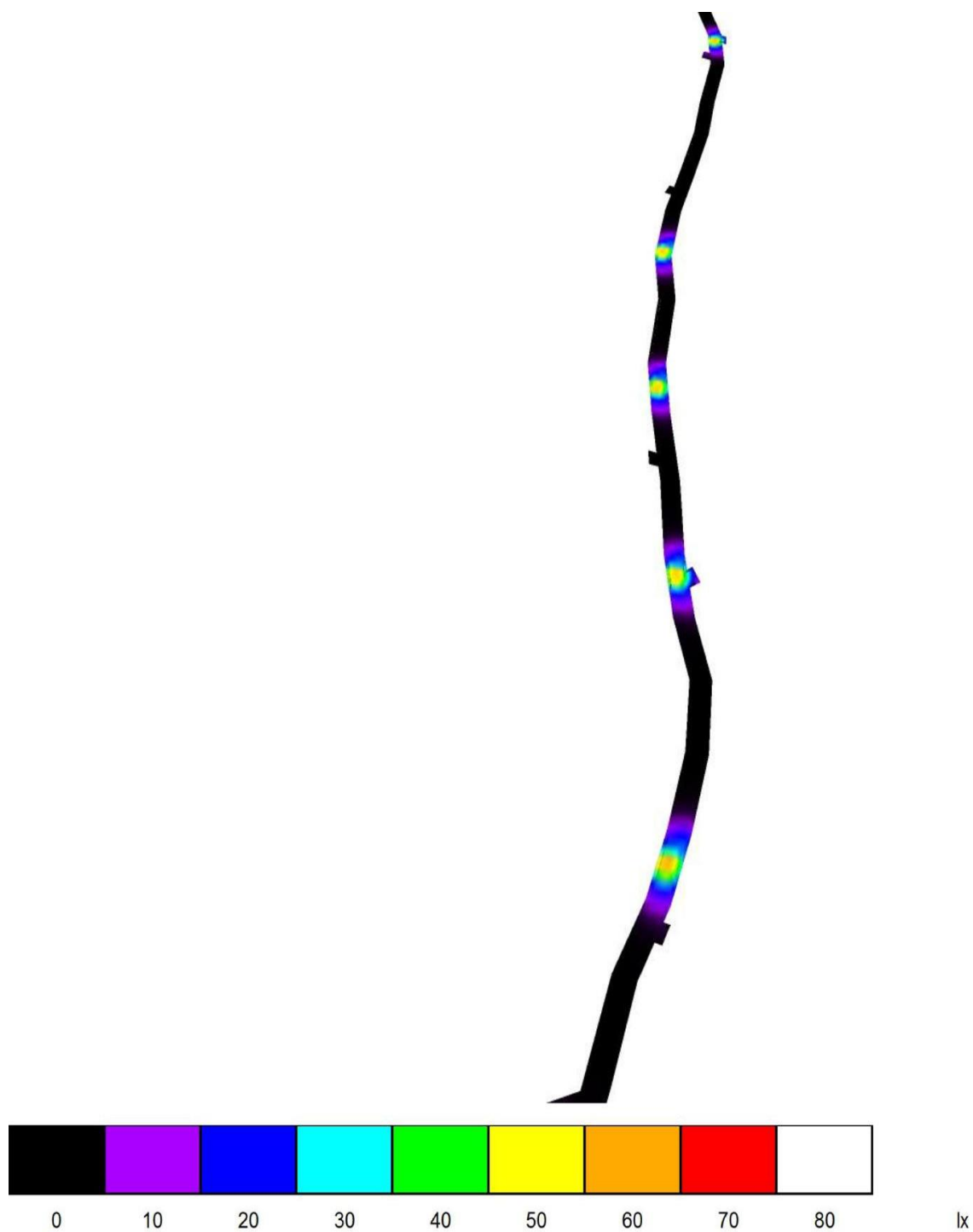
**Fuente:** investigadores

## 11. RESULTADOS E IMPACTOS LOGRADOS.

### 11.1 Simulación del sistema de alumbrado público del barrio Zumbalica en software DIALUX de las luminarias existentes.



**Figura 22.** Tramo en análisis de la vía Zumbalica  
**Fuente:** Software DIALUX



**Figura 23.** Simulación de la iluminación actual Zumbalica.  
**Fuente:** Software DIALUX

Como podemos observar en la figura 23 se aprecia la simulación actual del alumbrado público de la vía del barrio Zumbalica, demostrando en la barra de colores:

El color negro indica la parte de la vía que no se encuentra iluminada.

El color lila indica el punto máximo de alcance de iluminación.

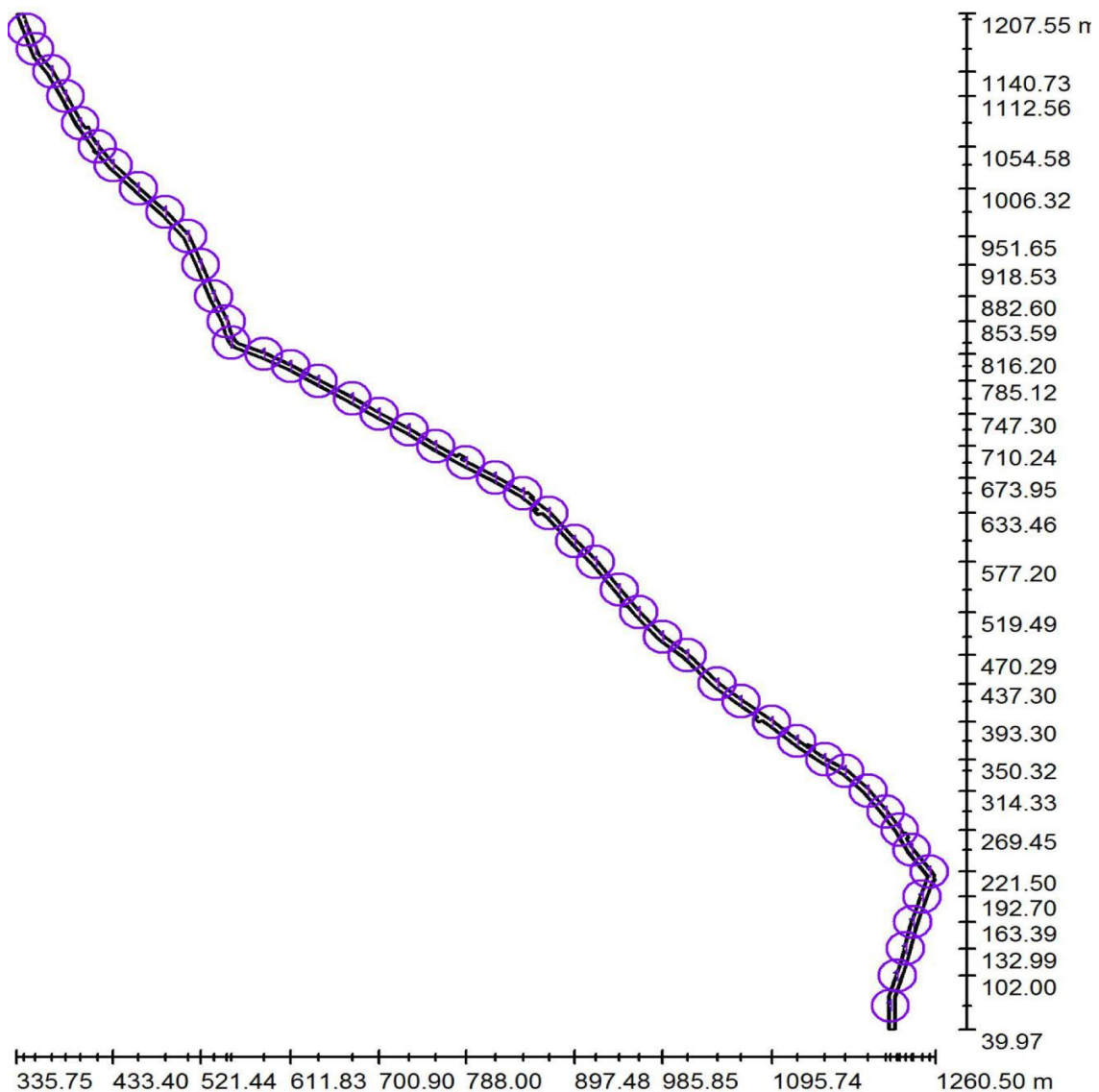
El color blanco establece la parte más iluminada de la vía.



Se determina claramente en la figura 22 que la vía no cuenta con una iluminación adecuada como lo establece los diferentes niveles de iluminación  $E_m = 5,88 \text{ lx}$ , la iluminación mínima de la calzada  $E_{min} = 0,01 \text{ lx}$  y la iluminación máxima en la calzada  $E_{max} = 50 \text{ lx}$ . Se puede verificar la simulación en el anexo 3.

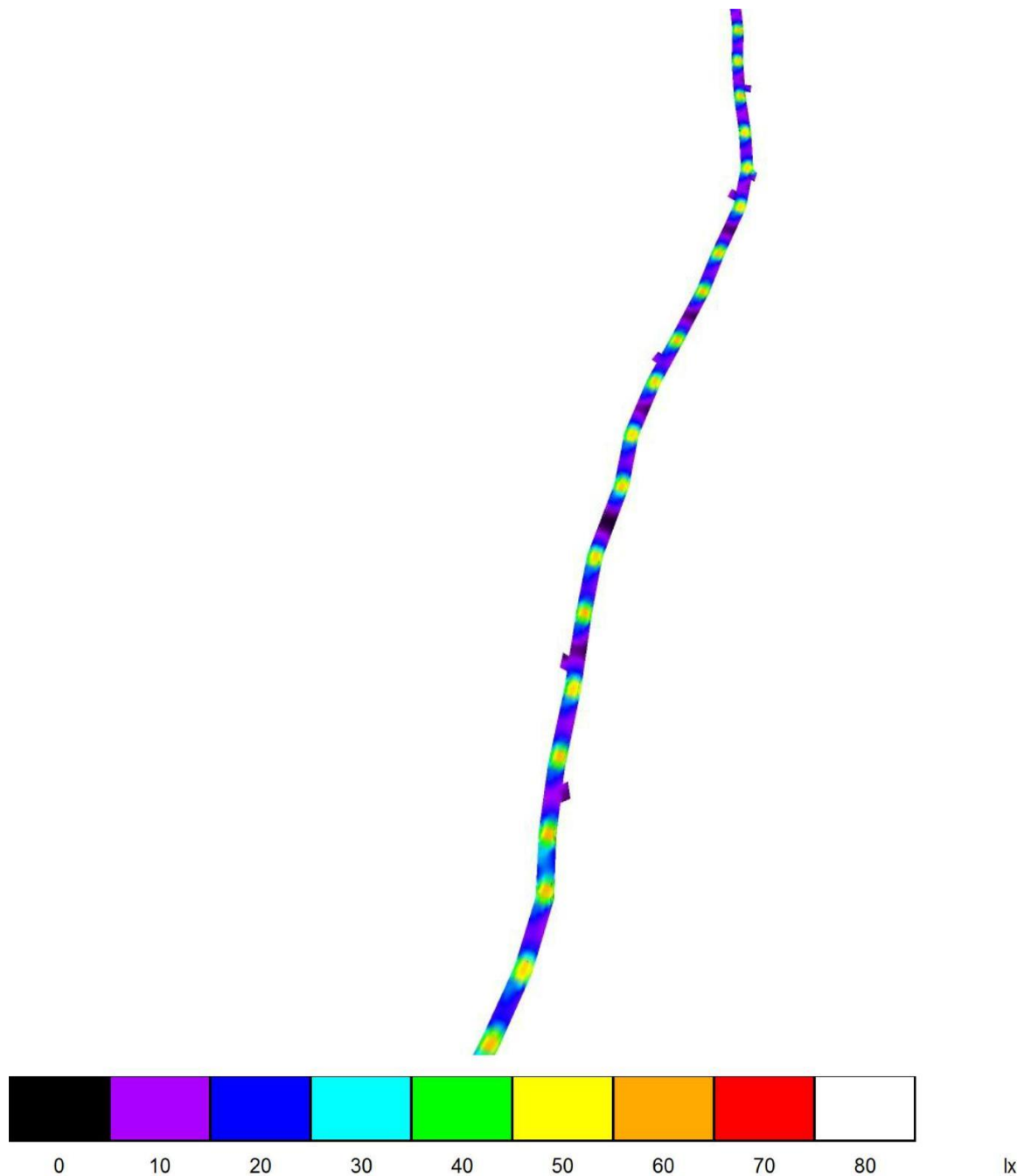
Según lo establecido vamos a realizar la propuesta con la implementación de las luminarias faltantes tomando en cuenta que se realizará la simulación con la colocación de las luminarias de las mismas características en poste ya existentes y dándonos como resultado la iluminación promedio

### Simulación del sistema de iluminación propuesto.



**Figura 24.** Simulación propuesta de la iluminación Zumbalica.

**Fuente:** Software DIALUX.



**Figura 25.** Simulación del alumbrado propuesto Zumbalica.  
**Fuente:** Software DIALUX

Con la implementación de las luminarias faltantes según las distancias establecidas se evidencia en la figura 25 que son mínimos los puntos de color negro que no están iluminados, logrando así una iluminación óptima y agradable para los usuarios de la vía, como se observa el color violeta cubre la iluminación entre luminarias, y dándonos como resultado la iluminación promedio  $E_m = 14 \text{ lx}$ , la iluminación mínima de la calzada  $E_{min} = 1,20 \text{ lx}$  y la iluminación máxima en la calzada  $E_{max} = 50 \text{ lx}$ .

Más detalles se puede apreciar en el anexo 4.

**Tabla 14.** Características de los tipos de luminarias.

<b>DETALLES</b>			
<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>SODIO</b>	<b>LED</b>	<b>INDUCCIÓN</b>
<b>Vida útil</b>	12000 h	50000 h limitado por el led	50000 h limitado por el balasto
<b>Eficiencia lumínica</b>	140 lm/w	95 lm/w	85 lm/w
<b>CCT ( temperatura de color)</b>	1900-2800 °K	3500-8000 °K	3000-8000 °K
<b>CRI (índice de rendimiento del color)</b>	Buen control óptico	60-96	80
<b>Eficiencia energética</b>	Consumo de energía alto	Muy alta eficiencia y muy gran ahorro de energía	Alta eficiencia alto ahorro de energía
<b>Arranque</b>	Lento	Arranque y re arranque en caliente instantáneo	Arranque y re arranque en caliente instantáneo
<b>Parpadeo</b>	Si	No parpadea	No parpadea
<b>Frio extremo</b>		Su emisión de luz Desciende en condiciones de frio extremo	Trabaja muy bien en condiciones de frio extremo
<b>Seguridad</b>	No	Buena visibilidad y seguridad	Muy buena visibilidad y seguridad
<b>Polución lumínica</b>		Puede enfocarse para reducir la polución lumínica	No deslumbra ni produce polución lumínica
<b>Medio ambiente</b>	Trabaja con gases	Fuente sin residuos peligrosos	Fuente de luz ecológica
<b>Arranque</b>	Lento	Arranque rápido 2 segundos	Arranque rápido 2 segundos
<b>Costo de mantenimiento</b>	Elevado	Muy bajo	Muy bajo
		Construcción de estado sólido muy robusto	
		Capacidad de enfocar una área exacta	
<b>Inversión</b>	Reducida inversión	Relativamente caro	Caro
	Contiene amalgama de mercurio		Contiene amalgama de mercurio

**Fuente:** Ing. Torres Aguilar Gabriel (2011).

En la tabla se observa los datos característicos de las lámparas existentes y propuestas para determinar así cual es la más eficiente.

## 12. VALORACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA

Costo del número de luminarias que se encuentran actualmente instaladas

**Tabla 15.** Costo de iluminarias existentes

<b>COSTO DE LA LUMINARIA EN DOLARES</b>			
<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Número de luminarias Existentes</b>	<b>Valor de la luminaria C/u \$</b>	<b>Total \$</b>
Sodio	54	171,66	9269,64

**Fuente:** Investigadores.

En la presente tabla hemos calculado la inversión que se encuentra realizada en el número de luminarias instaladas en la vía Zumbalica.

**Tabla 16.** Costo con en número total de luminarias a implementar.

<b>COSTO DE LAS LUMINARIAS EN DOLARES</b>			
<b>Tipo de Lámpara</b>	<b>Número de Luminarias</b>	<b>Valor de la luminaria \$</b>	<b>Total \$</b>
Sodio	31	171,66	5321.46

**Fuente:** Investigadores.

**Tabla 17.** Costo de la instalación.

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo día (\$)</b>	<b>Días laborados</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Mano de obra	6	25	5	750
Alquiler de carro canasta	1	25	5	125
Alimentación	6	2,5	5	75
Imprevistos	1	5	5	25
<b>Total</b>				<b>975</b>

**Fuente:** Investigadores.

Aquí se encuentra detallado el valor que nos costaría realizar la implementación de las luminarias faltantes en los postes existentes y tomando en cuenta el costo de mano de obra.

**Tabla 18.** Costo con en número total de luminarias.

<b>COSTO DE LA LUMINARIA EN DOLARES</b>			
<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Número de luminarias</b>	<b>Valor de la luminaria \$</b>	<b>Total \$</b>
Sodio	85	171,66	14591,1

Fuente: Investigadores.

En la tabla se puede observar cuanto hubiera sido el costo total al colocar las luminarias establecidas según las distancias correspondientes.

**Tabla 19.** Costo de luminarias led

<b>COSTO DE LA LUMINARIA EN DOLARES</b>			
<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Número de luminarias</b>	<b>Valor de la luminaria \$</b>	<b>Total \$</b>
Led	85	320,20	27.217,0

Fuente: Investigadores.

Se puede observar el costo de las luminarias de tipo led para implementar en la vía Zumbalica

**Tabla 20.** Comparación económica.

<b>COSTO DE LA LUMINARIA EN DOLARES</b>			
<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Número de luminarias</b>	<b>Valor de la luminaria \$</b>	<b>Total \$</b>
Sodio	31	171,66	5.321,46
Led	85	320,20	27.217,0

Fuente: Investigadores.

Podemos apreciar en las tabla 20 que en el aspecto económico es mucho más factible la implementación de las luminarias faltantes de vapor de sodio para así lograr una buena iluminación ya que se respetaría las normas establecidas, y no es muy factible el cambio de luminarias a tipo led por el costo de las mismas.

### **Energía consumida con el número de las luminarias que se encuentra actualmente**

**Tabla 21.** Consumo de energía en kw/h (1 día).

<b>CONSUMO DE ENERGÍA EN KW/H (1 DÍA)</b>					
<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Potencia de la lámpara (W)</b>	<b>Horas de uso</b>	<b>Energía consumida KW/H</b>	<b>Número de luminarias</b>	<b>Energía total consumida KW/H</b>
Sodio	150	12	1,80	54	97,20
Led	120	12	1,44	54	77,76

Fuente: Investigadores.

**Tabla 22.** Consumo de energía en 1 mes

<b>CONSUMO DE ENERGÍA EN KW/H (1 MES)</b>					
<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Potencia de la lámpara (W)</b>	<b>Horas de uso</b>	<b>Energía consumida</b>	<b>Número de luminarias</b>	<b>Energía total consumida MW/H</b>
Sodio	150	360	54	54	2,91
Led	120	360	21,6	54	1,16

Fuente: Investigadores.

**Tabla 23.** Consumo de energía en 1 año

<b>CONSUMO DE ENERGÍA EN KW/H (1 AÑO)</b>					
<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Potencia de la lámpara (W)</b>	<b>Horas de uso</b>	<b>Energía consumida</b>	<b>Número de luminarias</b>	<b>Energía total consumida MW/H</b>
Sodio	150	4320	648	54	34,99
Led	120	4320	518,4	54	27,99

Fuente: Investigadores.

Realizando el análisis en cuanto al consumo de energía de día, mes y año y con el número de luminarias existentes es evidente que los resultados obtenidos favorecen a la luminaria de tipo led ya que tiene un menor consumo de energía siendo esta una luminaria óptima para un nuevo rediseño de alumbrado público. Según los datos obtenidos, en el barrio Zumbalica se podrá evidenciar una iluminación eficiente y una reducción del consumo de energía como se va a establecer según la siguiente operación matemática:

#### **Diferencia de consumo de energía al mes**

Sodio = 34,99 MW/H

Led = 27,99 MW/H

Realizando la diferencia entre estos dos resultados tenemos que en una noche de funcionamiento se ahorrara 7 MW

En cuanto a lo propuesto hemos calculado el consumo energético que se tendrá con cada tipo de luminaria y se observa que los resultados indican que es muy factible diseñar o proponer un proyecto con luminarias de tipo led ya que la inversión se recuperara en el ahorro energético que se va a obtener con el empleo de las mismas.

**Tabla 24.** Consumo de energía en 1 día.

<b>CONSUMO DE ENERGÍA EN KW/H (1 DÍA)</b>					
<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Potencia de la lámpara (W)</b>	<b>Horas de uso</b>	<b>Energía consumida KW/H</b>	<b>Número de luminarias</b>	<b>Energía total consumida KW/H</b>
Sodio	150	12	1,8	31	55,8

Fuente: Investigadores.

**Tabla 25.** Consumo de energía en 1 mes.

<b>CONSUMO DE ENERGÍA EN MW/H (1 MES)</b>					
<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Potencia de la lámpara (W)</b>	<b>Horas de uso</b>	<b>Energía consumida KW/H</b>	<b>Número de luminarias</b>	<b>Energía total consumida MW/H</b>
Sodio	150	360	54	31	1,67

Fuente: Investigadores.

**Tabla 26.** Consumo de energía en 1 año.

<b>CONSUMO DE ENERGÍA EN MW/H (1 AÑO)</b>					
<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Potencia de la lámpara (W)</b>	<b>Horas de uso</b>	<b>Energía consumida KW/H</b>	<b>Número de luminarias</b>	<b>Energía total consumida MW/H</b>
Sodio	150	4320	648	31	20,08

Fuente: Investigadores.

En la presente tabla se muestra un cálculo de la energía consumida en las luminarias existentes y adicionales las luminarias faltantes tomando en cuenta que se implementaría con luminarias de tipo led e inducción, además podemos ver que en consumo de energía la más recomendable es la de tipo led, seguida por la de inducción.

#### **Calculo del consumo de energía con el total de luminarias**

**Tabla 27.** Consumo de energía total en un día.

<b>CONSUMO DE ENERGÍA EN KW/H (1 DÍA)</b>					
<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Potencia de la lámpara (W)</b>	<b>Horas de uso</b>	<b>Energía consumida KW/H</b>	<b>Número de luminarias</b>	<b>Energía total consumida KW/H</b>
Sodio	150	12	1,8	85	153
Led	120	12	1,44	85	122,4

Fuente: Investigadores.

**Tabla 28.** Consumo de energía total en un mes.

<b>CONSUMO DE ENERGÍA EN MW/H (1 MES)</b>					
<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Potencia de la lámpara (W)</b>	<b>Horas de uso</b>	<b>Energía consumida KW/H</b>	<b>Número de luminarias</b>	<b>Energía total consumida MW/H</b>
Sodio	150	360	54	85	4,59
Led	120	360	43,2	85	3,67

Fuente: Investigadores.

**Tabla 29.** Consumo de energía total en un día.

<b>CONSUMO DE ENERGÍA EN MW/H (1 AÑO)</b>					
<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Potencia de la lámpara (W)</b>	<b>Horas de uso</b>	<b>Energía consumida KW/H</b>	<b>Número de luminarias</b>	<b>Energía total consumida MW/H</b>
Sodio	150	4320	648	85	55,08
Led	120	4320	518,4	85	44,064

Fuente: Investigadores.

Se aprecia el consumo de energía que se tendría en un día, un mes y un año con el número total de luminarias instaladas en la vía con cada uno de los tipos de dispositivos que se realizó el análisis y podemos observar que la más recomendada para un consumo mínimo de energía es la de tipo led.

Para el análisis de los cálculos obtenidos nos hemos basado en el método de aplicación factor de utilización el cual es muy útil y de fácil aplicación ya que nos solicita datos de la luminaria existente.

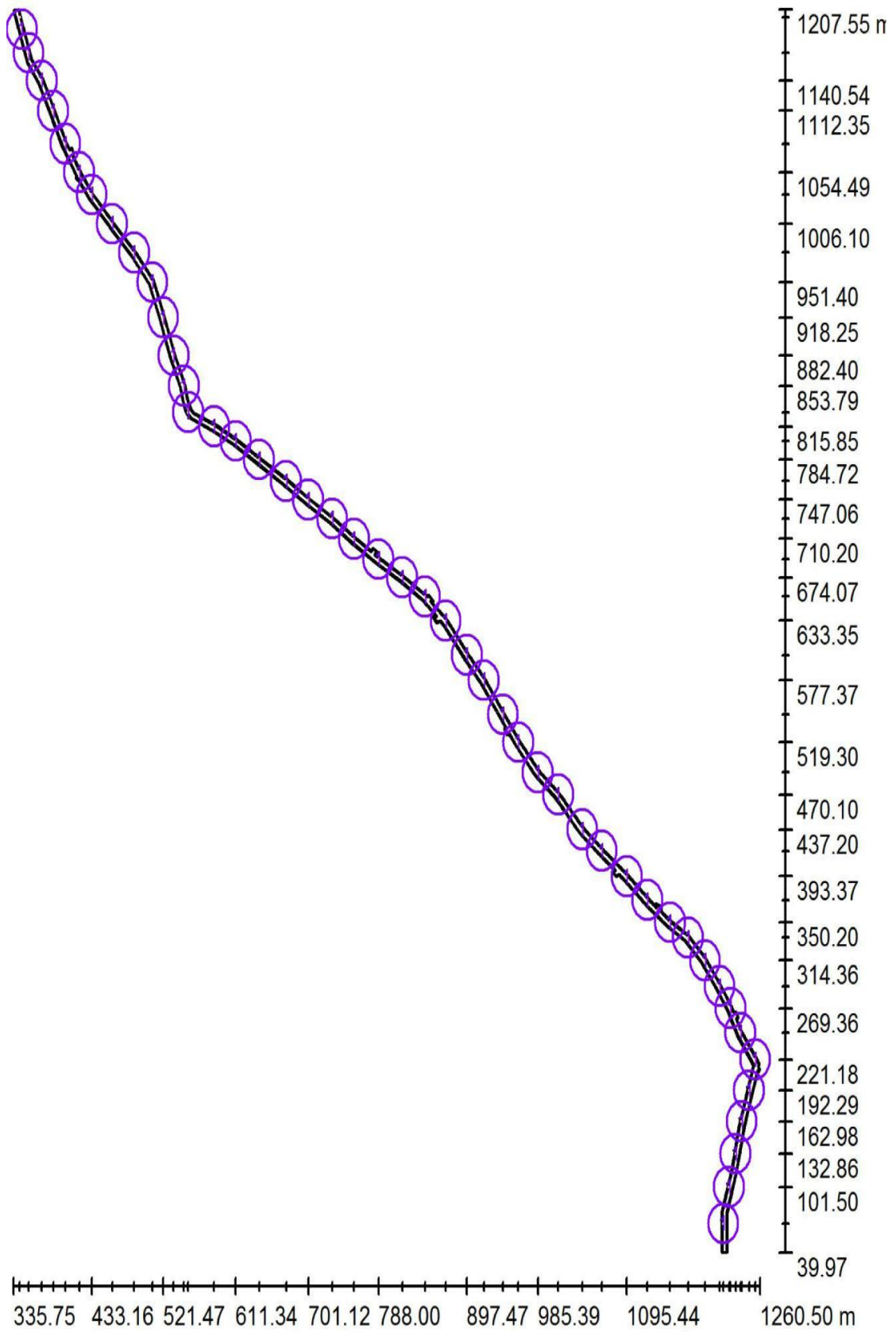
### **12.1 Simulación del sistema de alumbrado del barrio Zumbalica en software DIALUX con la utilización de las luminarias tipo led.**

#### **Datos de la luminaria a utilizar.**

##### **Luminaria:**

Flujo luminoso (Luminaria):	13927 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	16386 lm
Potencia de las luminarias:	134.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	35.000 m
Altura de montaje (1):	8.091 m
Altura del punto de luz:	8.000 m
Inclinación del brazo (3):	10.0 °
Longitud del brazo (4):	1.000 m





**Figura 26.** Simulación de la iluminación tipo led.

**Fuente:** Software DIALUX



**Figura 27.** Simulación de la iluminación propuesta con tipo led  
**Fuente:** Software DIALUX

Con la implementación de las luminarias tipo led según las distancias establecidas se evidencia en la figura 27 que se produce una iluminación óptima y eficiente a lo largo de la vía, logrando dar un servicio agradable para los usuarios de la calzada, como se observa el color violeta cubre la iluminación entre luminarias, y dándonos como resultado la iluminación promedio  $E_m = 12 \text{ lx}$ , la iluminación mínima de la calzada  $E_{\text{min}} = 2,72 \text{ lx}$  y la iluminación máxima en la calzada  $E_{\text{max}} = 31 \text{ lx}$ . Verificar detalles en el anexo 5.

Gracias a los cálculos obtenidos y el estudio realizado podemos sugerir que se realice el complemento de las luminarias faltantes de vapor de sodio debido a que se tendrá un menor gasto en la implementación y mano de obra ya que el sistema de alumbrado público no es facturable a ningún usuario y además no se recomienda la aplicación de otro tipo de luminaria teniendo en cuenta que se utilizara las estructuras existentes en la vía Zumbalica.

### **13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **CONCLUSIONES.**

- El análisis del alumbrado existente en el barrio Zumbalica es deficiente debido a que no se encuentra dentro de los parámetros y normas correspondientes para la prestación de una iluminación adecuada, estableciendo que el barrio no cuenta con una iluminación óptima para la utilización de la vía existiendo una inseguridad para todos los usuarios de la calzada.
- El proyecto permitirá conocer las nuevas tecnologías en lo relacionado a lámparas de alumbrado público existentes en el medio, como las lámparas tipo LED, las cuales se caracterizan por su rendimiento, durabilidad y bajo consumo de energía, siendo esta una alternativa adecuada para la utilización de un alumbrado público.
- Al analizar los datos recolectados en el levantamiento de campo, se comprobó la necesidad de ejecutar labores de modernización del sistema de alumbrado público en la vía Zumbalica centro, ya que sólo el 50 % de las vías prestan un sistema de iluminación adecuado.
- Lo más factible es la implementación de las luminarias faltantes tomando en cuenta la utilización de las estructuras existentes, así se podrá brindar a los usuarios una iluminación óptima y adecuada.

#### **RECOMENDACIONES.**

- Informar al organismo encargado que se atienda a las necesidades del alumbrado público debido a que algunos sectores no cuentan con una iluminación adecuada.

- Se debe tener en cuenta que existen nuevos tipos de luminarias que puede beneficiar a los sistemas de iluminación y que pueden ser aplicados.
- Sugerimos la implementación de luminarias faltantes del mismo tipo de las que se encuentran establecidas y que se realice un servicio de mantenimiento del sistema de alumbrado público de forma periódica.
- Llevar a cabo estudios para la utilización de nuevas tecnologías de iluminación que se las podría tomar en cuenta como alternativa de implementación.

#### **14. BIBLIOGRAFIA**

- Pulla, S. (2013).Evaluación energética del alumbrado público en la ciudad de Cuenca. Cuenca -Ecuador
- Carvajal, F y Portilla, W. (2010). Diseño y montaje de un tablero didáctico de lámparas de alumbrado público equipado con sistemas de protección y medición. Ibarra –Ecuador.
- Consejo Nacional de Electricidad -CONELEC del Ecuador (2012).Glosario de términos .Quito
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador (2011). Especificaciones técnicas de materiales y equipos del sistema de distribución. Quito
- Hidalgo, E y Ravard, O. (2005). Estudio y rediseño del sistema de alumbrado público de la universidad Simón bolívar, sede valle de sartenejas.
- Ereú, M. (2004). Alumbrado Público: Criterios, Diseños y Recomendaciones. Caracas- Venezuela
- Catálogo Profesional de Lámparas, Luminarias y Postes, 2005-2007. Obralux, Venezuela, 2004.

# ANEXOS

**Anexo 1.** Presupuesto del proyecto**Tabla 30.** Presupuesto de costo del proyecto

<b>LISTA DE MATERIALES</b>			
<b>Descripción del material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unit (\$)</b>	<b>Precio Total (\$)</b>
Cable concéntrico 1x14x14 antihurto	31	1,17	36,27
Brazo luminaria	31	10,9	337,9
Luminaria de Sodio 150w foco,fotocelu	31	205,53	6371,43
Mano de obra	6	162,5	975
Conector dp9 doble dentado	62	2,32	143,84
<b>TOTAL ALUMBRADO PUBLICO INCLUIDO IVA (USD)</b>			<b>7864,44</b>

**Fuente:** Investigadores.

En la presente tabla se detalla el costo de los materiales necesarios para el desarrollo del proyecto y el precio total que esto conllevará, se tomó en cuenta el presupuesto del proyecto con el tipo de luminaria de sodio ya que en el análisis económico comparativo de la luminarias propuestas se determinó que por ser más económica es la que nos conviene aplicar.

**Anexo 2.** Planos de la vía.

### **Anexo 3. Simulación del sistema de alumbrado existente.**

## **ALUMBRADO PUBLICO ZUMBALICA ACTUAL**

Análisis del sistema de alumbrado público que da servicio en el barrio Zumbalica Centro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Propuesta de sistema de alumbrado público más eficiente, en el periodo lectivo marzo 2 – abril 13 del 2015

Fecha: 01.05.2016

Proyecto elaborado por: LOS POSTULANTES



Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

Fax

e-Mail

## Índice

<b>ALUMBRADO PUBLICO ZUMBALICA ACTUAL</b>	
Portada del proyecto	1
Índice	2
<b>HAVELL'S SENSING06040519 OPTAL2</b>	
Hoja de datos de luminarias	3
<b>OPTAL2</b>	
CDL (Polar)	4
Diagrama de densidad lumínica	5
<b>ILUMINACION ACTUAL ZUMBALICA</b>	
Datos de planificación	6
Luminarias (ubicación)	7
Rendering (procesado) en 3D	8
Rendering (procesado) de colores falsos	9
<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>	
Datos de planificación	10
Resultados luminotécnicos	11
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>CALZADA</b>	
Sumario de los resultados	13
Isolíneas (E)	14
<b>Observador</b>	
<b>Observador 1</b>	
Isolíneas (L)	15
<b>Observador 2</b>	
Isolíneas (L)	16





Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

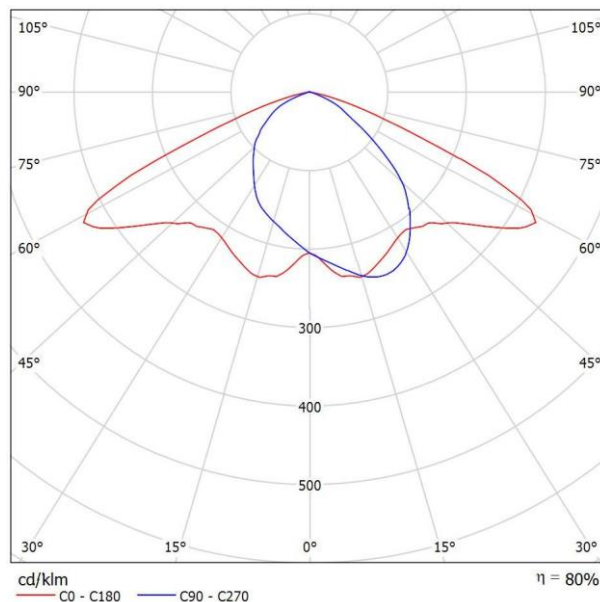
Fax

e-Mail

**HAVELL'S SENSING06040519 OPTAL2 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 42 79 98 100 80

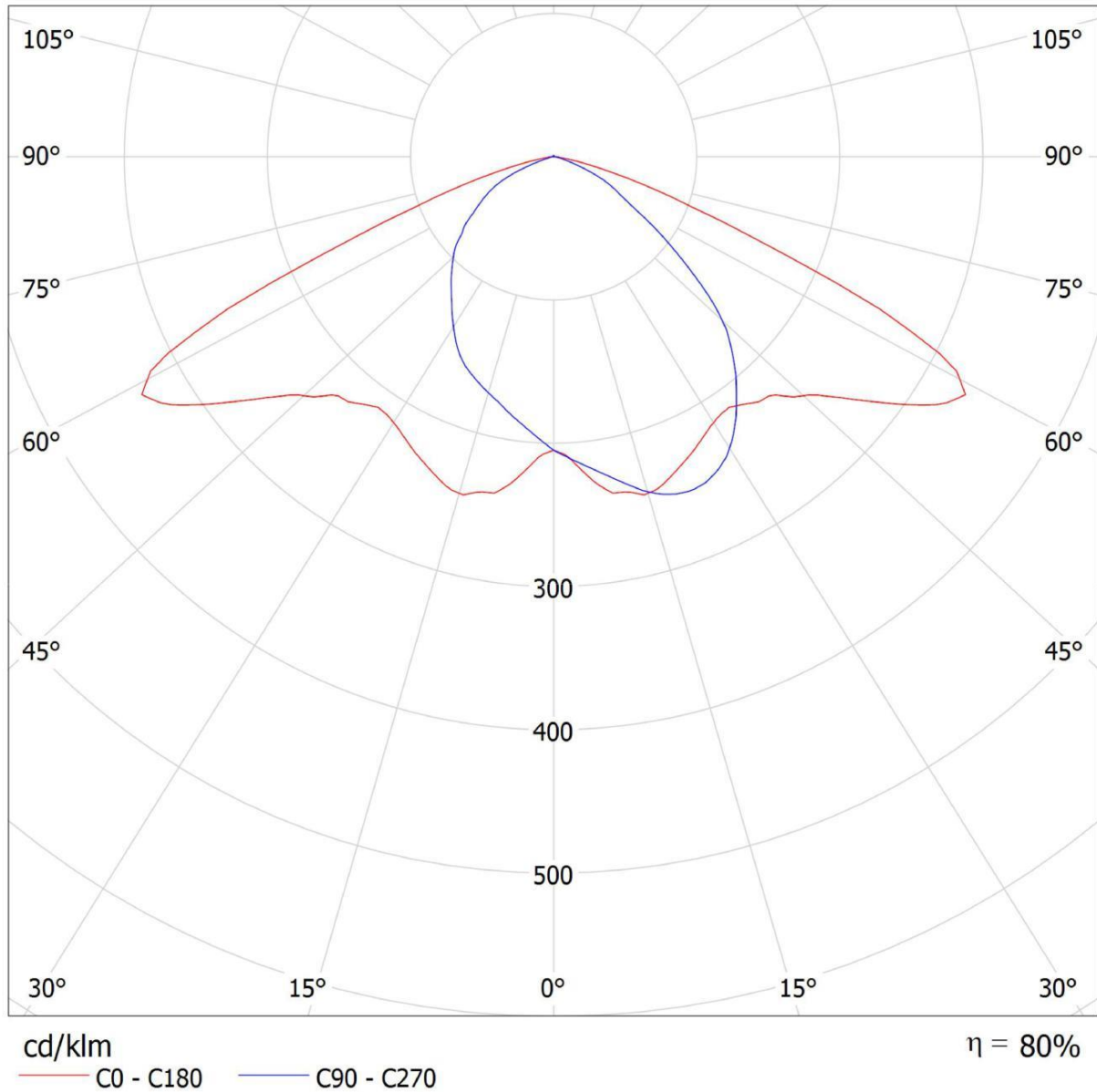
Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### HAVELL'S SENSING06040519 OPTAL2 / CDL (Polar)

Luminaria: HAVELL'S SENSING06040519 OPTAL2  
Lámparas: 1 x HPS150W





Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

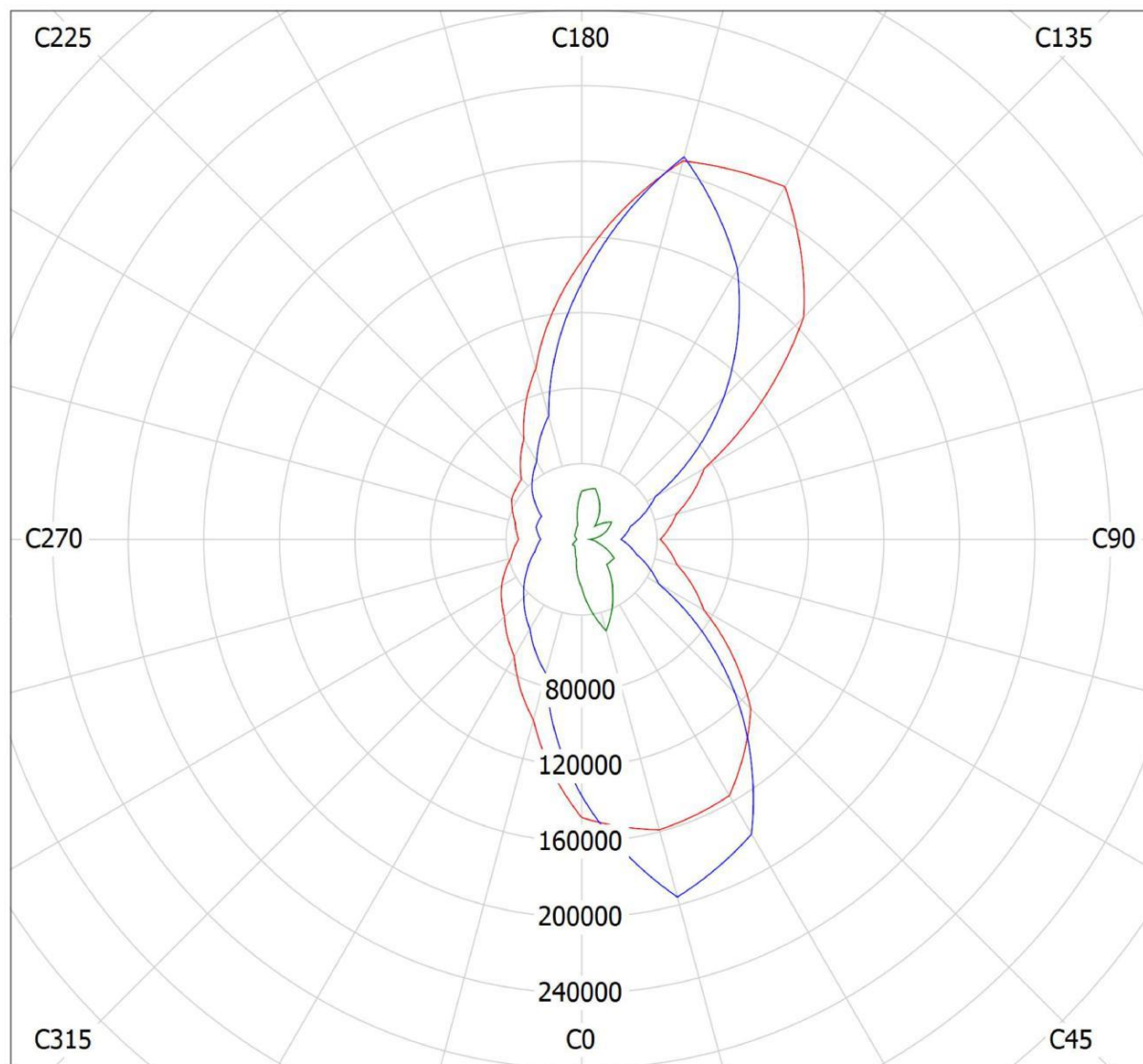
Fax

e-Mail

### HAVELL'S SENSING06040519 OPTAL2 / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: HAVELL'S SENSING06040519 OPTAL2

Lámparas: 1 x HPS150W



cd/m<sup>2</sup>

— g = 55.0°

— g = 65.0°

— g = 75.0°



Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

Fax

e-Mail

### ILUMINACION ACTUAL ZUMBALICA / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.5%

Escala 1:10824

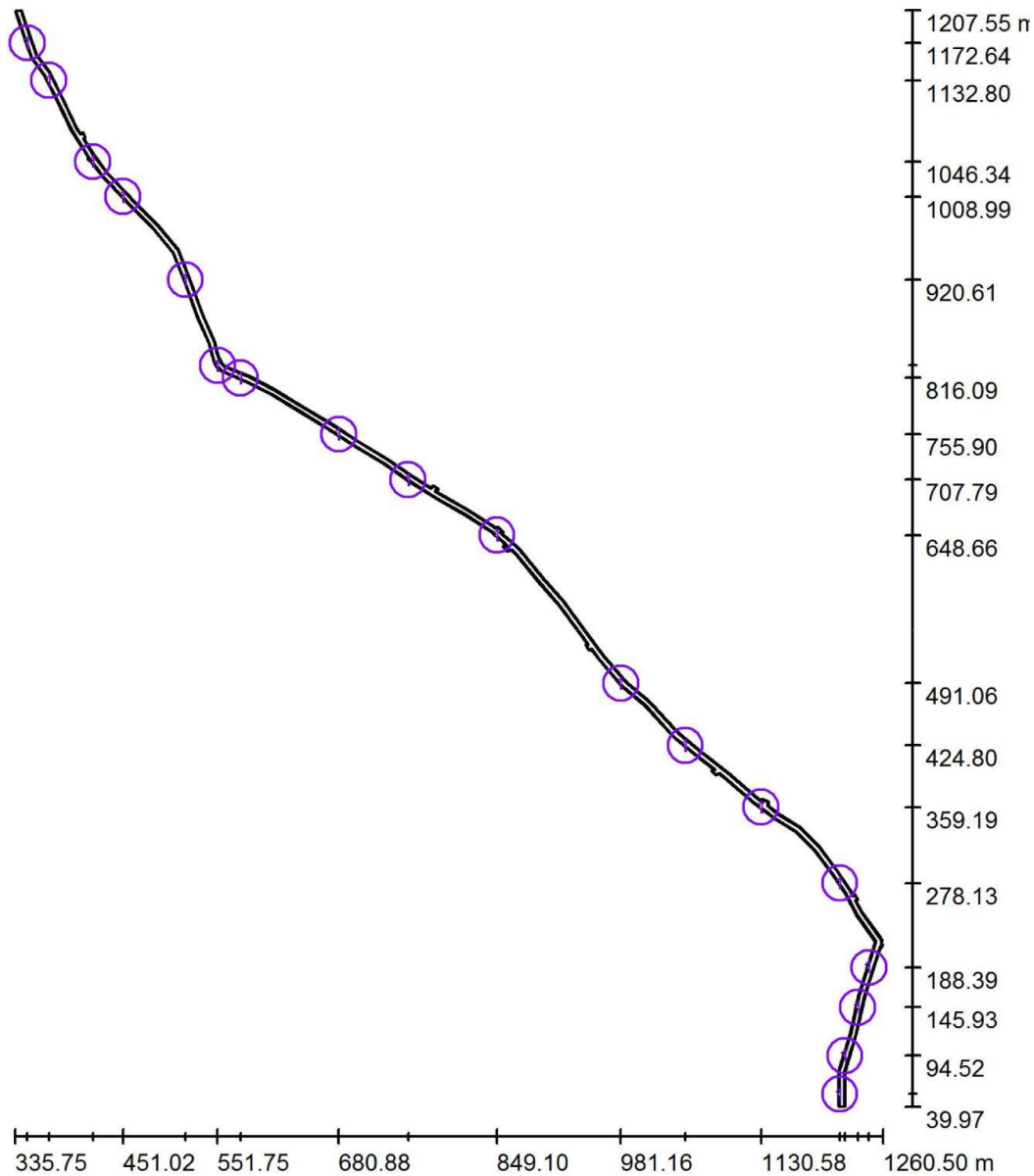
#### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	18	HAVELL'S SENSING06040519 OPTAL2 (1.000)	15508	19413	188.6
Total:			279141	349434	3394.8



Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**ILUMINACION ACTUAL ZUMBALICA / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 7896

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	18	HAVELL'S SENSING06040519 OPTAL2



Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

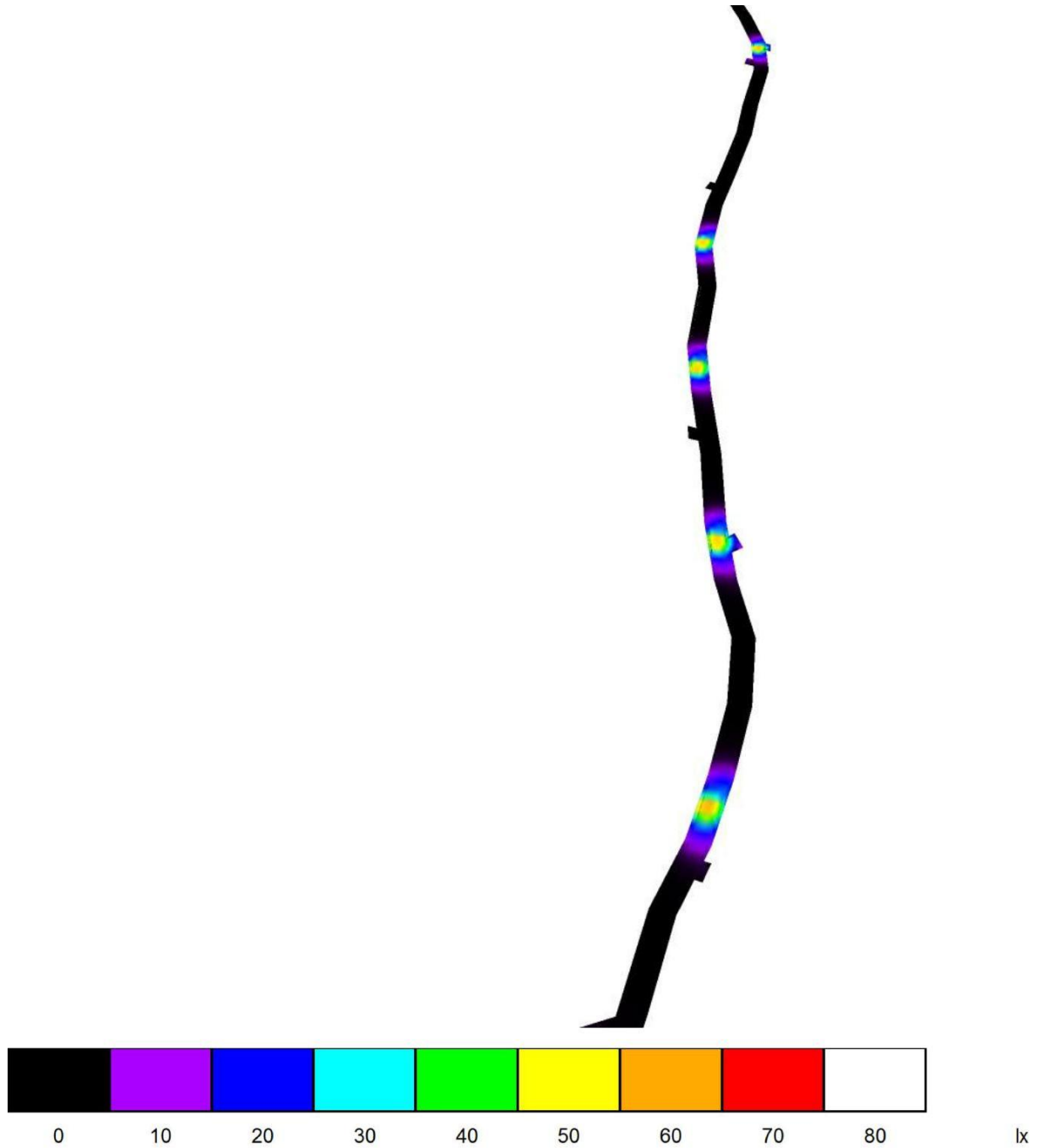
## ILUMINACION ACTUAL ZUMBALICA / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### ILUMINACION ACTUAL ZUMBALICA / Rendering (procesado) de colores falsos





Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

Fax

e-Mail

## RESUMEN DE RESULTADOS / Datos de planificación

### RESULTADOS CON LA LUMINOSIDAD ACTUAL

#### Perfil de la vía pública

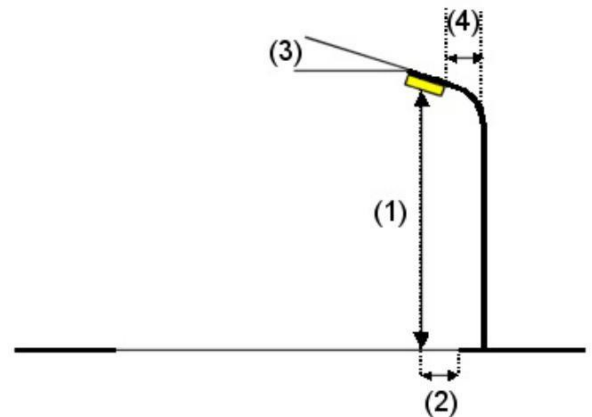
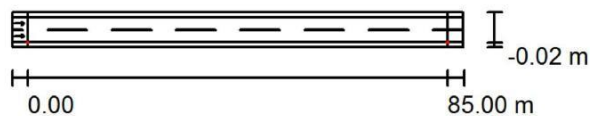
ACERA (Anchura: 1.000 m)

CALZADA (Anchura: 5.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

ACERA (Anchura: 1.000 m)

Factor mantenimiento: 0.70

#### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	HAVELL'S SENSING06040519 OPTAL2
Flujo luminoso (Luminaria):	15508 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	19413 lm
Potencia de las luminarias:	188.6 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	85.000 m
Altura de montaje (1):	8.098 m
Altura del punto de luz:	8.009 m
Saliente sobre la calzada (2):	8.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.000 m
Longitud del brazo (4):	10.0 °
	1.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°: 380 cd/klm

con 80°: 190 cd/klm

con 90°: 23 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados

con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G1.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.





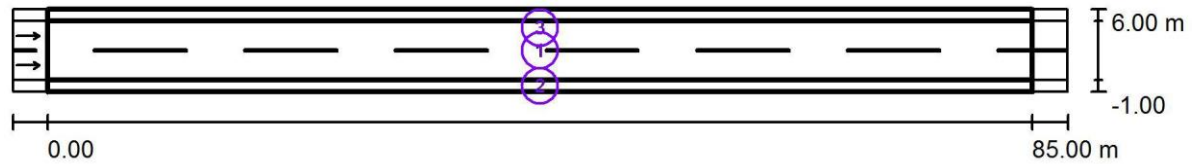
Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

Fax

e-Mail

## RESUMEN DE RESULTADOS / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:651

### Lista del recuadro de evaluación

#### 1 CALZADA

Longitud: 85.000 m, Anchura: 5.000

m Trama: 29 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: CALZADA.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.26	0.01	0.00	4	0.89
Valores de consigna según clase:	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.60$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Cumplido/No cumplido:	✗	✗	✗	✓	✓



Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

Fax

e-Mail

## RESUMEN DE RESULTADOS / Resultados luminotécnicos

### Lista del recuadro de evaluación

2	ACERA Longitud: 85.000 m, Anchura: 1.000 m Trama: 29 x 3 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: ACERA. Clase de iluminación seleccionada: CE5	(No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)		
	Valores reales según cálculo:		Em [lx]	U0
	Valores de consigna según clase:		7.13	0.00
	Cumplido/No cumplido:		≥ 7.50	≥ 0.40
			X	X
3	ACERA Longitud: 85.000 m, Anchura: 1.000 m Trama: 29 x 3 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: ACERA. Clase de iluminación seleccionada: CE5	(No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)		
	Valores reales según cálculo:		Em [lx]	U0
	Valores de consigna según clase:		4.49	0.00
	Cumplido/No cumplido:		≥ 7.50	≥ 0.40
			X	X



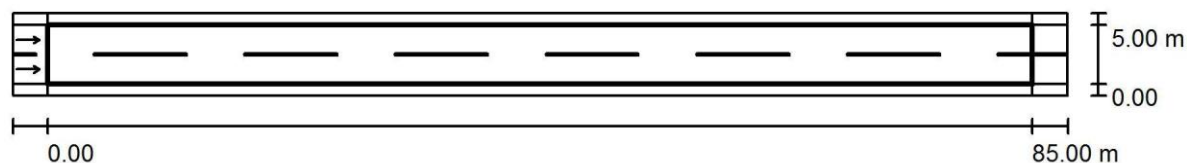
Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

Fax

e-Mail

## RESUMEN DE RESULTADOS / CALZADA / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:651

Trama: 29 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: CALZADA.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.26	0.01	0.00	4	0.89
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	X	X	X	✓	✓

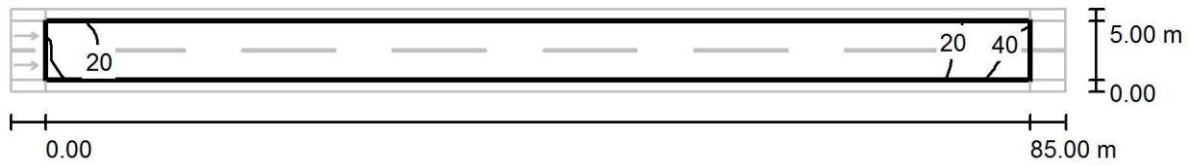
### Observador respectivo (2 Pieza):

N°	Observador	Posición [m]	Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 1.250, 1.500)	0.26	0.01	0.00	3
2	Observador 2	(-60.000, 3.750, 1.500)	0.26	0.01	0.00	4



Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**RESUMEN DE RESULTADOS / CALZADA / Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 651

Trama: 29 x 6 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$\frac{E_{min}}{E_m}$	$\frac{E_{min}}{E_{max}}$
5.88	0.01	50	0.001	0.000



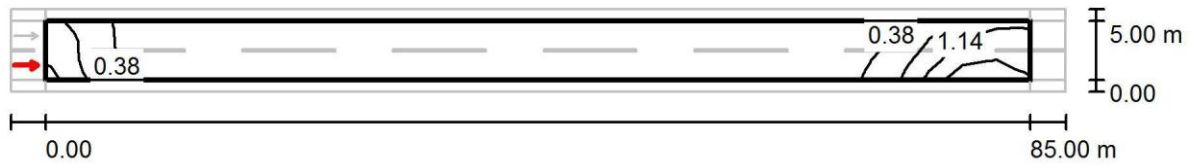
Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

Fax

e-Mail

## RESUMEN DE RESULTADOS / CALZADA / Observador 1 / Isolíneas (L)

Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 651

Trama: 29 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 1.250 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.26	0.01	0.00	3
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✗	✗	✗	✓



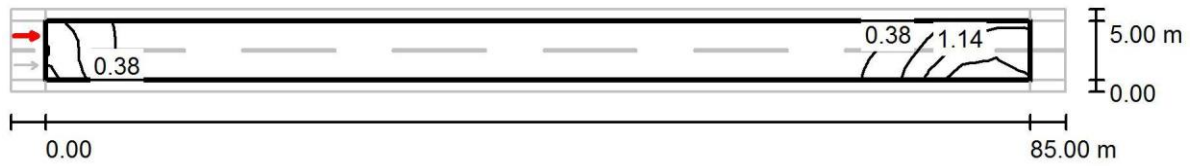
Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

Fax

e-Mail

## RESUMEN DE RESULTADOS / CALZADA / Observador 2 / Isolíneas (L)

Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 651

Trama: 29 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 3.750 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L <sub>m</sub> [cd/m <sup>2</sup> ]	U <sub>0</sub>	U <sub>I</sub>	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.26	0.01	0.00	4
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✗	✗	✗	✓

#### **Anexo 4. Simulación de sistema de alumbrado propuesto.**

## **ALUMBRADO PUBLICO ZUMBALICA PROPUESTO**

Análisis del sistema de alumbrado público que da servicio en el barrio Zumbalica Centro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Propuesta de sistema de alumbrado público más eficiente, en el periodo lectivo marzo 2 – abril 13 del 2015

Fecha: 01.05.2016

Proyecto elaborado por: LOS POSTULANTES

**Índice**

<b>ALUMBRADO PUBLICO ZUMBALICA PROPUESTO</b>	
Portada del proyecto	1
Índice	2
<b>HAVELL'S SENSING06040519 OPTAL2</b>	
Hoja de datos de luminarias	3
<b>OPTAL2</b>	
CDL (Polar)	4
Diagrama de densidad lumínica	5
<b>ALUMBRADO PUBLICO ZUMBALICA PROPUESTO</b>	
Datos de planificación	6
Luminarias (ubicación)	7
Rendering (procesado) en 3D	8
Rendering (procesado) de colores falsos	9
<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>	
Datos de planificación	10
Resultados luminotécnicos	11
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Calzada</b>	
Sumario de los resultados	13
Isolíneas (E)	14
<b>Observador</b>	
<b>Observador 1</b>	
Isolíneas (L)	15
<b>Observador 2</b>	
Isolíneas (L)	16



Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

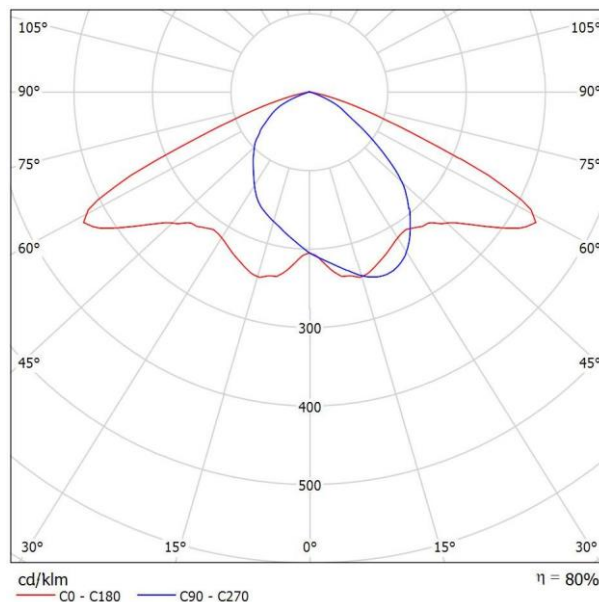
Fax

e-Mail

**HAVELL'S SENSING06040519 OPTAL2 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 42 79 98 100 80

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

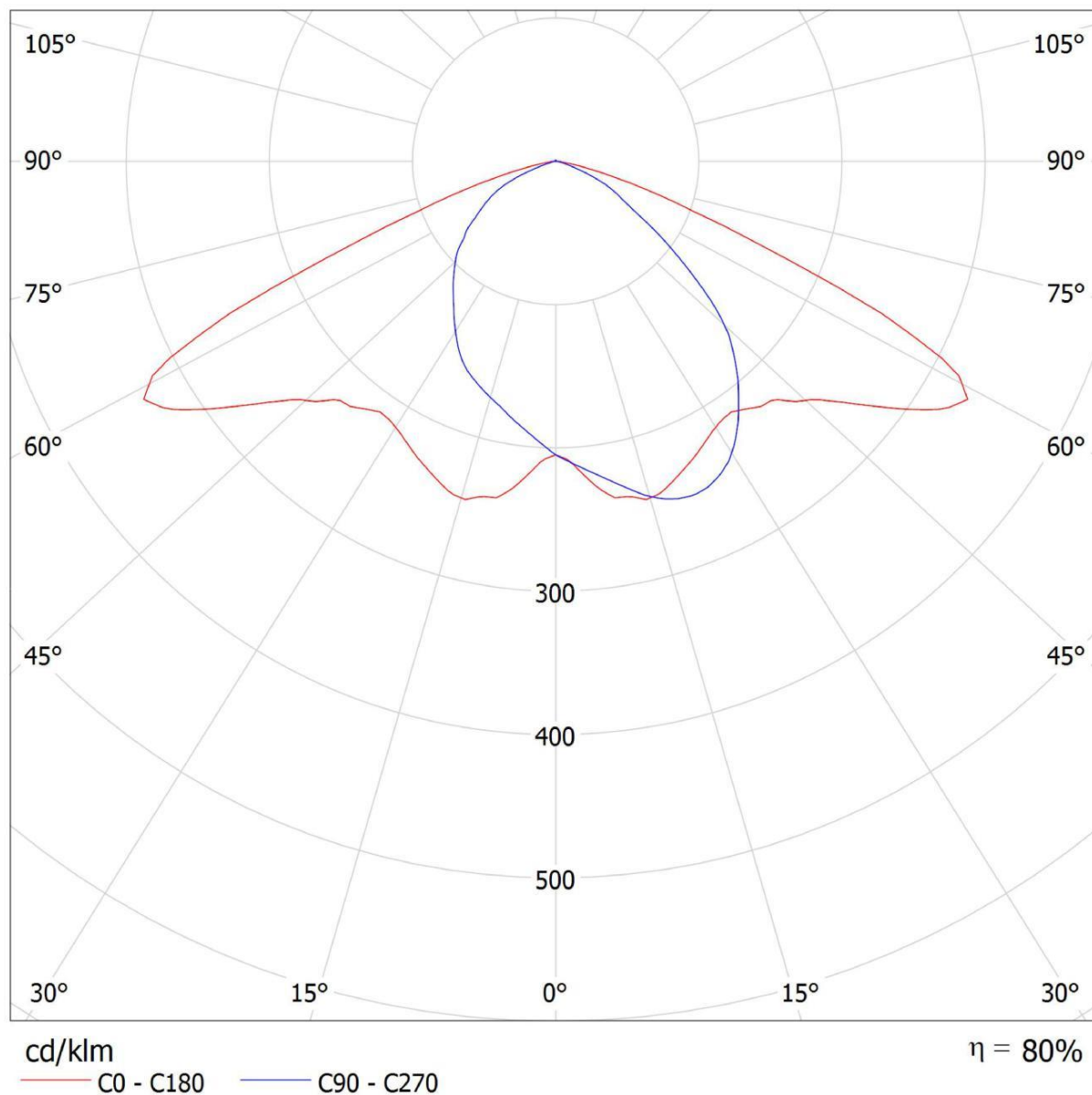
Fax

e-Mail

### HAVELL'S SENSING06040519 OPTAL2 / CDL (Polar)

Luminaria: HAVELL'S SENSING06040519 OPTAL2

Lámparas: 1 x HPS150W





Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

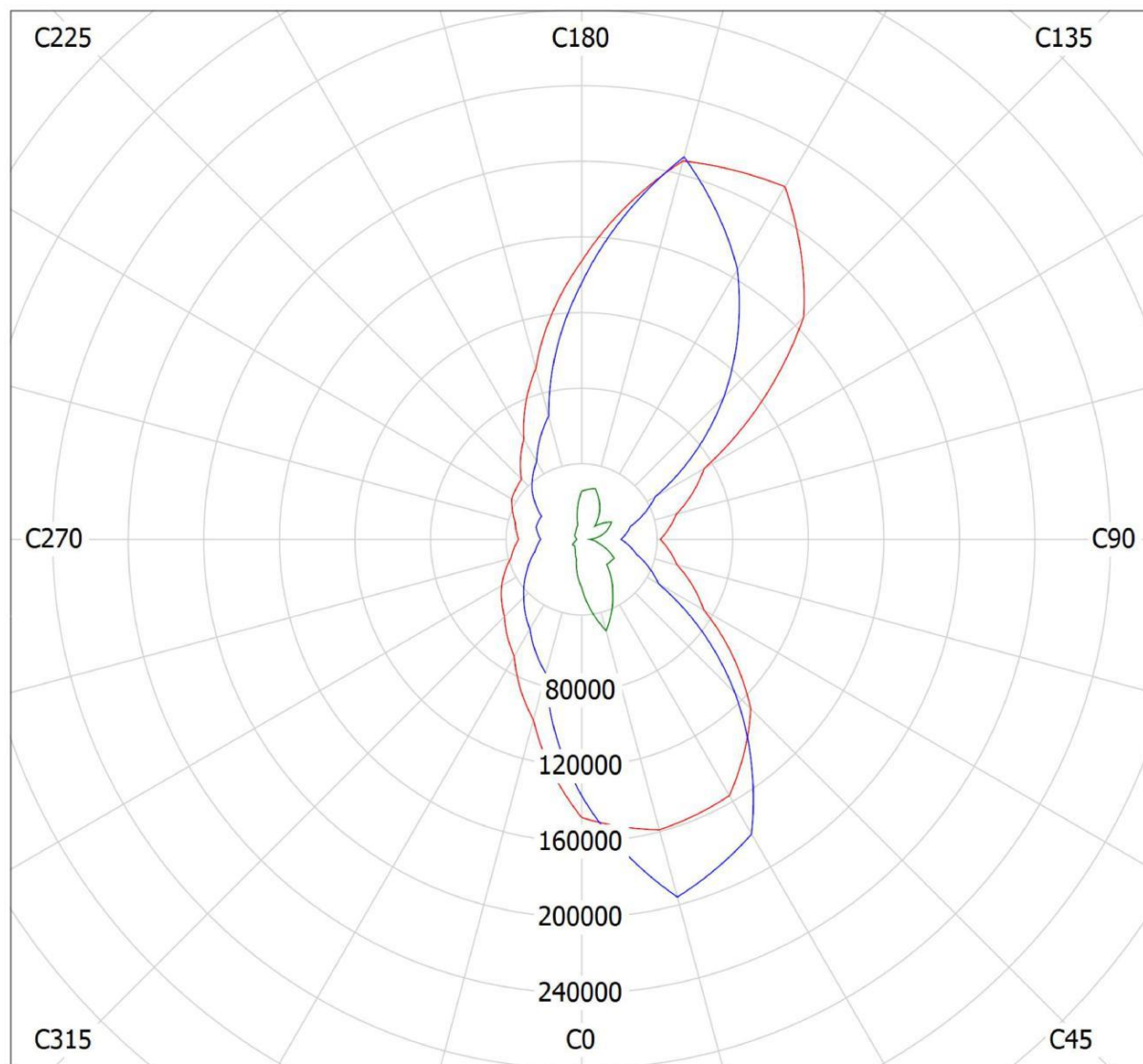
Fax

e-Mail

### HAVELL'S SENSING06040519 OPTAL2 / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: HAVELL'S SENSING06040519 OPTAL2

Lámparas: 1 x HPS150W



cd/m<sup>2</sup>

— g = 55.0°

— g = 65.0°

— g = 75.0°



Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

Fax

e-Mail

**ALUMBRADO PUBLICO ZUMBALICA PROPUESTO / Datos de planificación**



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.5%

Escala 1:10824

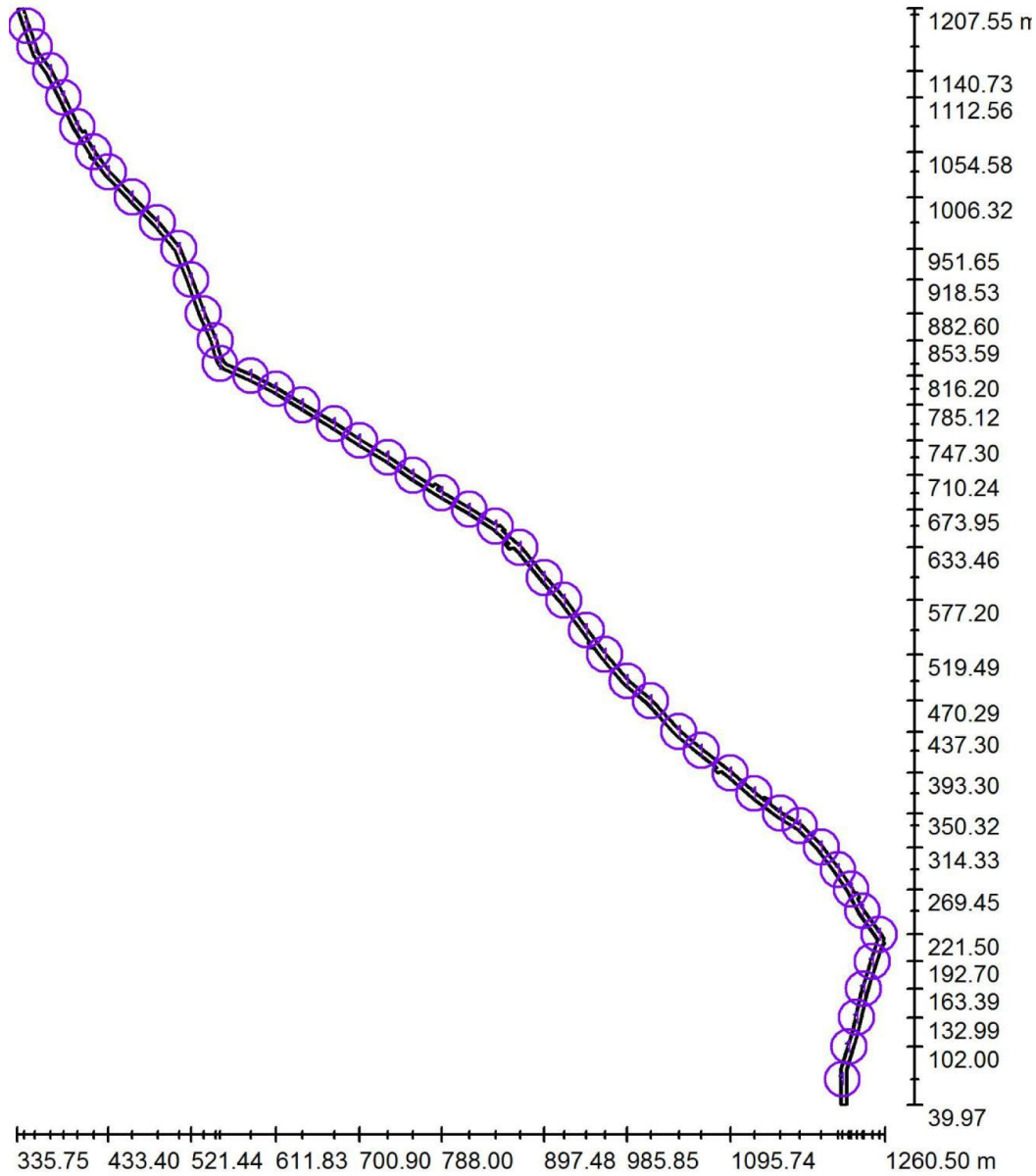
**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	47	HAVELL'S SENSING06040519 OPTAL2 (1.000)	15508	19413	188.6
Total:			728868	912411	8864.2



Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**ALUMBRADO PUBLICO ZUMBALICA PROPUESTO / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 7896

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	47	HAVELL'S SENSING06040519 OPTAL2



Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

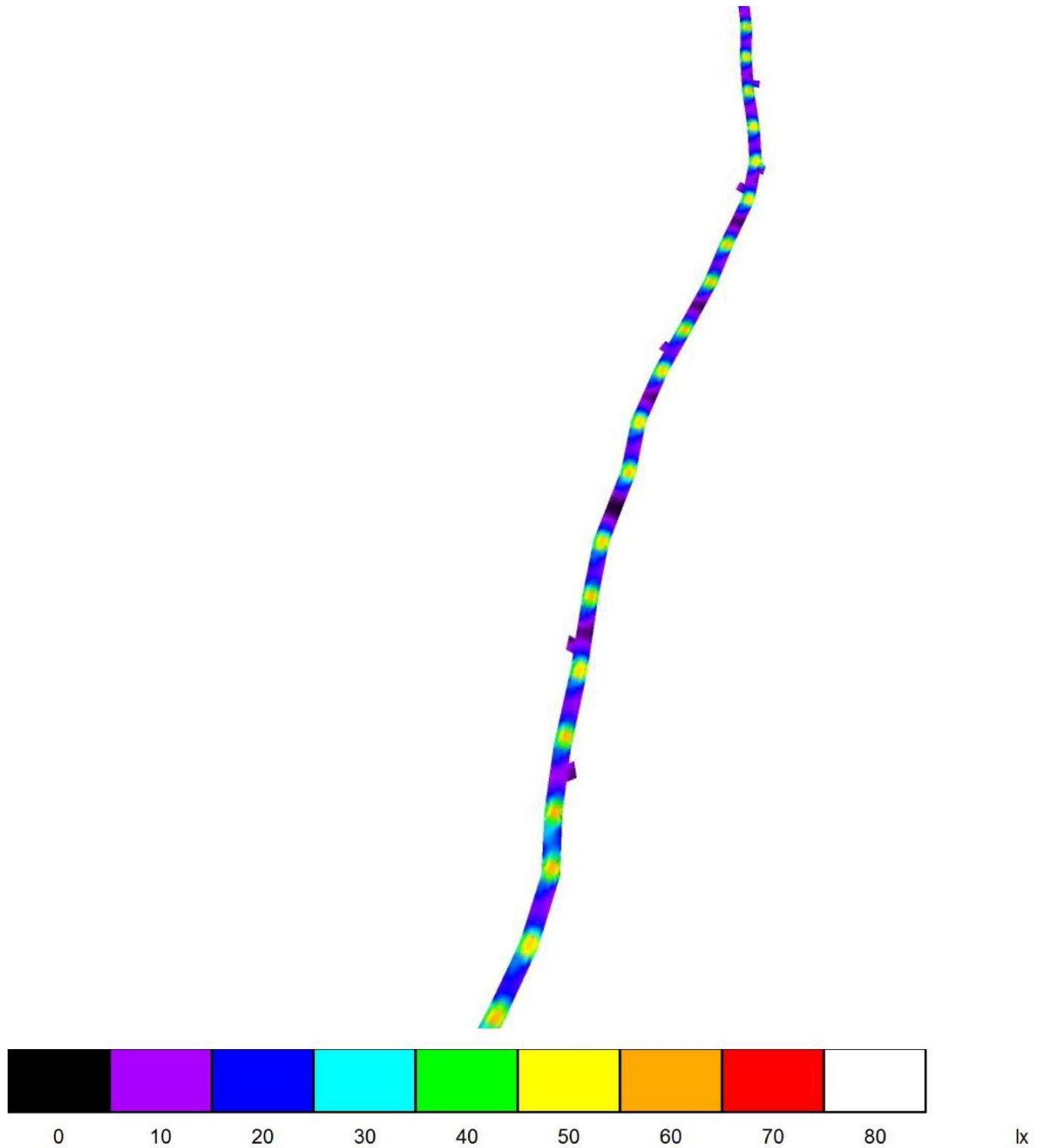
**ALUMBRADO PUBLICO ZUMBALICA PROPUESTO / Rendering (procesado) en 3D**





Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## ALUMBRADO PUBLICO ZUMBALICA PROPUESTO / Rendering (procesado) de colores falsos





Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## RESUMEN DE RESULTADOS / Datos de planificación

### RESULTADOS DE LUMINOSIDAD PROPUESTO

#### Perfil de la vía pública

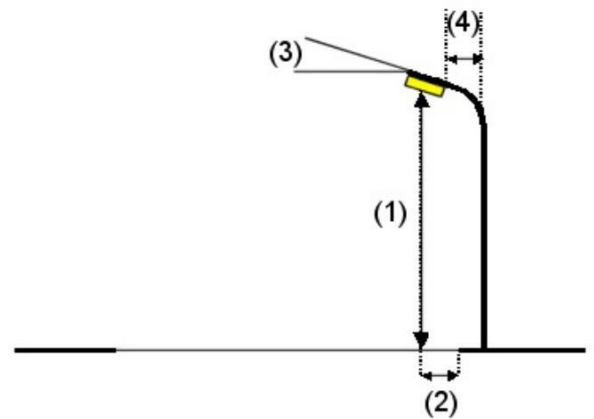
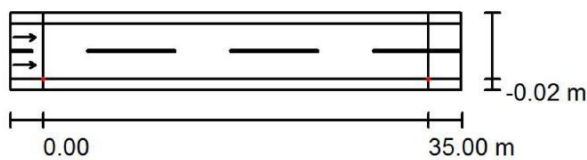
ACERA1 (Anchura: 1.000 m)

Calzada (Anchura: 5.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

ACERA2 (Anchura: 1.000 m)

Factor mantenimiento: 0.70

#### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	HAVELL'S SENSING06040519 OPTAL2
Flujo luminoso (Luminaria):	15508 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	19413 lm
Potencia de las luminarias:	188.6 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	35.000 m
Altura de montaje (1):	8.098 m
Altura del punto de luz:	8.000 m
Saliente sobre la calzada (2):	8.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.000 m
Longitud del brazo (4):	10.0 °
	1.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica
con 70°: 380 cd/klm
con 80°: 190 cd/klm
con 90°: 23 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G1.

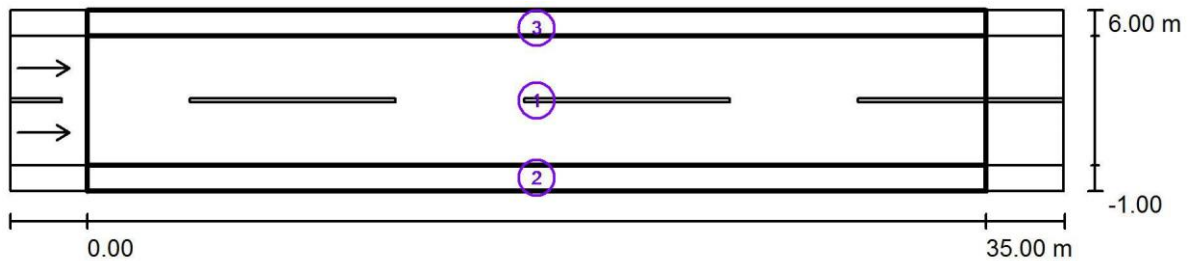
La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.



Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

01.05.2016

### RESUMEN DE RESULTADOS / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:294

**Lista del recuadro de evaluación**

- 1 Calzada  
 Longitud: 35.000 m, Anchura: 5.000 m  
 Trama: 12 x 6 Puntos  
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada.  
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070  
 Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.63	0.18	0.10	2	0.89
Valores de consigna según clase:	≥ 0.60	≥ 0.15	≥ 0.08	≤ 3	≥ 0.70
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

Fax

e-Mail

**RESUMEN DE RESULTADOS / Resultados luminotécnicos****Lista del recuadro de evaluación****2 ACERA2**

Longitud: 35.000 m, Anchura: 1.000 m

Trama: 12 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: ACERA2.

Clase de iluminación seleccionada: CE5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Em [lx]

17.32

U0

0.06

Valores de consigna según clase:

≥ 7.50

≥ 0.05

Cumplido/No cumplido:

✓

✓

**3 ACERA1**

Longitud: 35.000 m, Anchura: 1.000 m

Trama: 12 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: ACERA1.

Clase de iluminación seleccionada: CE5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Em [lx]

10.91

U0

0.12

Valores de consigna según clase:

≥ 7.50

≥ 0.10

Cumplido/No cumplido:

✓

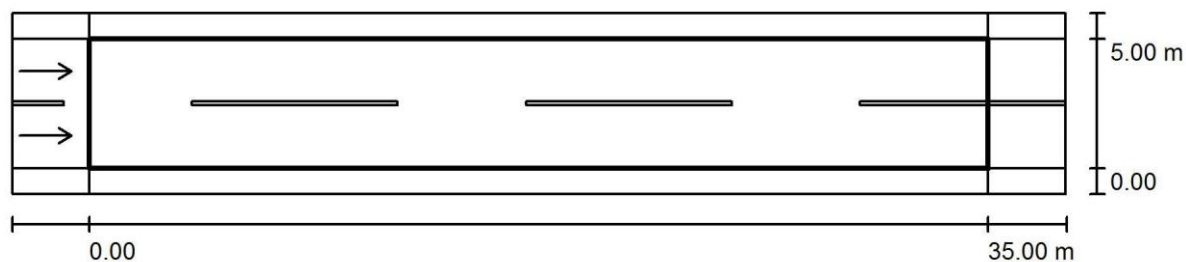
✓

Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

Fax

e-Mail

**RESUMEN DE RESULTADOS / Calzada / Sumario de los resultados**

Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:294

Trama: 12 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.63	0.18	0.10	2	0.89
Valores de consigna según clase:	≥ 0.60	≥ 0.15	≥ 0.08	≤ 3	≥ 0.70
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

**Observador respectivo (2 Pieza):**

N°	Observador	Posición [m]	Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 1.250, 1.500)	0.63	0.18	0.10	2
2	Observador 2	(-60.000, 3.750, 1.500)	0.64	0.18	0.10	2



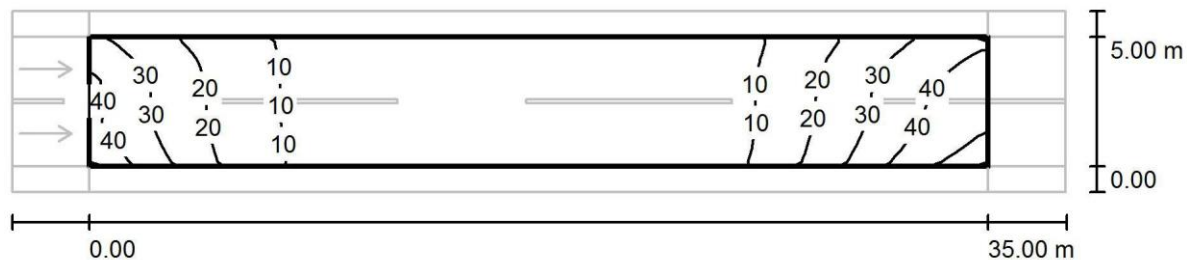
Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

Fax

e-Mail

**RESUMEN DE RESULTADOS / Calzada / Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 294

Trama: 12 x 6 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
14	1.20	50	0.084	0.024

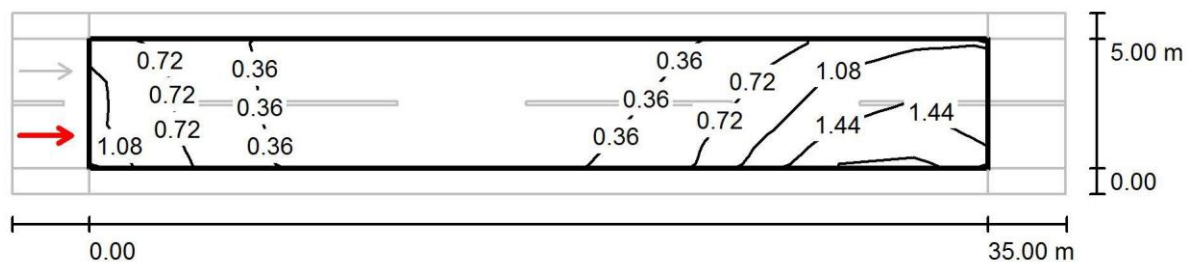
Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

Fax

e-Mail

## RESUMEN DE RESULTADOS / Calzada / Observador 1 / Isolíneas (L)

Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 294

Trama: 12 x 6 Puntos

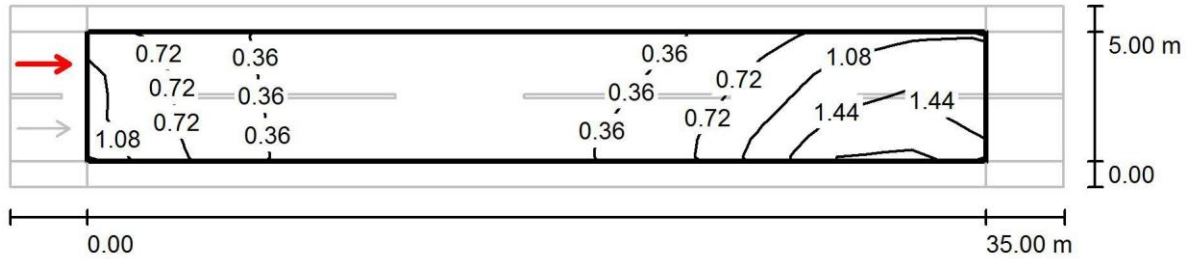
Posición del observador: (-60.000 m, 1.250 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.63	0.18	0.10	2
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.60	≥ 0.15	≥ 0.08	≤ 3
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**RESUMEN DE RESULTADOS / Calzada / Observador 2 / Isolíneas (L)**



Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 294

Trama: 12 x 6 Puntos  
Posición del observador: (-60.000 m, 3.750 m, 1.500 m)  
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.64	0.18	0.10	2
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.60	≥ 0.15	≥ 0.08	≤ 3
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

## **Anexo 5. Simulación del alumbrado público tipo led.**

### **ALUMBRADO PUBLICO ZUMBALICA PROPUESTO LUMINARIA LED 120W**

Análisis del sistema de alumbrado público que da servicio en el barrio Zumbalica Centro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Propuesta de sistema de alumbrado público más eficiente, en el periodo lectivo marzo 2 – abril 13 del 2015

Fecha: 04.05.2016

Proyecto elaborado por: LOS POSTULANTES

Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

Fax

e-Mail

## Índice

<b>ALUMBRADO PUBLICO ZUMBALICA PROPUESTO LUMINARIA LED 120W</b>	
Portada del proyecto	1
Índice	2
<b>SCHREDER 330402 PIANO MAXI</b>	
Hoja de datos de luminarias	3
<b>ALUMBRADO PUBLICO ZUMBALICA PROPUESTO</b>	
Datos de planificación	4
Lista de luminarias	5
Luminarias (ubicación)	6
Rendering (procesado) en 3D	7
Rendering (procesado) de colores falsos	8
<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>	
Datos de planificación	9
Lista de luminarias	10
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Calzada</b>	
Sumario de los resultados	11
Isolíneas (E)	12
<b>Observador</b>	
<b>Observador 1</b>	
Isolíneas (L)	13
<b>Observador 2</b>	
Isolíneas (L)	14
<b>ACERA2</b>	
Sumario de los resultados	15
<b>ACERA1</b>	
Sumario de los resultados	16



Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

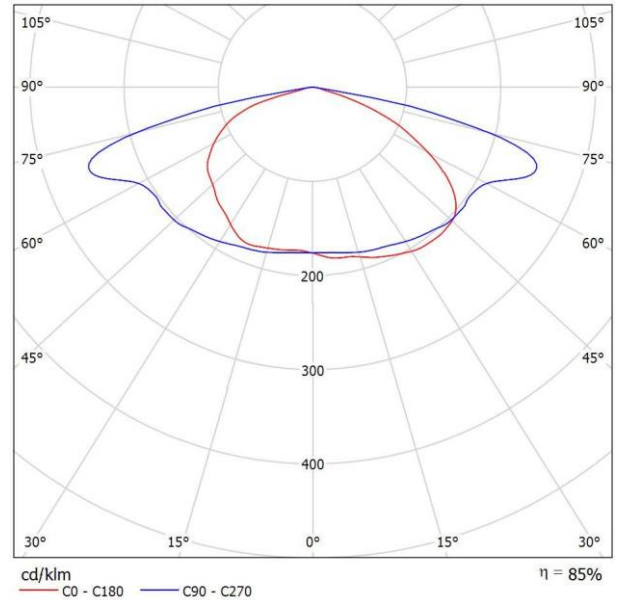
Fax

e-Mail

**SCHREDER 330402 PIANO MAXI / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

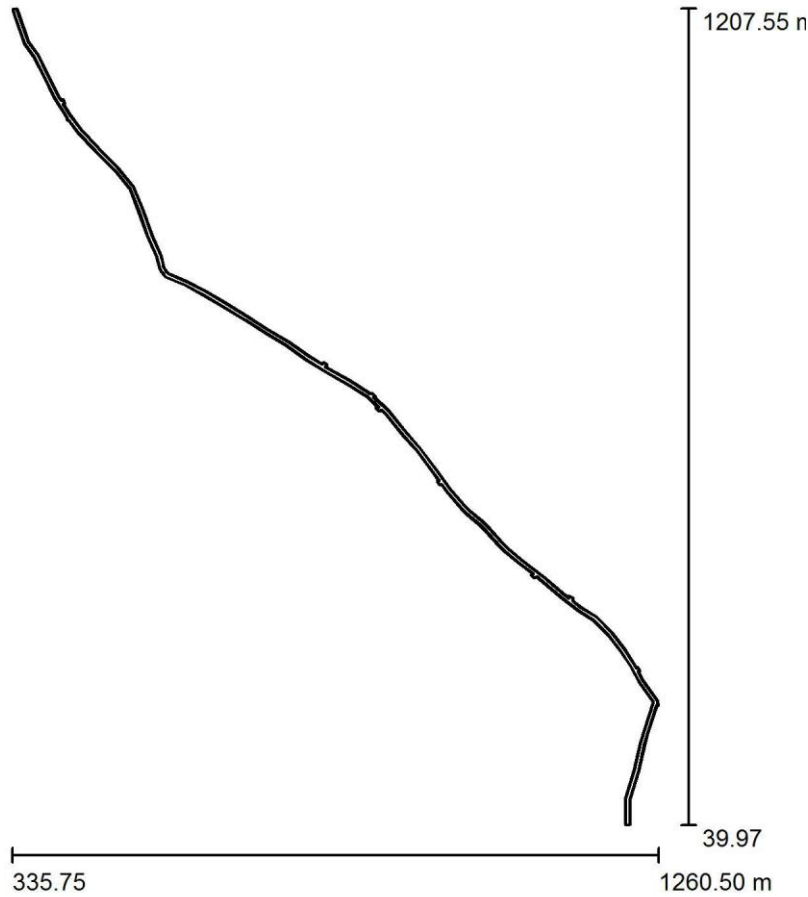


Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 34 68 95 100 85

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**ALUMBRADO PUBLICO ZUMBALICA PROPUESTO / Datos de planificación**



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:10824

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	PiezaDesignación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	47 SCHREDER 330402 PIANO MAXI (1.000)	13927	16386	134.0
		Total: 654560	Total: 770142	6298.0

Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

Fax

e-Mail

**ALUMBRADO PUBLICO ZUMBALICA PROPUESTO / Lista de luminarias**

47 PiezaSCHREDER 330402 PIANO MAXI

N° de artículo: 330402

Flujo luminoso (Luminaria): 13927 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 16386 lm

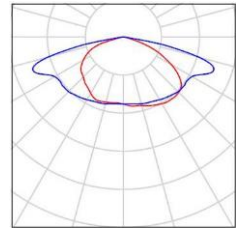
Potencia de las luminarias: 134.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 34 68 95 100 85

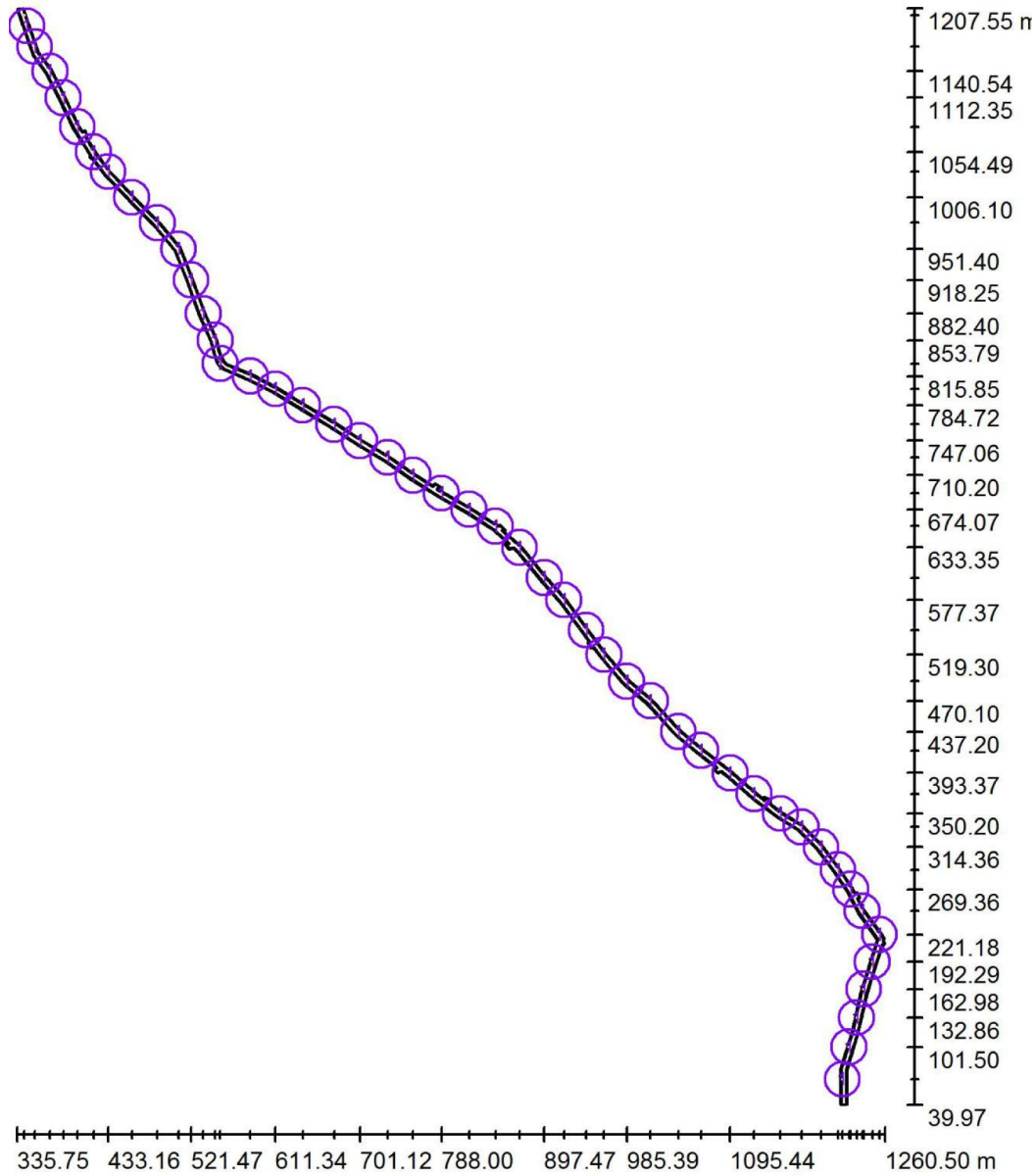
Lámpara: 1 x 88 Cree XP-G2 (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**ALUMBRADO PUBLICO ZUMBALICA PROPUESTO / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 7896

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	47	SCHREDER 330402 PIANO MAXI

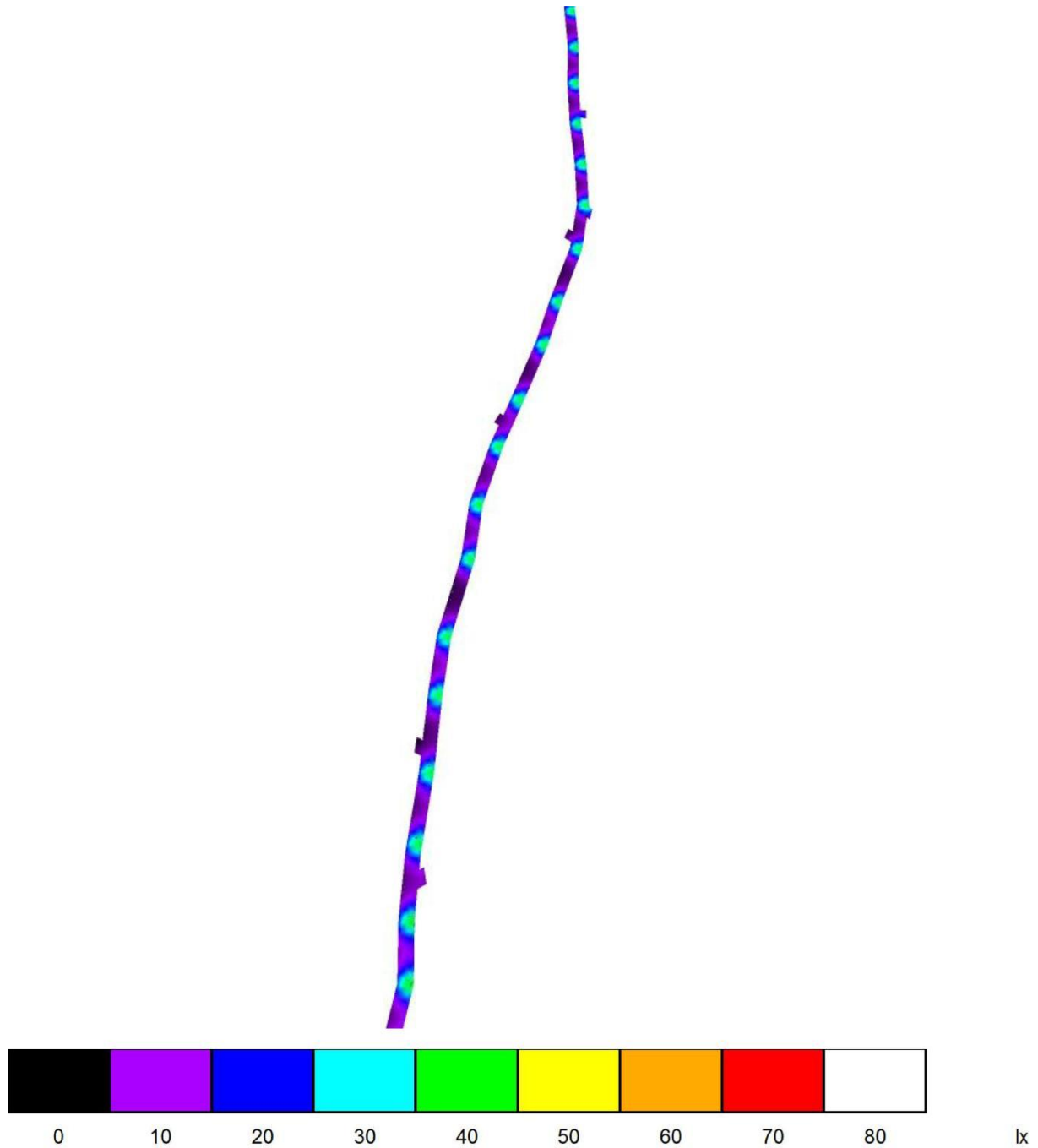
Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**ALUMBRADO PUBLICO ZUMBALICA PROPUESTO / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## ALUMBRADO PUBLICO ZUMBALICA PROPUESTO / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

Fax

e-Mail

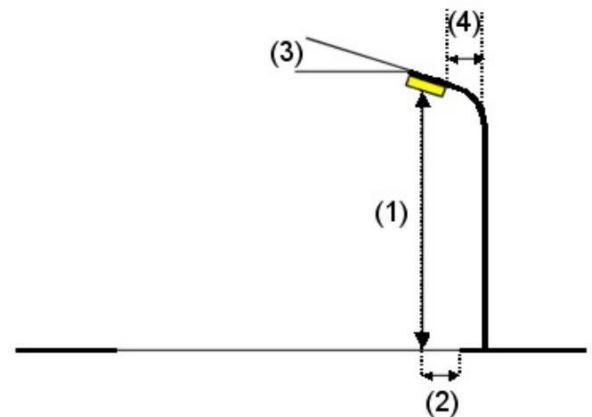
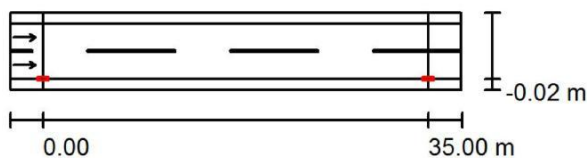
**RESUMEN DE RESULTADOS / Datos de planificación****RESULTADOS DE LUMINOSIDAD PROPUESTO****Perfil de la vía pública**

ACERA1 (Anchura: 1.000 m)

Calzada (Anchura: 5.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3,  $q_0$ : 0.070)

ACERA2 (Anchura: 1.000 m)

Factor mantenimiento: 0.70

**Disposiciones de las luminarias**

Luminaria:	SCHREDER 330402 PIANO MAXI
Flujo luminoso (Luminaria):	13927 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	16386 lm
Potencia de las luminarias:	134.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	35.000 m
Altura de montaje (1):	8.091 m
Altura del punto de luz:	8.000 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	10.0 °
Longitud del brazo (4):	1.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°: 285 cd/klm

con 80°: 280 cd/klm

con 90°: 104 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.5.

Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

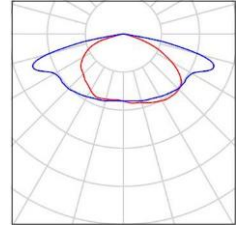
Fax

e-Mail

**RESUMEN DE RESULTADOS / Lista de luminarias**

SCHREDER 330402 PIANO MAXI  
N° de artículo: 330402  
Flujo luminoso (Luminaria): 13927 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 16386 lm  
Potencia de las luminarias: 134.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 34 68 95 100 85  
Lámpara: 1 x 88 Cree XP-G2 (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



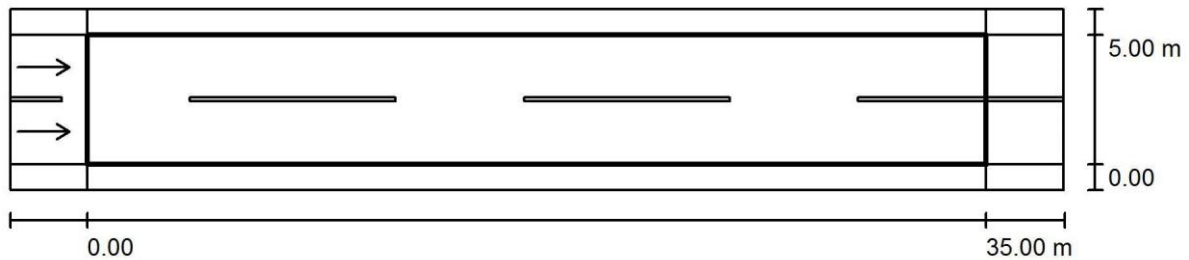


Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

Fax

e-Mail

**RESUMEN DE RESULTADOS / Calzada / Sumario de los resultados**

Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:294

Trama: 12 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
0.61	0.39	0.42	6	0.88

Valores de consigna según clase:

≥ 0.60	≥ 0.15	≥ 0.08	≤ 7	≥ 0.70
--------	--------	--------	-----	--------

Cumplido/No cumplido:

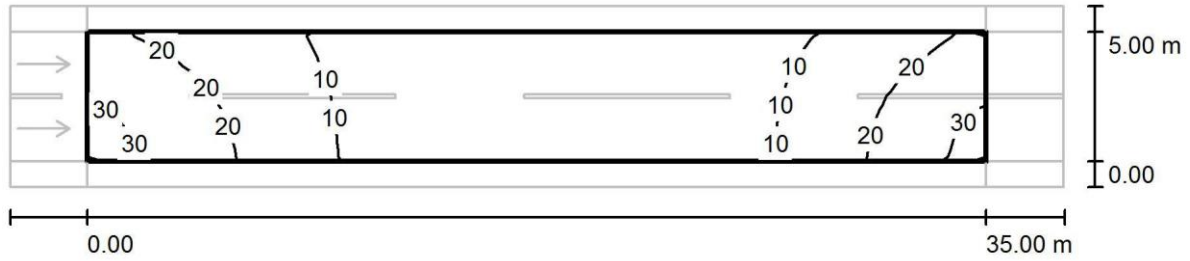
✓	✓	✓	✓	✓
---	---	---	---	---

**Observador respectivo (2 Pieza):**

N°	Observador	Posición [m]	Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 1.250, 1.500)	0.61	0.39	0.50	6
2	Observador 2	(-60.000, 3.750, 1.500)	0.64	0.42	0.42	5

Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**RESUMEN DE RESULTADOS / Calzada / Isolíneas (E)**

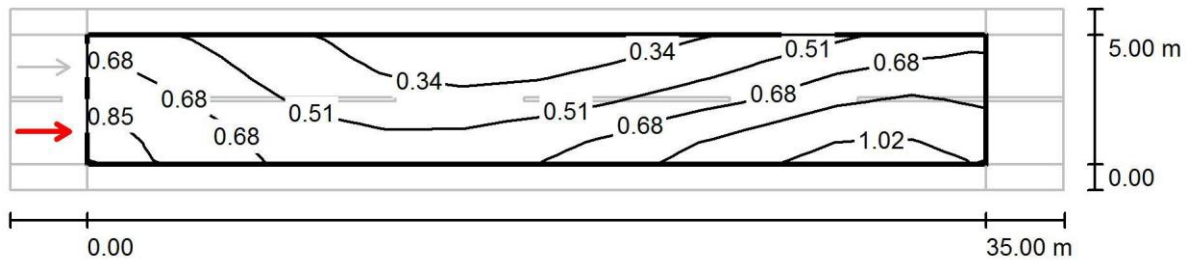


Valores en Lux, Escala 1 : 294

Trama: 12 x 6 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
12	2.72	31	0.226	0.087

Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono  
Fax  
e-Mail
**RESUMEN DE RESULTADOS / Calzada / Observador 1 / Isolíneas (L)**
Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 294

Trama: 12 x 6 Puntos

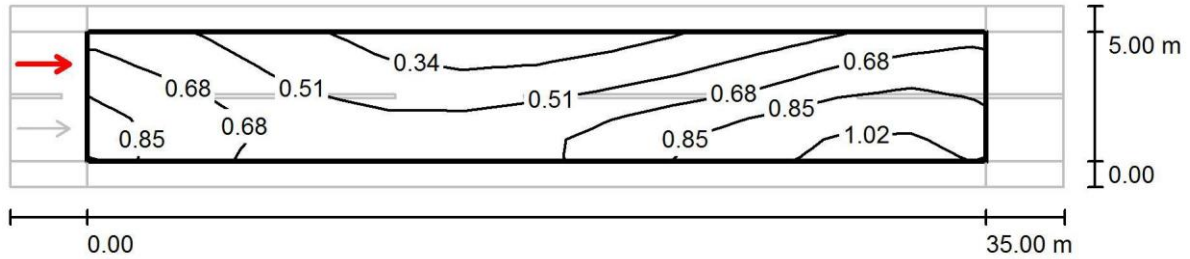
Posición del observador: (-60.000 m, 1.250 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.61	0.39	0.50	6
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.60	≥ 0.15	≥ 0.08	≤ 7
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**RESUMEN DE RESULTADOS / Calzada / Observador 2 / Isolíneas (L)**



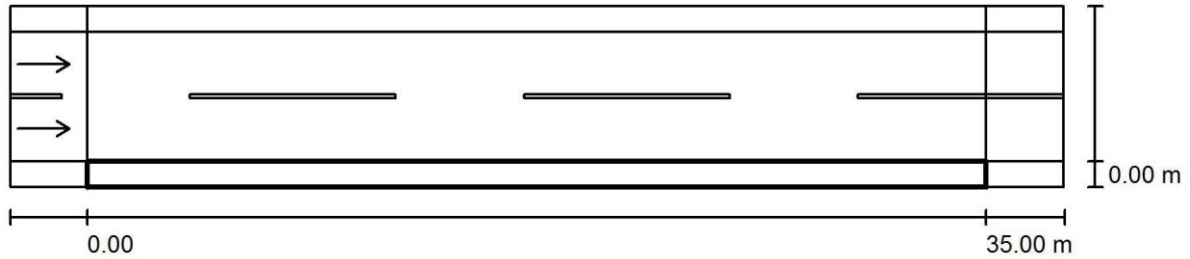
Valores en Candela/m², Escala 1 : 294

Trama: 12 x 6 Puntos  
Posición del observador: (-60.000 m, 3.750 m, 1.500 m)  
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	Lm [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.64	0.42	0.42	5
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.60	≥ 0.15	≥ 0.08	≤ 7
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**RESUMEN DE RESULTADOS / ACERA2 / Sumario de los resultados**



Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:294

Trama: 12 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: ACERA2.

Clase de iluminación seleccionada: CE5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Em [lx]	U0
13.89	0.18

Valores de consigna según clase:

≥ 7.50	≥ 0.05
--------	--------

Cumplido/No cumplido:

✓	✓
---	---

Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**RESUMEN DE RESULTADOS / ACERA1 / Sumario de los resultados**



Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:294

Trama: 12 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: ACERA1.

Clase de iluminación seleccionada: CE5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Em [lx]	U0
9.14	0.27

Valores de consigna según clase:

≥ 7.50	≥ 0.10
--------	--------

Cumplido/No cumplido:

✓	✓
---	---