



**FACULTAD DE POSTGRADO  
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTELIGENTE  
PARA EL ALUMBRADO PÚBLICO EN LA RESIDENCIAL  
SANTA CRUZ DEL DISTRITO CENTRAL DE HONDURAS.**

**SUSTENTADO POR:**

**ALEX HERNÁN MONCADA GÓMEZ  
ESTEPHANY PAOLA CORTEZ SALGADO**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE  
MÁSTER EN DIRECCIÓN EMPRESARIAL**

**TEGUCIGALPA, F. M.,**

**ABRIL, 2019**

**HONDURAS, C.A.**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**MARLON ANTONIO BREVÉ REYES**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICERRECTORA ACADÉMICA**

**DESIRE TEJADA CALVO**

**DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO**

**CLAUDIA MARÍA CASTRO VALLE**



## **FACULTAD DE POSTGRADO**

### **Análisis de un sistema de iluminación inteligente para el alumbrado público en la residencial Santa Cruz del Distrito Central de Honduras**

**Alex Hernán Moncada Gómez  
Estephany Paola Cortez Salgado**

#### **Resumen**

El servicio de alumbrado público consiste en la iluminación de las vías públicas transitadas por los habitantes de la zona. Las luminarias instaladas en la Residencial Santa Cruz Etapa I son bombillos tradicionales de sodio de 100 W, aproximadamente 70 lámparas, las cuales cubren la luminosidad de las calles. Están ubicadas unilateralmente, con una distancia entre cada poste de 25 a 30 metros. El cobro de alumbrado público que los habitantes de la residencial reciben mensualmente en su facturación es considerado muy elevado, mismo que es cobrado en base al consumo de alumbrado público nacional y por el consumo de su hogar. Se pretende demostrar por medio de escenarios de simulación que el costo de kWh puede disminuir si se realiza la inserción de un sistema de iluminación inteligente (lámparas LED, sensores de movimientos, sistemas de monitores etc.) el cual nos permita ahorrar entre un 50% a un 80% de nuestro consumo de energía eléctrica. Por medio de estas tecnologías se busca mejorar las prácticas de mantenimientos preventivos y correctivos en el servicio.

**Palabras claves: (Alumbrado público, kWh, LED, sistema de iluminación inteligente).**



## **GRADUATE SCHOOL**

### **Análisis de un sistema de iluminación inteligente para el alumbrado público en la residencial Santa Cruz del Distrito Central de Honduras**

**Alex Hernán Moncada Gómez  
Estephany Paola Cortez Salgado**

#### **Abstract**

The public light service consists in the public transit roads illumination of an area. The luminaries that is installed in the Residential Santa Cruz zone I are traditional sodium bulbs, of 100 Watts, approximately 70 lamps, which cover the brightness of the streets. They are located unilaterally, with a distance between each pole 25 to 30 meters. The collection of public lighting that residents of the residential receive monthly billing it's considered elevated, which is charged based on the consumption of national public lighting and consumption of your home. We want to demonstrate by means of simulation scenarios that the cost of kWh can diminish if the insertion of a system of intelligent illumination is realized (LED lamps, movement sensor, monitories system etc.) which allows us to save between 50% to 80% of our electricity consumption. Through these technologies, the aim is to improve the practices of preventive and corrective maintenance in the service.

**Palabras claves: (intelligent lighting system, kWh, LED, Street lighting )**

## **DEDICATORIA**

### **Estephany Paola Cortez Salgado**

Este proyecto de tesis va dedicado en primer lugar a Dios, que me brindó la oportunidad de estar aquí, con salud y siempre me ha acompañado en mi vida guiando cada paso con su infinito amor y misericordia.

A mi madre, quien ha sido la persona más importante en mi vida, quien es la estrella más brillante en el firmamento que me alumbra cada momento en mi alma y en mi corazón.

A mis maestros y a la universidad, por guiarme, por compartir sus experiencias y alegrías con el objetivo de prepararme para ser una mejor persona y una mejor profesional.

### **Alex Hernán Moncada Gómez**

Esta investigación va dedicada a quien me dio la vida y ha guiado mi camino, mi amado padre celestial.

A mis héroes, mis adorados padres, sin ustedes no tendría razón mi vida, gracias a su amor y apoyo he llegado donde estoy.

A mi pequeña familia, mi esposa e hijos quienes me inspiran a lograr cada meta y ser ejemplo de lucha y amor.

A mis amigos, quienes vieron siempre en mí algo diferente, que me brindaron su confianza y me apoyaron en los momentos difíciles.

## **AGRADECIMIENTO**

### **Estephany Paola Cortez Salgado**

En primera instancia agradezco a nuestro padre todo poderoso por haberme permitido culminar con éxito una de las metas propuestas para mi formación profesional, por ser mi guía y brindarme la fortaleza ante momentos de angustia y debilidad. Dios misericordioso tu amor y bondad no tienen límites, cada día me demuestras que son grandes las bendiciones que derramas sobre mí. Me permites sonreír, ver cada uno de mis logros que no son más que el resultado de tu presencia en mi vida. La oportunidad de aprender de mis errores para convertirme en un mejor ser humano y de esta manera ser ejemplo de humildad, demostrando que con fe y convicción todo es posible.

A mi familia, en especial a mi madre que forjo en mi persona valores de responsabilidad, respeto y superación. Mis hermanas, por acompañarme en tiempos de dificultad y apoyarme en todo momento.

Mis maestros por compartir sus valiosos conocimientos y anécdotas, ser partícipes de mi crecimiento profesional. Por su rectitud y dirección en momentos de ansiedad, por su alta disponibilidad cuando una duda se hacía presente. Ser inspiración para llegar igual o más lejos que ellos, dándonos a conocer en cada una de las clases recibidas que sin importar los obstáculos que en la vida se presente, tenemos que ser perseverantes y luchar por nuestros objetivos, teniendo claro que en países como Honduras existe mucho potencial por explotar y que somos nosotros quienes pondrán el nombre nuestro país en alto.

## **Alex Hernán Moncada Gómez**

En primer lugar a Dios, por darme la bendición de haber culminado mi maestría. Con mucho cariño y amor a mi familia, mis hijos, mis padres y mi esposa. Por creer en mí y acompañarme durante este proceso que implicó un esfuerzo adicional, no ha sido un camino sencillo, pero con la confianza y paciencia que ellos me han brindado, me permitió continuar pese a los obstáculos que se presentaron durante el desarrollo de mi carrera. Gracias por cada consejo y extender su mano hacia mí en momentos de dificultad y hacerme saber que nunca estuve solo y que la familia no solo es importante, sino que lo es todo.

A cada una de las personas que se han tomado el tiempo de leer el presente documento, un escrito que se ha elaborado con esmero y dedicación, para ser un apoyo a futuras investigaciones relacionadas con el tema. Se pretende motivarlos y hacerles saber que no es fácil, pero con sacrificio y responsabilidad se puede llegar mucho más lejos de lo que imaginamos. Sean promotores de sus sueños, mantengan la confianza en sí mismo, rodeéense de seres humanos que contribuyan a su crecimiento y solo así podrán darse cuenta que en la vida todo lo que se hace con esfuerzo se valora y conlleva directamente al camino del éxito.

## **Ambos**

Como último punto y no menos importante, un profundo agradecimiento a mis compañeros maestrantes que me han acompañado durante este camino, convirtiéndose ellos en personas claves para mi desarrollo educativo y personal. Enseñándome que el trabajo en equipo implica carácter y es aquí donde conocemos las fortalezas que nos caracterizan e identificamos debilidades que nos atemorizan, pero es con ayuda del equipo que se vuelven oportunidades de crecimiento. Gracias por compartir sus experiencias y forjar esos lazos de amistad que duraran por muchos años.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	ix
AGRADECIMIENTO .....	x
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	xii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1.1    Introducción .....	1
1.2    Antecedentes del Problema .....	2
1.3    Definición del Problema.....	6
1.4    Objetivos del Proyecto .....	8
1.4.1 Objetivo General .....	8
1.4.2 Objetivos Específicos .....	8
1.5    Justificación.....	8
1.6    Declaración de Variables .....	9
1.7    Delimitación de la Investigación.....	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	12
2.1    Análisis de la Situación Actual .....	12
2.1.1 Análisis del Macro entorno .....	12
2.1.2 Análisis del Micro entorno .....	13
2.1.3 Análisis Interno .....	14
2.2    Teorías de Sustento .....	15
2.2.1 Análisis de las metodologías .....	15
2.2.2 Antecedentes de las metodologías.....	15
2.2.3 Análisis crítico de las metodologías .....	17
2.3    Conceptualización .....	18
2.4    Instrumentos Utilizados.....	20
2.5    Marco Legal .....	22
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....	26
3.1    Congruencia Metodológica .....	26
3.1.1 La Matriz Metodológica.....	26

3.1.2 Operacionalización de las Variables .....	29
3.1.3 Hipótesis .....	32
3.2 Enfoque y Métodos .....	32
3.3 Materiales .....	33
3.4 Diseño de la Investigación .....	35
3.4.1 Población .....	35
3.4.2 Muestra .....	35
3.4.2.1 Muestra Cálculo de la Muestra.....	36
3.4.3 Unidad De Análisis .....	37
3.4.4 Unidad De Respuesta .....	37
3.5 Técnicas e Instrumentos Aplicados.....	38
3.5.1 Instrumentos .....	38
3.5.2 Técnicas.....	38
3.5.3 Procedimientos .....	39
3.6 Fuentes de Información.....	39
3.6.1 Fuentes Primarias: .....	39
3.6.2 Fuentes Secundarias: .....	40
3.7 Limitantes Del Estudio.....	40
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS .....</b>	<b>41</b>
4.1 Presentación e Interpretación de Resultados.....	41
4.2 Análisis de resultados de la encuesta de investigación .....	41
4.2.1 Recursos para producir energía en el país .....	41
4.2.2 Dependencia de nuestro sistema eléctrico.....	42
4.2.3 Bombillos tradicionales vrs Tecnología LED .....	43
4.2.4 Cobro de alumbrado público .....	44
4.2.5 Rangos de cobro de alumbrado público .....	45
4.2.6 Consumo de energía actualmente.....	46
4.2.7 Falta de alumbrado público .....	47
4.2.8 Respuesta ante fallas de energía y postes de alumbrado público .....	48
4.2.9 Sistema de alumbrado actual.....	49
4.2.10 Estándar de iluminación actual en el alumbrado público.....	50

4.2.11 Honduras debe formar parte de las nuevas tecnologías .....	51
4.2.12 Sistema rentable y sostenible .....	52
4.2.13 Uso de sensores de movimiento .....	53
4.2.14 Rendimiento de las luminarias LED .....	54
4.2.15 Impacto del uso del alumbrado actual.....	55
4.2.16 Sistema de Iluminación Inteligente .....	56
4.2.17 Género de Participación .....	57
4.2.18 Estado Civil .....	57
4.2.19 Edad.....	58
4.2.20 Rango de Ingresos .....	59
4.3 Cruce de Variables .....	59
4.3.1 Servicio y Cobro.....	59
4.3.2 Necesidades que se deben cubrir con el Sistema Inteligente .....	60
4.3.3 Contaminación.....	61
4.4 Entrevista EEH.....	62
4.5 Entrevista ENEE .....	64
4.6 Análisis FODA.....	67
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>71</b>
5.1 Conclusiones .....	71
5.2 Recomendaciones.....	73
<b>CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD.....</b>	<b>75</b>
6.1 Alumbrado público de la Residencial Santa Cruz Etapa I. ....	75
6.1.1 Información General: .....	75
6.1.2 Tecnología LED Instalada actualmente en algunas zonas de la capital .....	76
6.1.3 Periodo promedio de horas de consumo de las lámparas.....	78
6.1.4 Escenarios de Simulación .....	79
6.2 Sistema de Iluminación.....	96
6.2.1 Sistema iluminación inteligente para el alumbrado público de la Residencial Santa Cruz Etapa I.....	96
6.2.2 CitySense .....	97
6.2.3 Skylite .....	98

6.2.4 LED Driver RF.....	100
6.2.5 City Manager.....	101
6.2.6 Scan & Go .....	103
6.3 Estudio de Factibilidad.....	105
6.3.1 Inversión Inicial .....	105
6.3.2 Costos del proyecto.....	106
6.3.3 Resultados comparativos del Alumbrado Público .....	107
6.3.4 Resumen de la Factibilidad.....	108
6.3.5 Flujo de Efectivo y Cálculo del VPN y TIR .....	109
6.4 Cronograma de ejecución del proyecto.....	111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	112
ANEXOS .....	117
ANEXO 1. ENCUESTA.....	117
ANEXO 2. FOTOS DE LAS LUMINARIAS EN LA ZONA .....	121
ANEXO 3. AUTORIZACION ENCUESTA.....	123
ANEXO 4. ENTREVISTA EEH .....	124
ANEXO 5. ENTREVISTA ENEE .....	125
ANEXO 6. Información Departamento de Ingeniería Unidad Recepción de Proyectos: Servicio de Energía Eléctrica Residencial Santa Cruz Etapa I.....	126
ANEXO 7. Lámpara de Sodio de 100 Watts con Fotocelda.....	127
ANEXO 8. Solicitud de Lista de Precio a Proveedor TVILIGHT .....	128
ANEXO 9. Precios de Lista Proveedor TVILIGHT. ....	129
ANEXO 10. Resumen escenarios de simulación.....	133

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tarifa de Energía Eléctrica .....	24
Tabla 2. Matriz Metodológica.....	26
Tabla 3. Operacionalización de Variables .....	29
Tabla 4 Descripción de variables.....	36
Tabla 5 Tabla de Muestreo .....	37
Tabla 6: Alumbrado Público de la Residencial Santa Cruz Etapa I .....	75
Tabla 7 Especificación eléctrica y fotométrica.....	76
Tabla 8 Especificación mecánica y ambiental .....	77
Tabla 9 Horas consumo Sistema.....	78
Tabla 10 Parámetros Escenario Actual .....	79
Tabla 11 Utilizando tecnología LED .....	83
Tabla 12 Utilizando el Sistema de Iluminación Inteligente con Factor Ahorro .....	88
Tabla 13 Utilizando el Sistema de Iluminación Inteligente con Variante de Horarios. ....	88
Tabla 14 Beneficios de CityManager .....	103
Tabla 15 Inversión Inicial .....	105
Tabla 16 Costo de Operación y Depreciación .....	106
Tabla 17 Costo de Energía Eléctrica por Escenario.....	106
Tabla 18 Alumbrado Actual vrs LED.....	107
Tabla 19 Alumbrado Actual vrs Sistema Inteligente .....	108
Tabla 20 Factibilidad .....	109
Tabla 21 Flujos Efectivo Del Proyecto.....	110
Tabla 22 VPN y TIR.....	110

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama Sagital de Variables .....	10
Figura 2 Ubicación Residencial Santa Cruz .....	11
Figura 3 Vista Residencial Santa Cruz .....	11
Figura 4 Google Maps App.....	20
Figura 5 Portal de Mapas AMDC .....	21
Figura 6 Logo DIALux .....	22
Figura 7 Nueva Factura de Energía Eléctrica .....	25
Figura 8 Enfoque y Método .....	33
Figura 9 Partes de una luminaria .....	34
Figura 10 Componentes LED .....	34
Figura 11 Componente Farola LED.....	35
Figura 12 Recursos para producir energía en el país. ....	41
Figura 13 Dependencia de nuestro sistema eléctrico. ....	42
Figura 14 Bombillos tradicionales vrs Tecnología LED. ....	43
Figura 15 Cobro de alumbrado público. ....	44
Figura 16 Rangos de cobro de alumbrado público. ....	45
Figura 17 Consumo de energía actualmente. ....	46
Figura 18 Falta de alumbrado público. ....	47
Figura 19 Respuesta ante fallas de energía y postes de alumbrado público. ....	48
Figura 20 Sistema de alumbrado actual. ....	49
Figura 21 Estándar de iluminación actual en el alumbrado público. ....	50
Figura 22 Honduras debe formar parte de las nuevas tecnologías.....	51

Figura 23 Sistema rentable y sostenible.....	52
Figura 24 Uso de sensores de movimiento. ....	53
Figura 25 Rendimiento de las luminarias LED.....	54
Figura 26 Impacto del uso del alumbrado actual. ....	55
Figura 27 Sistema de Iluminación Inteligente. ....	56
Figura 28 Género. ....	57
Figura 29 Estado Civil. ....	57
Figura 30 Edad.....	58
Figura 31 Rango de Ingresos. ....	59
Figura 32 Cruce de variables 1: Pregunta 4 y Pregunta 5.....	60
Figura 33 Cruce de variables 2: Pregunta 12 y Pregunta 16.....	61
Figura 34 Cruce de variables 3: Pregunta 3 y Pregunta 15.....	62
Figura 35 TIA1 Series.....	76
Figura 36 Distribución Lumínica T1A-1 .....	77
Figura 37 Dimensiones Física T1A-1 .....	78
Figura 38 Intensidad Lumínica Lámpara Philips SGS253 .....	80
Figura 39 Parámetros de la calle.....	80
Figura 40 Resultados Escenario 1.....	81
Figura 41 Intensidad Lumínica Camino Peatonal 2.....	81
Figura 42 Intensidad Lumínica Horizontal Calle.....	82
Figura 43 Luminancia en Calzada Seca.....	82
Figura 44 Intensidad Lumínica Camino Peatonal 1.....	82
Figura 45 Eficiencia Energética Escenario 1 Dialux .....	83

Figura 46 Densidad Lumínica Lámpara LED.....	84
Figura 47 Parámetros de la zona.....	85
Figura 48 Campos de Evaluación Lámpara LED.....	85
Figura 49 Intensidad Lumínica Camino Peatonal 2.....	86
Figura 50 Intensidad Lumínica Horizontal Calle.....	86
Figura 51 Luminancia en Calzada Seca.....	86
Figura 52 Intensidad Lumínica Camino Peatonal 1.....	87
Figura 53 Eficiencia Energética Escenario 2 Dialux.....	87
Figura 54 Emisión de Luz   CDL Polar.....	89
Figura 55 Densidad Lumínica.....	90
Figura 56 Parámetros de la Calle.....	90
Figura 57 Campos de Evaluación Lámpara LED con Sistema Inteligente.....	91
Figura 58 Intensidad Lumínica Camino Peatonal 2.....	91
Figura 59 Intensidad Lumínica Horizontal Calle.....	92
Figura 60 Luminancia en Calzada Seca.....	92
Figura 61 Intensidad Lumínica Camino Peatonal 1.....	92
Figura 62 Eficiencia Energética Escenario 3 Dialux.....	93
Figura 63 Datos Escenario 3 con variante de horarios.....	93
Figura 64 Eficiencia Energética Escenario 3 con variante de horario Dialux.....	94
Figura 65 Lámpara LED Philips BGP762 T25.....	94
Figura 66 Lámpara Sodio Philips SGS253 GB.....	94
Figura 67 Software Dialux.....	95
Figura 68 Visualización 3D Lámparas LED.....	95

Figura 69 Logo Twilight.....	97
Figura 70 Sensor CitySense Plus .....	97
Figura 71 Skylite.....	99
Figura 72 SkypeLite Prime .....	100
Figura 73 Driver RF.....	101
Figura 74 Software CityManager.....	103
Figura 75 App Scan & Go .....	104
Figura 76: Lámpara de Sodio con Fococelda 100 Watts.....	127
Figura 77: Dimensiones de Brazo.....	127

# CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1 Introducción

El porcentaje de cobertura eléctrica en Honduras ha tenido un crecimiento exponencial en los últimos años. Según la ENEE: “Para Marzo 2018 se registró que el 78.11% de la población goza del servicio” (Electrica). Dicho dato brinda la referencia que nuestro país tiene en sus manos la infraestructura para brindar un servicio de calidad a los ciudadanos hondureños.

La iluminación en vías públicas es un derecho que la población tiene que tener, es importante mencionar que el servicio de alumbrado público es uno de los problemas que más aqueja nuestro país, esto debido a la situación socioeconómica en la cual nos encontramos. Resulta oportuno mencionar que son numerosas las quejas que la empresa de energía eléctrica (ENEE) recibe por la falta de luminarias en las calles transitadas, mismo que contribuye al vandalismo en zonas oscuras. Es evidente entonces que la población se lamenta ya que en nuestro recibo mensual de energía eléctrica se realiza un cobro que equivale al alumbrado público de la zona donde residimos, mismo que debería ser utilizado para el mejoramiento de la infraestructura actualmente instalada.

La presente investigación se ha desarrollado con el objetivo de conocer las necesidades que la Residencial Santa Cruz Etapa I del Distrito Central de Honduras tiene con respecto al servicio antes mencionado, en base a ello identificar tecnologías innovadoras que contribuyan al ahorro energético en las luminarias de las calles de esta zona y que dicho ahorro se vea reflejado en el monto de alumbrado público que se nos efectúa en nuestra facturación mensual. Conocer las variables internas y externas que influyen en este servicio, es la clave para nuestra investigación, ya que ellas marcan el rumbo que ha tomara el documento. Pretendiendo que sea base para futuras investigaciones relaciones con el servicio de alumbrado público de Honduras.

## 1.2 Antecedentes del Problema

Como respuesta ante la necesidad de un organismo que se encargará de la construcción de la electrificación, producción, transmisión y distribución de energía en el país, se crea el 20 de febrero de 1957 mediante decreto de ley número 48, La Empresa Nacional Eléctrica (ENEE), siendo un ente autónomo, de servicio público, con personería jurídica y patrimonio propio.

“La ENEE fue la encargada de construir El Sistema Interconectado a nivel nacional, es decir una red de transmisión eléctrica y sub-estaciones de alto voltaje que permitió conectar las diferentes regiones del país” (ENEE, 2019).

Debido a las influencias públicas que se tienen por ser una empresa gubernamental, los administradores de ENEE fueron más de índole políticos, lo cual se prestó para ser una cede de personajes que llegaron a deteriorar la institución.

La fórmula era sencilla, la ENEE debía procurar el desarrollo y mantenimiento de proyectos de energía eléctrica, con fuentes renovables y no renovables, considerando que la prioridad a largo plazo debería ser las renovables, como ser las represas hidroeléctricas, eólicas, solares; pero ante los intereses de algunos se apostó por las térmicas (energía no renovable) la cual se basa en el consumo de petróleo para generar energía. Las tasas de concesiones fueron a largo plazo entre 7 a 9 años a un precio elevado (85 centavos por cada lempira de ingreso), siendo la principal consecuencia el mantenimiento de la red de transmisión de energía eléctrica y el alumbrado público.

“La mayor carga financiera de la ENEE se debe al pago de sus onerosos contratos con generadores térmicos, que adsorben más del 90% de los ingresos totales de la institución” (Diario La Prensa, 2013).

Gracias a la mala administración que tuvieron los gerentes de la ENEE, los sistemas de alumbrado y sub-estaciones fueron en deterioro, sumado al costo de las operaciones de personal (la cual era a raíz de los partidarios del partido en el poder) generaban un alto gasto para el gobierno hasta 3,500 millones de déficit, al punto que se llegó a conceder los derechos de lectura y operación de una empresa privada, la misma llamada Energía Eléctrica de Honduras (EEH).

“Las pérdidas técnicas de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica, ascienden a L. 3,500 millones anualmente, tal cifra constituye el 31% de lo genera en electricidad” (Diario La Prensa, 2014)

De la página Oficial de la EEH, la empresa se define como:

Empresa Energía Honduras (EEH) nace de la constitución de un consorcio que reúne más de 40 años de experiencia en operaciones en México, Panamá, Guatemala, Colombia y Chile. Seleccionado mediante licitación internacional como inversionista operador del Sistema de Distribución Nacional, a través de un Contrato de Alianza Pública Privada con el Gobierno de Honduras (EEH, 2019)

EEH tiene la misión de prestar los siguientes servicios en el territorio nacional:

- Operación y mantenimiento de la Red de Distribución Eléctrica.
- Operación comercial y su optimización.
- Reducción y control de pérdidas técnicas y no técnicas.
- Incremento de la recaudación

Dentro del alcance de EEH no está definido el alumbrado público, este le corresponde siempre a la ENEE, también la generación de proyectos de energía eléctrica.

"Son más de mil empleados que han sido restituidos a la ENEE, en la actualidad ya han sido restituidos a sus labores aproximadamente unos 250 empleados de la estatal, esto en virtud de los fallos que emitieron los juzgados correspondientes" (Hondudiaro, 2018).

Formulas importantes para el cálculo y costos de prestación de servicio que utiliza la EEH.

$$CR = (CE + AP + C) * 0.25\%$$

Fuente: (EEH, 2019)

Dónde:

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
<b>CR</b>	Cargos por Regulación
<b>CE</b>	Consumo de Energía
<b>AP</b>	Alumbrado Publico
<b>C</b>	Comercialización

Fuente: (Propia)

$$CTm = (LA - LAnt) * Multiplicador$$

Fuente: (EEH, 2019)

Dónde:

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
<b>CTm</b>	Consumo Total Mensual
<b>LA</b>	Lectura Actual
<b>LAnt</b>	Lectura Anterior
<b>Multiplicador</b>	1

Fuente: (Propia)

$$PEA = (CA - PTar)$$

Fuente: (EEH, 2019)

Dónde:

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
<b>PEA</b>	Precio de Energía a Pagar
<b>CA</b>	Consumo Actual en KWH
<b>PTar</b>	Precio de Tarifa

Fuente: (Propia)

Es importante mencionar que existen datos fijos como ser las tarifas, dependiendo de la zona donde se encuentre.

El problema de la ENEE persiste, debido a la cantidad de despidos con irregularidades y que actualmente existen más de 400 demandas, y ya hay más de 1200 personas que se reintegraron después de despojarlos de sus cargos, lo cual implica el pago de sueldos caídos, con esta situación se presenta un escenario complicado para la empresa.

Hecho relevante en nuestro país relacionado con el sector de energía eléctrica fue en el mandato del ex presidente Manuel Zelaya Rosales (2006-2009), quien fomento campañas para la distribución de focos ahorradores de energía, dando inicio de ella el 18 de noviembre del 2008, misma que bautizaron con el lema “Cambia un Foco, ahorra un poco”. Consistía en quitar los bombillos incandescentes por ahorrativos.

Además, no quito el dedo del renglón ante la gran problemática del sector eléctrico, trabajando en un plan de acción para la recuperación de la crisis en la que se encontraba la Empresa Nacional de Energía Eléctrica

Se rescató de la quiebra y privatización a la Empresa Nacional de Energía Eléctrica, subsidiando a la vez el combustible para producir energía eléctrica y beneficiando directamente a casi 600,000 hondureños que fueron exceptuados de pagar la tarifa por su bajo consumo. (CriterioHN, 2016)

La crisis energética de Honduras no es nueva, han sido innumerables los acontecimientos que han sumado a dicha problemática, desde malas decisiones hasta el uso inadecuado de recursos económicos destinados precisamente al mejoramiento de este sector.

### **1.3 Definición del Problema**

El servicio de alumbrado público de la ciudad capital de Honduras se ha convertido en uno de los temas con más polémica durante los últimos años, esto debido a que la ciudadanía protesta el hecho de tener la obligación de recibir en la facturación un monto que equivale al alumbrado público, mismo que debería ser utilizado para el mejoramiento de la infraestructura de iluminación en nuestras calles. El ente regulador que provee dicho servicio recibe a diario grandes cantidades de solicitudes por parte de los patronatos representantes de barrios y colonias de nuestro país, indicando las necesidades y los sentimientos angustiosos que resulta caminar y conducir por calles de la ciudad por la falta de iluminación, convirtiéndose estas en lugares peligrosos e inseguros.

Nuestro sistema de alumbrado público ha tenido un desarrollo lento, si bien es cierto se han empezado a instalar lámparas LED en ciertas zonas del país e incluso sustituir modelos de lámparas tradicionales por otras que contribuyen a aumentar la eficiencia energética. Sin embargo, es necesario invertir e ir desarrollando herramientas que nos permitan el uso racional y responsable de la electricidad pública.

Es importante recalcar que el mantenimiento y cuidado del alumbrado público es una tarea en conjunto entre gobierno y ciudadano, de nada sirve que se realice instalación de tecnologías innovadoras de iluminación si por temas de vandalismo estas serán tomadas.

### **1.3.1 Preguntas de Investigación:**

¿Con la implementación de un sistema inteligente de iluminación de alumbrado público se obtendrá un menor del consumo de kilo watts hora y de forma secuencial una disminución en el gasto de facturación de energía eléctrica de los abonados de la residencial Santa Cruz?

¿Existen alternativas de iluminación que permitan obtener un mejor ciclo de vida de iluminación que las lámparas de sodio que se utilizan en la Residencial Santa Cruz, obteniendo una vida útil mayor?

¿Debido a las fallas de energía eléctrica que suceden de forma concurrente y el gran impacto ambiental que producen las lámparas de sodio y mercurio, haciendo uso de un sistema inteligente de iluminación, se podrá obtener un rendimiento energético que garantice los recursos disponibles gracias a la optimización del consumo de energía y a su vez utilizar una tecnología que disminuya el impacto ambiental?

¿A través del uso de un sistema de iluminación inteligente, se podrá modificar la variación en la densidad lumínica del alumbrado público y adicionalmente el envío de notificaciones ante una falla, para lograr una eficiencia energética y un servicio de calidad para los abonados de la residencial Santa Cruz?

## **1.4 Objetivos del Proyecto**

A continuación, se presenta el objetivo general y específico del proyecto.

### **1.4.1 Objetivo General**

1. Optimizar el consumo energético en el alumbrado público, mediante un sistema de iluminación inteligente, que permita reducir el gasto de facturación de energía eléctrica de los abonados de la residencial Santa Cruz de la ciudad capital de Honduras.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

1. Lograr una mayor vida útil en las lámparas de alumbrado público haciendo uso de tecnología LED y sensores de movimiento para la iluminación.
2. Garantizar los recursos disponibles del sistema eléctrico y brindar un ahorro en el pago de facturación de alumbrado público logrando un menor impacto ambiental.
3. Mejorar el consumo de energía eléctrica mediante un sistema de iluminación inteligente que permita modificar la densidad de luz para disminuir el consumo de kWh (kilo watts por hora), y que permita mejorar el tiempo de respuesta ante un fallo de alumbrado en la zona mediante el envío de alarmas en el sistema.

## **1.5 Justificación**

La optimización energética producto de los sistemas de iluminación inteligente contribuye a mejorar la eficiencia y ahorro de energía en las zonas que cuentan con dicha tecnología. Por medio del presente análisis se pretende plasmar los beneficios y limitantes que la integración de este nuevo modelo de iluminación para el alumbrado público en las diferentes zonas del país tendría.

Se estima que de las emisiones contaminantes de CO2 en su mayoría son producidas por grandes edificaciones y residenciales, dicho gas es el causante del efecto invernadero, convirtiéndose en promotor de la contaminación mundial. La iluminación inteligente se ha convertido en un aliado estratégico para el cuidado del planeta, esta tecnología no solo pretende disminuir el consumo de energía eléctrica. Sino, generar un impacto ecológico disminuyendo la emisión de dicho gas que tanto aqueja nuestro ecosistema.

El desarrollo tecnológico del alumbrado público de nuestras calles no puede pasar desapercibido, los beneficios de la implementación de este sistema se verán reflejados en nuestra facturación mensual, cobrándonos un monto considerable para la construcción de nuevos y mejores sistemas de alumbrado público.

### **1.6 Declaración de Variables**

Dadas las condiciones que anteceden se tomaran en cuenta variables como ser:

Variable Dependiente:

- Análisis de un sistema de Iluminación Inteligente en Alumbrados Públicos.

Variables Independientes:

- Flexibilidad
- Eficiencia
- Ahorro de Energía
- Cuidado del Medio Ambiente.



**Figura 1 Diagrama Sagital de Variables**

Fuente: (Propia)

Mismas serán las bases que se tomarán en cuenta para desarrollar un estudio de investigación con un enfoque mixto, utilizando un enfoque cuantitativo. Por la medición y resultados obtenidos mediante un instrumento de recolección de datos, que nos indique el grado de insatisfacción de los abonados involucrados y su aceptación hacia una posible transición en el servicio de alumbrado público. A su vez un enfoque cualitativo debido a que se pretende analizar y profundizar los beneficios socioeconómicos y ambientales que un sistema de iluminación inteligente ofrece.

### **1.7 Delimitación de la Investigación**

El desarrollo del proyecto comprende los siguientes datos:

- Geografía: La investigación se realizará en la Residencial Santa Cruz Etapa I del Distrito Central, Longitud: 14°03'17.5"N 87°15'54.3"W

- Tiempo: se realizará durante el periodo académico comprendido de enero a marzo del 2019
- Alcance: La finalidad es elegir el proveedor de un Sistema de Iluminación Inteligente que brinde soluciones de forma eficiente, realizar los cálculos del área y obtención de resultados, a través de una simulación.



**Figura 2 Ubicación Residencial Santa Cruz**

Fuente: (Maps, 2019)



**Figura 3 Vista Residencial Santa Cruz**

Fuente: (AMDC, 2019)

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Análisis de la Situación Actual

#### 2.1.1 Análisis del Macro entorno

Hoy en día tenemos acceso a un mundo de oportunidades, las cuales nos permiten tener mayor información a la orden del día, todas las empresas han sufrido o están en un proceso de transición hacia una era de nuevas tecnologías, en nuestro caso de investigación se pretende indagar en una tecnología que nos permitirá tener un ahorro en la factura de energía eléctrica, por medio de un sistema inteligente de iluminación para lo cual ya tenemos empresas de renombre que están apostando para crear el futuro.

A partir del 2015 la ciudad de Taipéi ha estado trabajando en conjunto con la empresa Billions para construir su primera red de alumbrado inteligente en sus autopistas.

(Wire, 2016) Afirma: Sobre el nuevo despliegue de alumbrado público inteligente, el Ministro de Asuntos Económicos de Taiwán, ha señalado: “Esperamos reducir 360 millones de kWh de electricidad y 201.000 toneladas de emisiones de CO2 anuales y ampliar la implantación al resto de las calles de Taiwán, reduciendo considerablemente el desaprovechamiento energético y protegiendo el medioambiente.

(Chang, 2016), Afirma: director de la línea de producto de Billion LCMS™, ha comentado que LCMS™ permite que la inteligencia de atenuación y el control del alumbrado público en tiempo real consigan un ahorro energético y una reducción del carbono de hasta un 83%.

Huawei a través de su Huawei Connect City Lighting Solution, nos brinda un Sistema que permite reducir el consumo de energía hasta un 80% gracias al uso de LED y sensores que permiten de forma inteligente calcular la duración e intensidad de la luz basándose por la fecha y las coordenadas de su ubicación.

“La Huawei Connected City Lighting Solution combina lámparas LED con políticas de iluminación inteligente. Al comparar con las farolas convencionales, como las lámparas de sodio de alta presión, ayudan a reducir el consumo energético hasta un 80%” (PR Newswire Association LLC, 2016).

Ahora con la era disruptiva digital, tenemos acceso de diferentes dispositivos y tener diferentes aplicación, haciendo uso de Ipv6 el vicepresidente ejecutivo de Desarrollo Global, Silver Spring Network, (Dresselhuys, 2013) Afirмо: “Nuestra plataforma de interconexión IPv6 y vasta experiencia comprada en el diseño y la operación de redes para exteriores a escala masiva bajo las condiciones más exigentes nos permite expandir el soporte a cualquier número de aplicaciones”.

Además de Huawei y Silver Spring Networks también existen otras empresas grandes que están dispuestas a crear valor por medio de esta tecnología, tal es el caso de (LG Electronics, 2016) afirma: “Para ampliar el mercado de soluciones de iluminación inteligentes en el ámbito comercial, LG Electrónicos está buscando socios competentes. El enfoque: 200 proyectos se equiparán sin coste adicional con sensores, componentes de redes inalámbricas y sistemas de monitoreo web”.

Con iniciativas como la de LG se logrará tener acceso a este servicio de forma gratuita en el futuro también gracias al desarrollo de la tecnología se pueden obtener soluciones que sean amigables con el medio ambiente.

### **2.1.2 Análisis del Micro entorno**

El termino de ciudad inteligente se está empoderando de las ciudades a nivel mundial, son numerosas las ventajas que estos nuevos sistemas traen a nuestra vida cotidiana. Uruguay se suma a este nuevo proyecto.

La Intendencia de Montevideo iniciará durante este 2017 la instalación de iluminación inteligente en distintos puntos de la ciudad, lo que permitirá a esta comuna ubicarse "a la vanguardia" de las ciudades inteligentes del mundo, explicó hoy el experto en energías renovables Ramón Méndez. (EFE News Services, Jan 7, 2017)

Ya en muchos países de Latinoamérica se considera el uso de alternativas que permitan generar ahorros en las comunidades, con el cual se puede destinar para otros fines, el director de Country Club Vista Verde (Angel, 2010) afirma:

Con los crecientes costos energéticos, las comunidades en México y en el mundo están buscando maneras de ahorrar energía, y la instalación de Alumbrado Público con la Serie PROLIFIC de Lighting Science en Vista Verde es un ejemplo perfecto de cómo comprar verde puede ahorrar dinero a las comunidades mientras se mejora la seguridad.

Resulta oportuno mencionar que muchos países de Latinoamérica procuran convertirse en agentes de transformación, adoptando estos nuevos sistemas tecnológicos que contribuyen al desarrollo de los países.

### **2.1.3 Análisis Interno**

En la actualidad en nuestro país no hay registros que demuestren que se esté realizando un proyecto de este tipo, es así que se presenta una oportunidad para mejorar el sistema de alumbrado y tener de forma eficiente una respuesta ante los fallos de energía.

En un estudio realizado en Bogotá, (Buelvas, 2010) Afirma: “En Honduras al ser dependientes del petróleo para el consumo energético, se presenta una oportunidad de negocio para este tipo de lámparas LED”.

El uso de un Sistema Inteligente de alumbrado público es una de muchas formas en las que se puede comenzar un cambio, uno que realmente aporte a la sociedad y medio ambiente, que permita tener un servicio de iluminación público de calidad y de respuesta rápida ante fallos y de esta manera contribuya a iluminar las calles de nuestro país.

## **2.2 Teorías de Sustento**

### **2.2.1 Análisis de las metodologías**

Con el fenómeno de iluminación inteligente sobre la mesa, observamos que la tecnología LED ha venido a revolucionar todo lo que respecta a la eficiencia energética.

La prolongada vida útil de las fuentes de tecnología LED, así como su menor consumo de energía permiten una reducción significativa del costo global de operación de los sistemas de alumbrado público, en comparación con los sistemas convencionales de sodio de alta presión, que requieren labores de mantenimiento más intensivas en el remplazo de fuentes y accesorios deteriorados. (Cardozo Méndez & Noguera Vega, 2015)

Además de tecnologías LED, se puede usar otras alternativas, (Vargas, 2014) afirma:

Los servicios públicos, en especial el alumbrado público es un elemento importante para la ciudad, lo cual el hablar de un alumbrado con energía solar beneficia y facilita el servicio, de tal forma que es un aporte en la economía en el modo de reducir gastos.

El uso adecuado de la iluminación inteligente trae consigo ventajas que contribuyen al ahorro energético y que en efecto esto se ve reflejado en nuestra facturación.

Diversos estudios estiman un potencial de ahorro de hasta un 20% sólo interviniendo en la gestión del servicio y de hasta un 50% con una renovación tecnológica. Dos de los factores que, por tanto, más afectan a una instalación de alumbrado son la regulación del control de flujo luminoso y el mantenimiento de las condiciones de servicio, aumentando la inmunidad contra eventos de tensión y maximizando la vida útil de los elementos de alumbrado. (Flores Arias)

Es evidente entonces que por medio de la tecnología LED los beneficios son numerosos: ahorro, vida útil, facilidad de instalación, cuidado el medio ambiente etc. Mismos que contribuyen a los objetivos de dicha investigación, para llevar al fin que es reducir el monto que se carga en la facturación mensual.

### **2.2.2 Antecedentes de las metodologías**

Es interesante como la iluminación inteligente está presente en nuestras vidas, son numerosas las aplicaciones que por medio de ella se pueden dar. El control y automatización en

el alumbrado de los aeropuertos se está adaptando a estas nuevas propuestas tecnológicas.

El Aeropuerto Internacional de Toluca, estreno un sistema de iluminación inteligente en su pista de aterrizaje y rodaje, primera etapa de un proyecto automático llamado ILS III, el cual permite operaciones en nula visibilidad. Toluca es el tercer aeropuerto en Latinoamérica que instala un sistema de luces así, sin necesidad de cerrar operaciones. (Vargas I. , Feb 26, 2005)

En cada Estado, Municipio, se asigna parte del presupuesto para la prestación de servicios públicos “Adicionalmente los municipios tendrán la obligación de incluir en sus presupuestos los costos de la prestación del servicio de alumbrado público y los ingresos por impuesto de alumbrado público en caso de que se establezca como mecanismo de financiación” (Morale, Ponon límites al cobro del alumbrado público, 2006).

Importancia de los servicios públicos en el sector agrícola, para el desarrollo de las comunidades (B. & Sanders, 2006) Afirman:

El acceso a los servicios básicos muestra una relación directa en los dos grupos agrícolas. Por lo tanto, la promoción de los servicios básicos dirigidos al sector agrícola es una buena manera de incrementar los ingresos de la población, resultando significativo el acceso a servicios sanitarios y alumbrado público. La promoción de estos factores, conlleva a una mejoría en la productividad del sector, dado el uso de una fuente más eficiente de energía (versus leña), y a disminuir la exposición a enfermedades en los hogares de vocación agrícola.

El servicio del alumbrado público es un derecho que todo ciudadano posee, es responsabilidad nuestra contribuir con un porcentaje de pago en la facturación.

“La remuneración de los prestadores del servicio de alumbrado público deberá estar basada en costos eficientes y podrá pagarse con cargo al impuesto sobre el servicio de alumbrado público que fijen los municipios o distritos” (Morale, Ponon límites al cobro del alumbrado público, 2006).

La iluminación en vías públicas y en espacios de libre circulación proporciona a los ciudadanos confianza para transitar en ellas. En efecto, con tal de recibir un servicio de calidad,

estamos dispuestos a pagar un monto considerado.

La falta de unidad de criterios en el cobro del alumbrado público se convirtió en un dolor de cabeza para usuarios y varias empresas del país. La situación ha llevado a que se libren batallas judiciales para tratar de echar para atrás 'imaginativas' tarifas que se alejan de los costos en la prestación del servicio. (Vives, 2006)

La ausencia de entes dedicados al análisis del monto a cobrar en el alumbrado público ha generado problemática. En ese mismo sentido, debe considerarse que, si existen dichos entes, hay intereses políticos de por medio.

### **2.2.3 Análisis crítico de las metodologías**

El tiempo de vida útil de los dispositivos involucrados en estos sistemas prometen ser mayor que los bombillos tradicionales.

(Mendez, 2017) “Asimismo, detalló que dicho ahorro en el gasto, además de reflejarse en el bajo en el consumo de electricidad, también es beneficioso porque cada luz puede durar más de 20 años sin necesidad de recambio”.

El término de inteligencia artificial hace referencia a la creación de máquinas que tengan las habilidades y destrezas lo más parecidas al ser humano.

(O., 2017) Afirma: "El siguiente paso es el uso de la inteligencia artificial. En las casas no existirán interruptores. La luz se anticipará a lo que hagas, ya que aprenderá de ti. Hans Nikol, Director de Open Innovation en Philips Lighting”.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, la iluminación inteligencia pretende crear espacios confortables y funcionales, que por medio de la automatización se lleve un control eficiente de los elementos involucrados.

“La luz un factor ambiental muy influyente en la calidad de vida y el rendimiento de las personas. Por esta razón es necesario crear e implementar tecnologías que ayuden a mantener ambientes sanos, en términos de iluminación, para los usuarios” (Fernández & Mideros, 2018).

Las ciudades inteligentes apuntan a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), sacando provecho de ellas para garantizar una mejor calidad de vida en sus habitantes.

“En un mundo en plena explosión demográfica, muchos municipios están explorando el concepto de ciudad inteligente Smart City como una forma de mejorar para convertirse en mejores lugares para vivir, trabajar y crecer” (Anonymous, 2012).

El mundo está experimentando cambios demasiado rápidos. Se observa claramente que las necesidades de los usuarios son cada día más exigentes, la transformación de recursos a productos y servicios para suplirlas son un reto para las empresas.

### **2.3 Conceptualización**

En nuestro trabajo de investigación hacemos referencia a muchas palabras técnicas y abreviaciones, las cuales se detallan a continuación:

#### **Tecnología LED**

“Light Emitting Diode (por sus siglas en inglés, que en español significa Diodo Emisor de Luz) también conocida como Diodo Luminoso consiste básicamente en un material semiconductor que es capaz de emitir una radiación electromagnética en forma de Luz” (Master Magazine, 2019).

#### **Sistema Inteligente**

“Es un programa de computación que reúne características y comportamientos asimilables al de la inteligencia humana o animal” (ConocimientosWeb.net, 2014).

## **CO2**

“El dióxido de carbono cuya fórmula química es CO<sub>2</sub> es un compuesto químico que se encuentra mayormente en la atmósfera formando parte del ciclo del carbono que es vital para la vida en la Tierra” (Significados, 2017).

## **Sensor**

“Un sensor – que también se conoce como entrada o input – es un dispositivo que está capacitado para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia” (PrototipadoLAB, 2018).

## **Era disruptiva digital**

“El concepto disrupción se aplica con gran frecuencia en la actualidad. Hace referencia a la tecnología que crea nuevos mercados, dando un giro totalmente inesperado al mercado anterior o cambiándolo por completo” (Antevenio, 2017).

## **IPv6**

“IPv6 es la versión 6 del Protocolo de Internet (IP por sus siglas en inglés, Internet Protocol), es el encargado de dirigir y encaminar los paquetes en la red, fue diseñado en los años 70 con el objetivo de interconectar redes.” (Maestros del Web, 2007).

## **Red Inalámbrica**

“Es un término que se utiliza en informática para designar la conexión de nodos sin necesidad de una conexión física, ésta se da por medio de ondas electromagnéticas. La transmisión y la recepción se realizan a través de puertos” (EcuRed, 2013).

## **Ciudad Inteligente**

“Aunque no existe una definición consensuada de Smart City o ciudad inteligente, empresas, instituciones y expertos coinciden en que son aquellas ciudades que apuestan por

mejorar la vida de sus habitantes y, a la vez, por la sostenibilidad” (Web Consultas, 2017).

### **Vida útil**

“Período durante el cual se espera utilizar el activo amortizable por parte de la empresa bajo un criterio de eficiencia económica o funcionamiento” (Plangeneralcontable, 2019).

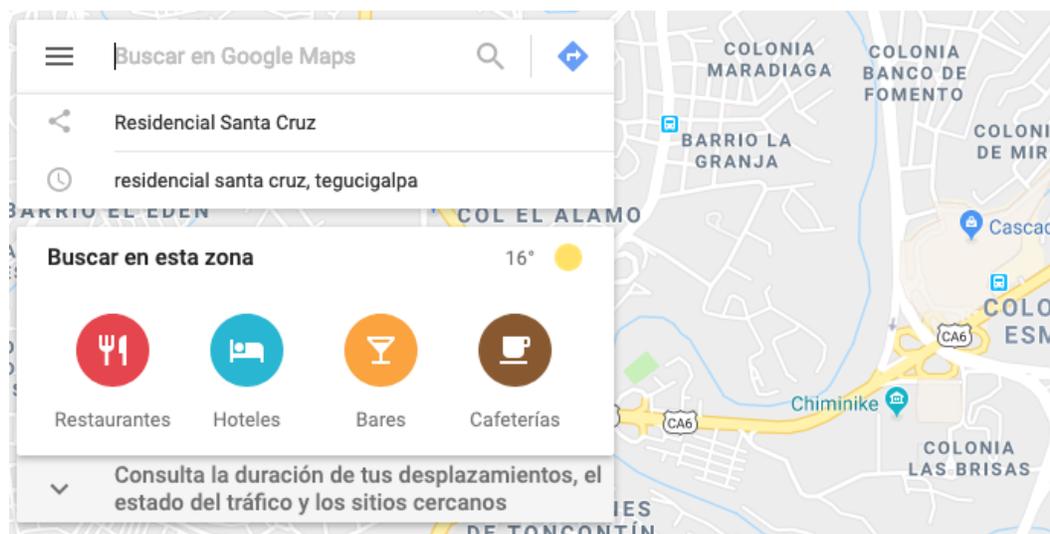
### **Inteligencia artificial**

“La inteligencia artificial es considerada una rama de la ciencia de la computación y relaciona de manera perfecta un fenómeno natural con una analogía artificial que es coordinada por un programa de computadoras” (Culturación, 2019).

## **2.4 Instrumentos Utilizados**

Para realizar esta investigación se utilizarán los siguientes instrumentos:

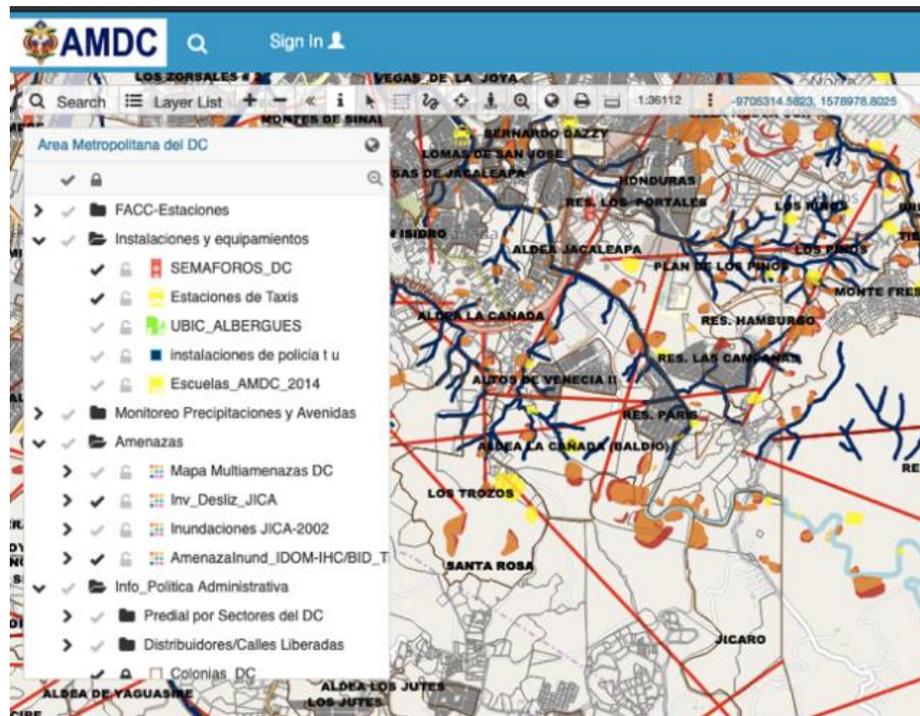
- Google Maps: Muestra las rutas y fotografías de diferentes lugares, con un desplazamiento y alto relieve.



**Figura 4 Google Maps App**

Fuente: (GOOGLE MAPS)

- Portal de Mapas de la Alcandía Municipal del Distrito Central (AMDC): Permite una panorámica en relieve de la ciudad capital, donde se pueden identificar objetos de la lista de capas. También nos da las coordenadas longitud y latitud, incluso una escala de dibujo.



**Figura 5 Portal de Mapas AMDC**

Fuente: (AMDC, 2019)

- DIALux: Software desarrollado por la compañía alemana DIAL, DIALux es una herramienta que permite hacer la planificación, el cálculo y la visualización de la iluminación tanto interior como exterior, es de uso gratuito, tiene versiones de software (escritorio y móvil), cuenta con una comunidad de 70,000 personas y está disponible en 25 idiomas, es una plataforma que permite hacer el diseño de iluminación profesional de forma fácil.



**Figura 6 Logo DIALux**

Fuente: (DIAL, 2018)

## **2.5 Marco Legal**

Dentro de esta investigación encontramos leyes, decretos y secciones legales que se deben considerar para realizar el proyecto en su fase de implementación, tenemos los siguientes:

Ley para la producción y consumo de Biocombustibles, Decreto No.144-2007, esta ley nos brinda una guía sobre el proceso y tratamiento de la elaboración de Biocombustibles, sus consideraciones, beneficiarios y disposiciones generales. (Poder Legislativo, 2007)

Ley General de la Industria Eléctrica, Decreto No. 404-2013, Sección A Decretos y Acuerdos: Decretos No: 302-2013, 303-2013 y 358-2014

La ley general de la industria eléctrica nos habla de regular las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización en el territorio nacional, también de las importaciones y exportaciones de energía de forma complementaria de acuerdo a los establecido en los tratados internacionales y por último regular las operaciones del sistema eléctrico nacional, incluyendo la relación del sistema eléctrico de otros países a nivel centroamericano. (Poder Legislativo, 2014)

Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), Resolución CREE-050, Sección B - Aviso Legales, 14 noviembre 2017

Comisión Reguladora de Energía Eléctrica: “Entidad de carácter técnico, designada para llevar a cabo las actividades de regulación y fiscalización de los agentes del mercado del subsector eléctrico”. (Poder Legislativo, 2017)

Dentro de la resolución del CREE-50 tenemos los siguientes artículos referentes a nuestro estudio de investigación:

Del título II. Del contrato entre el titular y la distribuidora, capítulo III de la facturación tenemos:

#### Artículo 61. Pago del Servicio de Alumbrado Público.

De conformidad al Artículo 16 de la Ley General de Industria Eléctrica, las Empresa Distribuidora deberá prestar dentro de su zona de operación el servicio de alumbrado público, el que deberá satisfacer las normas de calidad que se establezcan por la vía reglamentaria. Con base en la información entregada por la Empresa Distribuidora a la CREE, esta última, autorizará el cargo por este concepto, mismo que se verá reflejado en la factura mensual emitida por la Empresa Distribuidora a cada usuario. (CREE, 2017)

Del título IV. De la atención al cliente, capítulo II de los reclamos menciona los tipos de reclamos de se pueden recibir en la empresa distribuidora:

#### Artículo 86. Reclamos.

Es sujeto de Reclamo la Persona Natural o Persona Jurídica, Titular del servicio, con capacidad de plantear un Reclamo ante la Empresa Distribuidora que le brinda el servicio de energía eléctrica. Son objeto de Reclamo lo relacionado con los siguientes aspectos:

- a. Conexión
- b. Instalación
- c. Facturación
- d. Cobros
- e. Aplicación de Tarifas
- f. Fallas en el Servicio Eléctrico
- g. Fallas en el alumbrado público
- h. Otros aspectos vinculados a la prestación del Servicio Eléctrico brindado al Usuario. (CREE, 2017).

Del Título VI. Alumbrado público donde solo se tiene un capítulo único se menciona la autoridad que puede hacer ajustes al cobro de la tarifa de alumbrado público.

#### Artículo 104. Cobro por Alumbrado Público.

El cobro por concepto de Alumbrado Público y los ajustes que apliquen por concepto de actualización del volumen de energía a facturar por las Empresa Distribuidora, está sujeto al cumplimiento a lo establecido en el reglamento para el cálculo de tarifas y las demás disposiciones que emitan las autoridades. (CREE, 2017).

#### Artículo 105. Anomalías en el Alumbrado Público.

Los Usuarios deben reportar a la Empresa Distribuidora las fallas del equipo de alumbrado público, como, por ejemplo, el encendido permanente de luminarias durante el día, o su no funcionamiento por las noches, así como cualquier otra falla. La Empresa Distribuidora está obligada a atender prontamente dichos reportes y a corregir las anomalías en los mismos plazos indicados en el Artículo 54f. (CREE, 2017).

De este capítulo encontramos que actualmente la EEH hace el cálculo de las tarifas.

En Honduras las tarifas de Energía Eléctrica son estipuladas por la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica en base a la fluctuación de la moneda, los precios de los combustibles y sobre todo el comportamiento de los procesos de generación, transmisión y distribución de la energía, entre otros factores que alteran el comportamiento económico general. (EEH, 2017)

**Tabla 1 Tarifa de Energía Eléctrica**

	<b>Cargo Fijo (Cargo Comercialización)</b>	<b>mar-18</b>	<b>abr-18</b>	<b>may-18</b>
<b>Sector</b>	Costo Energía (L-KWh)			
<b>Residencial</b>				
<b>0-50 KWH</b>	51,19	1,6427	1,6427	1,6427
<b>Mayores a 50 KWH</b>	51,19	4,0588	4,0588	4,0588
<b>Baja Tensión</b>	54,27	4,314	4,314	4,314
<b>Media Tensión</b>	2,280,00	2,7133	2,7133	2,7133
<b>Alta Tensión</b>	5,700,00	2,5472	2,5472	2,5472
<b>Potencia Máxima Mes</b>	Precio de la Potencia(L-KWh)-mes			
<b>Media Tensión</b>	-	252,4918	252,4918	252,4918
<b>Alta Tensión</b>	-	206,8487	206,8487	206,8487
<b>Alumbrado</b>	-	4,5739	4,5739	4,5739

Fuente: (EEH, 2017).

**MÁS**  
*Claridad*  
**CON LA NUEVA FACTURA**

**MÁS TRANSPARENTE**  
Por que conocerás el detalle de tus cobros.

**MÁS CLARIDAD**  
Por que observarás los kWh utilizados que podrás facturar en lempiras con facilidad.

**MÁS INFORMATIVA**  
Por que ahora podrás conocer tu historial kWh consumidos cada mes.

  
 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE HONDURAS  
 \*\*\*\*\*  
 EMPRESA NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA ENEE

**273403**  
 CÓDIGO CLIENTE

---

**FECHA DE LECTURA:** 05/MAR/2018  
**FECHA DE VENCIMIENTO:** 20/MAR/2018  
**PERIODO:** 03/FEB/2018 AL 05/MAR/2018  
**DÍAS DE FACTURACIÓN:** 31  
**NÚMERO DE FACTURA:** 0001-002

---

**DATOS PERSONALES**

**NOMBRE:** CASTRO PEREZ MARÍA JOSEFA  
**DIRECCIÓN:** ATRÁS 16L CATÓLICO EL PEDREGAL

---

<b>296</b>	<b>20/MAR/2018</b>	<b>L.1,195.38</b>
<small>CONSUMO (kWh)</small>	<small>FECHA DE VENCIMIENTO</small>	<small>TOTAL A PAGAR</small>

---

**DATOS TÉCNICOS**

<b>NÚMERO DE MEDIDOR:</b> 20082499832	<b>TARIFA:</b> 101
<b>TIPO DE CONSUMO:</b> RESIDENCIAL	<b>TENSIÓN:</b> BAJA TENSIÓN
<b>UBICACIÓN:</b> 002-148-418	
<b>OFICINA COMERCIAL:</b> TEGUCIGALPA	

---

**DETALLE DE CONSUMO DE ENERGÍA**

**FECHA DE LECTURA ACTUAL:** 05/MAR/2018

**Figura 7 Nueva Factura de Energía Eléctrica**

Fuente: (EEH, 2017).

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1 Congruencia Metodológica

#### 3.1.1 La Matriz Metodológica

**Tabla 2. Matriz Metodológica**

Título	Problema	Preguntas de Investigación	Objetivos		Variables	
			General	Específicos	V. Dependiente	V. Independiente
Análisis de un sistema de iluminación inteligente para el alumbrado público en la residencial Santa Cruz del Distrito Central de Honduras	Deficiente atención en el servicio y mantenimiento del alumbrado público del distrito central.	¿Está de acuerdo con el monto por cargo de alumbrado público que recibe en su factura de consumo de energía Eléctrica?	Optimizar el consumo energético en el alumbrado público, mediante un sistema de iluminación inteligente, que permita reducir el gasto de facturación de energía eléctrica de los abonados de la residencial Santa Cruz de la ciudad capital de	Identificar una estrategia que se base en lineamientos, recomendaciones y buenas prácticas para la implementación de IPv6 en las empresas emergentes.	Análisis de un sistema de Iluminación Inteligente en Alumbrados Públicos.	Flexibilidad
		¿Considera que nuestro Sistema de alumbrado público cumple con los estándares de calidad, necesidades de la ciudadanía y		2. Analizar los cambios en infraestructura requeridos que una empresa debe cumplir para la correcta transición hacia el protocolo IPv6.		Eficiencia

		si se le brinda el respectivo mantenimiento?	Honduras.			
		¿Cuál es su opinión al respecto de la contribución del alumbrado público al medio ambiente?		Mejorar el consumo de energía eléctrica mediante un sistema de iluminación inteligente que permita modificar la densidad de luz para disminuir el consumo de kWh (kilo watts por hora), y que permita mejorar el tiempo de respuesta ante un fallo de alumbrado en la zona mediante el envío de alarmas en el sistema.		Ahorro de Energía

		¿Qué factores consideraría para que instalen un sistema de iluminación Inteligente en su zona?				Cuidado al Medio Ambiente.
--	--	---	--	--	--	-------------------------------

Fuente: (Propia)

### 3.1.2 Operacionalización de las Variables

Tabla 3. Operacionazalición de Variables

Variables independientes	Definición		Dimensión	Indicador	Ítem	Unidades categorías	Escala
	Conceptual	Operacional					
-Eficiencia. -Flexibilidad. -Ahorro de Energía. -Cuidado del Medio Ambiente.	Sistema inteligente es un programa de computación que reúne características y comportamientos asimilables al de la inteligencia humana o animal	El sistema inteligente para iluminación en el alumbrado público permite identificar de forma eficiente el momento adecuado para modificar la densidad de la luz. Por ejemplo, la región, la hora y estaciones del año.  Él envió de alarmas gracias al sistema de sensores y a una red inalámbrica de interconexión. Ejemplo: El daño	Condiciones de preparación de lámparas tradicionales a un sistema de alumbrado LED.	Disminución de consumo de kWh.	<b>¿Actualmente, cuál considera usted que es, la fuente de energía que más depende nuestro sistema eléctrico?</b>	Térmicas (uso del petróleo).	1
						Eólica (uso de la fuerza del viento).	2
						Solar (uso de rayos de sol).	3
						Hidroeléctrica (uso de la fuerza del agua).	4
					<b>¿Actualmente, cuál considera usted que son nuestros recursos para producir energía eléctrica (kWh) en el País?</b>	Uso del petróleo (Combustibles fósiles).	1
						Uso de la fuerza del viento (Ventiladores).	2
						Uso de rayos de sol (Paneles solares).	3
						Uso de la fuerza del agua (Represas).	4

		de la tarjeta de una farola.  El monitoreo permanente de todas las luminarias, en caso que uno de ellas presente fallo, se envía una alerta.		Sistema amigable con el medio ambiente.	<b>A su opinión, el uso de lámparas de alumbrado público implica un impacto ambiental en:</b>	Produce emisiones de CO2 (gases de dióxido de carbono).	1
						Produce contaminación lumínica (afecta la visualización).	2
				Reducción del monto cobrado en la facturación.	<b>¿Cuál es el rango de cobro mensual en su factura de energía eléctrica correspondiente al pago de alumbrado público?</b>	0 – 100 Lempiras.	1
						101-200 Lempiras.	2
						200 Lempiras en adelante.	3
						No tenía conocimiento que existía ese cobro.	4
				Innovación Tecnológica.	<b>¿Está de acuerdo que Honduras debe ser parte de los países latinoamericanos que se están sumando a la integración de esta nueva tecnología?</b>	De acuerdo	1
						En desacuerdo.	2
				Mejorar el tiempo de respuesta, ante fallos.	<b>¿Considera que se tiene un tiempo de respuesta</b>	Solamente con fallas de energía.	1
						Solamente con fallas en las	2

					<b>adecuado ante las fallas de energía, farolas y postes en el alumbrado público?</b>	farolas.	
						Solamente con la reparación de postes.	3
						Todas.	4

Fuente: (Propia)

### 3.1.3 Hipótesis

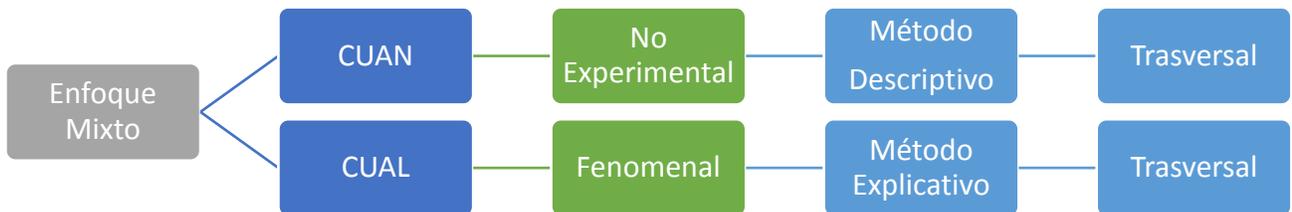
Utilizando una hipótesis general, podemos llegar a la conclusión de que por medio de un sistema óptimo de iluminación en las calles del distrito central de Honduras se tendrá mayor seguridad y un ahorro en el consumo de energía logrando una disminución en el pago del servicio de alumbrado público.

### 3.2 Enfoque y Métodos

Para la presente investigación se tiene definido un alcance, en el cual se desarrollará un diseño y obtención de datos, de la siguiente manera:

- Enfoque Mixto: se tendrá una combinación de cada enfoque (cuantitativo y cualitativo) con el fin de poder presentar una investigación más dinámica y complementada, a través del producto de datos más ricos y variantes, haciendo uso de un diseño secuencial de:
  - CUAL: dentro del enfoque de esta investigación se pretende hacer uso del diseño Fenomenal y usando el Método Explicativo siendo un Tipo Transversal, donde se hacen referencias de diferentes fuentes para ilustrar los avances en cuanto a la tecnología mencionada y su aplicación en otros países, cuál es su experiencia y cómo fue su transición, también enfatizar la actualidad y problemática de nuestro país, cuales son los beneficios o lo que esperamos lograr a través de la aplicabilidad del sistema.
  - CUAN: dentro del enfoque de esta investigación se pretende hacer uso del diseño NO Experimental y usando el Método Descriptivo siendo un Tipo Transversal, donde se elaboró una encuesta y una entrevista de forma directa a los involucrados o beneficiados de nuestra investigación y posteriormente la presentación de resultados representados de forma gráfica y analizando la misma.

También hacer un análisis de una zona del país para calcular de forma aproximada su ahorro energético y crear escenarios que nos permitan predecir su comportamiento.



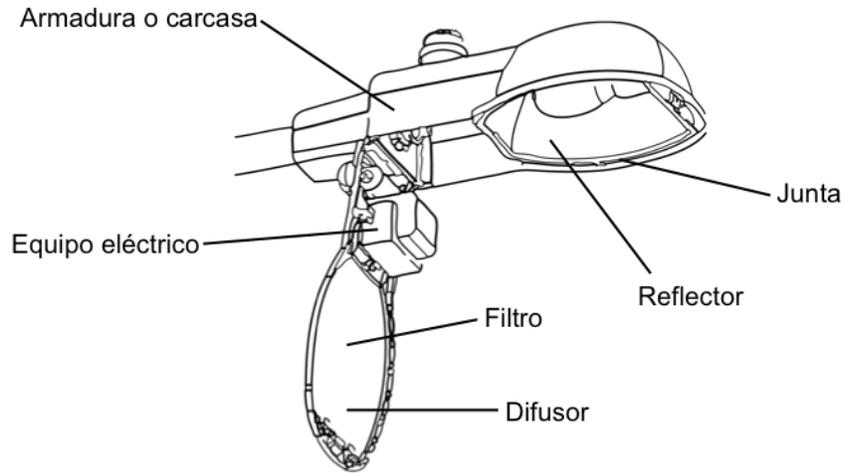
**Figura 8 Enfoque y Método**

Fuente: (Propia)

### 3.3 Materiales

Para tener una ilustración en cuanto a los componentes de las lámparas, debemos hacer la clasificación de las mismas:

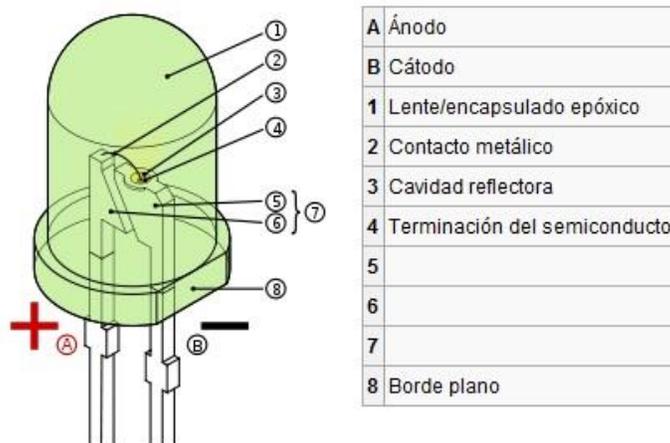
- **Las luminarias actuales:** Las cuales pueden estar compuesta por mercurio, vapor de sodio, halogenuros metálicos, tubos fluorescentes, incluso halógenos.



**Figura 9 Partes de una luminaria**

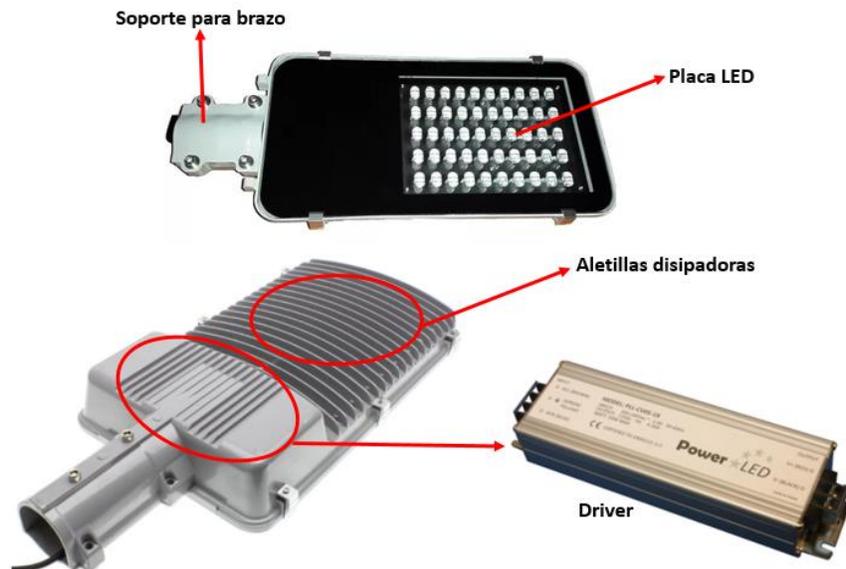
Fuente: (Gélvez & Márquez, 2009).

- **Luminarias LED:** Permite concentrar las emisiones de luz en una dirección en específico, los leds van dentro de una tarjeta la cual pueden ser Chip on Board (COB) y Surface Mount Device (SMD), básicamente este último logra un mayor potencial en LUX por metro cuadrado.



**Figura 10 Componentes LED**

Fuente: (Dumalux, 2019)



**Figura 11 Componente Farola LED**

Fuente: (Dumalux, 2019)

### **3.4 Diseño de la Investigación**

#### **3.4.1 Población**

La presente investigación y aplicación del instrumento (encuestas), está dirigida específicamente a la Residencial Santa Cruz Etapa I del Distrito Central de Honduras.

#### **3.4.2 Muestra**

En la presente investigación se utilizará una metodología de muestreo Probabilístico y una técnica de muestreo aleatorio simple cuando se conoce el tamaño de la población, este tipo de estudio es útil cuando sabemos exactamente el número de la muestra, dado que nuestra investigación se basa dentro de los límites de la residencial Santa Cruz etapa I la selección de los datos y el análisis de resulta fácil. Por tanto, se considera que esta metodología sería la más

adecuada para la investigación.

(Sampieri, 1997) Afirma: “Si la población es pequeña y el conocimiento, experiencia y juicio de quienes seleccionan las unidades muestrales son adecuadas, el muestreo puede derivar en una muestra con menos error muestral”.

El proceso de esta investigación consistirá en elegir de manera intencional la población que se considera adecuada para la implementación de un sistema inteligente en el alumbrado público del distrito Central de Honduras.

### 3.4.2.1 Muestra Cálculo de la Muestra

La fórmula utilizada para realizar el cálculo de la muestra es la siguiente:

$$n = \frac{(Z^2) * p * q * N}{(N - 1) * (e^2) + Z^2 * p * q}$$

Fuente: (PSYMA, 2015) Dónde:

**Tabla 4 Descripción de variables**

Variable	Descripción	Valor
N	Tamaño de la muestra	Variable desconocida
N	Tamaño de la Población	150
Z	Distribución Normalizada de 95%	1,96
P	Proporción de aceptación deseada	0,5
Q	Proporción de Rechazo	0,5
E	% Error Deseado	0,05

Fuente: (Propia)

**Tabla 5 Tabla de Muestreo**

<b>N</b>	<b>Z2</b>	<b>Pq</b>	<b>e</b>	<b>n</b>	
150	3,8416	0,25	0,03	132	Para un error del 3%
150	3,8416	0,25	0,05	108	Para un error del 5%
150	3,8416	0,25	0,07	85	Para un error del 7%
150	3,8416	0,25	0,10	59	Para un error del 10 %

Fuente: (Propia)

Se observa claramente que es necesaria la aplicación de 108 instrumentos de recolección de datos para obtener una muestra representativa, utilizando un margen de error de 5% y 95% nivel de confianza. Por medio de dichas encuestas se medirá la satisfacción de los abonados al servicio de alumbrado público en la Residencial Santa Cruz Etapa I.

### **3.4.3 Unidad De Análisis**

El análisis para un sistema de iluminación inteligente en el alumbrado público está dirigido específicamente las personas que residen en la Residencial Santa Cruz del distrito Central de Honduras esta zona de estudio consta de una población aproximada de 150 viviendas (Etapa I). Resulta oportuno recalcar que dicha encuesta será aplicará a los habitantes de la zona mencionada anteriormente que ya tengan conciencia de lo que implica recibir el servicio de alumbrado público en el país.

También se tomará en cuenta las opiniones, experiencias que cada abonado ha tenido con este servicio público. Además, el juicio de los adultos de cada casa encargados de pagar este recibo de manera mensual.

### **3.4.4 Unidad De Respuesta**

Los resultados obtenidos por medio de la encuesta serán mostrados por medio de gráficos y medidas legibles para la toma de decisiones.

## **3.5 Técnicas e Instrumentos Aplicados**

### **3.5.1 Instrumentos**

Efectuar una investigación requiere, como ya se ha mencionado, de una selección adecuada del tema objeto del estudio, de un buen planteamiento de la problemática a solucionar y de la definición del método científico que se utilizará para llevar a cabo dicha investigación. Aunado a esto se requiere de técnicas y herramientas que auxilien al investigador a la realización de su estudio. (Medina)

La encuesta contendrá encabezado, donde se detallará el título y una breve reseña de la problemática, las preguntas serán cerradas y fáciles de comprender, manteniendo una secuencia lógica, culminando con datos demográficos que nos servirán para identificar sexo y edades de los encuestados.

Se utilizará la plataforma de Google Forms, esta es una aplicación gratuita del paquete que ofrece Google Drive, en ella se pueden realizar formularios que contengan preguntas dirigidas hacia la comunidad objetivo. Adicional, esta herramienta recopila la información y nos la muestra de manera sencilla y clara, por medio de gráficos. Una de las ventajas que nos brinda, es que la encuesta puede ser compartida mediante un link hacia las personas que necesitamos que las respondan.

### **3.5.2 Técnicas**

“La técnica de encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz” (J Casas).

El objetivo de este método de recolección, es medir por medio de las variables de interés las opiniones de la población con respecto al sistema de iluminación que actualmente poseen y de esta manera lograr la obtención de información para aterrizar en nuestra investigación.

En la metodología cualitativa, la entrevista en profundidad se entiende como los encuentros reiterados cara a cara entre el investigador y entrevistado, que tiene como finalidad conocer la opinión y la perspectiva que un sujeto tiene respecto a su vida, experiencias o situaciones vividas. (Gomes)

Es por medio de la comunicación con otras personas nos damos cuenta de datos y hechos relevantes que contribuyen a nuestra investigación.

### **3.5.3 Procedimientos**

A continuación, se presentará los pasos que se llevaran a cabo para realizar las encuestas.

1. Tener claro el objetivo de la aplicación de la encuesta.
2. Identificación del número de adultos de cada hogar de la residencial Santa Cruz (seleccionar la muestra).
3. Cálculo de la Muestra.
4. Preparar las consultas adecuadas, con un orden secuencial y que sean fáciles de comprender.
5. Garantizar que las respuestas del formulario vayan acorde a los objetivos de la investigación.
6. Identificar que las herramientas utilizadas para aplicar la encuesta estén al alcance de los involucrados.
7. Aplicar la encuesta.

### **3.6 Fuentes de Información**

**3.6.1 Fuentes Primarias:** como medios primarios para la obtención de información se utilizarán entrevistas y encuestas. La encuesta contendrá preguntas necesarias y adecuadas para

indagar en la problemática. Por medio de la entrevista se llevará a cabo una comunicación interpersonal e informal, para conocer los hechos que aquejan a los abonados.

**3.6.2 Fuentes Secundarias:** De segunda mano se utilizarán información, organizada elaborada y sistematizada como ser: Libros, revistas, artículos y publicaciones.

### **3.7 Limitantes Del Estudio**

Como estudiantes de UNITEC hemos realizado todo lo que estuvo a nuestro alcance. Sin embargo, en este trabajo de investigación se tuvieron las siguientes Limitantes:

- **Económica:** No tenemos el suficiente capital para aplicar el instrumento de investigación a toda la población de estudio y adquirir software o servicios profesionales que nos brinden una garantía o respaldo institucional.
- **Escenario real:** No se tienen los recursos para ejecutar el proyecto de forma directa, por lo cual se realizará a través de escenarios simulados y con datos matemáticos del producto según su fabricante.
- **Alcance:** Desde el punto de vista personal, se consideró realizar la aplicabilidad en una residencial en específico, consideran las bondades de ser un sector reciente de la capital y donde sus habitantes tienen un estrato social pudiente.
- **Tiempo:** El estudio realizado contiene fuentes bibliográficas que consideramos acorde a nuestra explicación y proceso de establecimiento del sistema, todo dentro del tiempo de duración del periodo académico de UNITEC, el cual es de 10 semanas. Se espera que este trabajo sirva de base para el estudio a mayor profundidad o que sirva de guía para realizarse en otros lugares del país.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 4.1 Presentación e Interpretación de Resultados

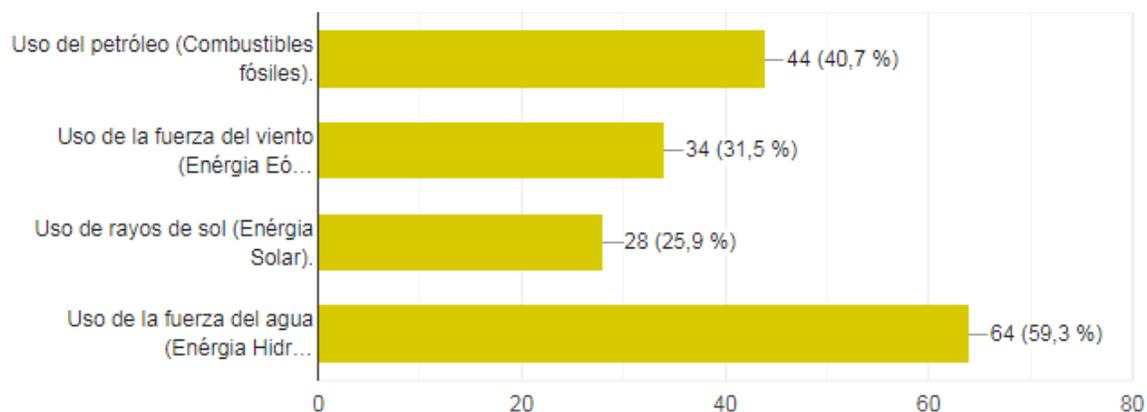
En el presente capítulo se realiza el análisis e interpretación de los instrumentos aplicados, se presentan las preguntas relacionadas con la encuesta de investigación, seguido de un cruce de variables. Por último un resumen sobre la entrevista realizada a un directivo de la EEH y la ENEE, donde elaboramos un análisis FODA sobre la situación actual los servicio de energía eléctrica en el país.

### 4.2 Análisis de resultados de la encuesta de investigación

#### 4.2.1 Recursos para producir energía en el país

1.- ¿Actualmente, cuál considera usted que son nuestros recursos para producir energía eléctrica (kw/H) en el País?

108 respuestas



**Figura 12 Recursos para producir energía en el país.**

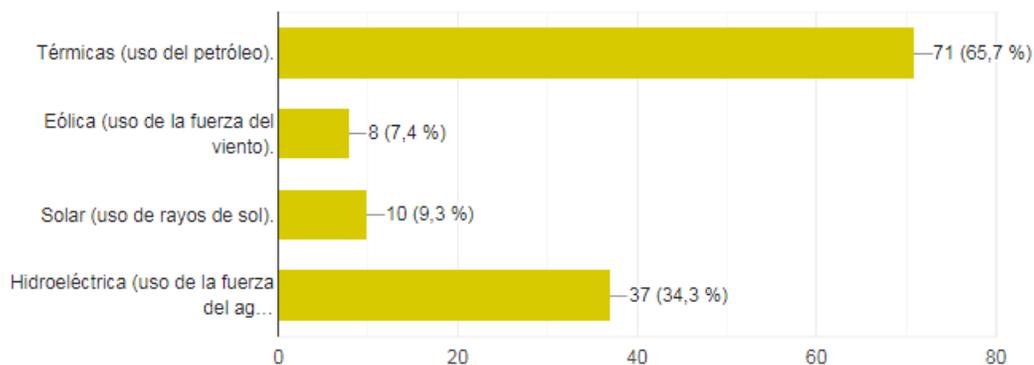
La mayoría de los encuestados consideran que en el país se tienen recursos para producir energía eléctrica, en la figura 12 podemos observar que la mayoría de los habitantes de la residencial opinan que la principal fuente de producción es el uso de las represas generando

energía hidroeléctrica. Cabe mencionar que Honduras no tiene fuentes de petróleo, entonces es necesario que las personas conozcan más sobre los recursos que actualmente tenemos para producir energía en nuestro país. En el caso de térmicas podemos considerar el uso de carbón, biodiesel y biomasa como parte de la producción que se realiza en el país.

#### 4.2.2 Dependencia de nuestro sistema eléctrico

2.- ¿En la actualidad, cuál considera usted que es, la fuente de energía de la que más depende nuestro sistema eléctrico?

108 respuestas



**Figura 13 Dependencia de nuestro sistema eléctrico.**

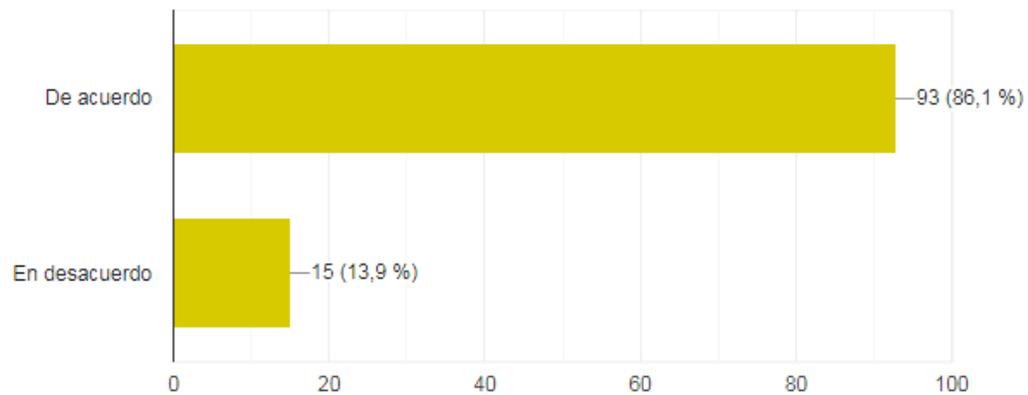
En Honduras una de las inversiones más grandes que se hacen es la compra del Petróleo, misma sirve para la generación de energía eléctrica. Aproximadamente el 65.7% de la población está de acuerdo que esta es una fuente que contribuye a la generación de energía. Sin embargo, gran parte de la población encuestada considera que la hidroeléctrica también es parte de las fuentes generadoras. Como se menciona en el capítulo 1 el principal problema de la ruptura de la ENEE son los contratos honorosos que se tienen con las térmicas.

“La mayor carga financiera de la ENEE se debe al pago de sus onerosos contratos con generadores térmicos, que adsorben más del 90% de los ingresos totales de la institución” (Diario La Prensa, 2013).

### 4.2.3 Bombillos tradicionales vrs Tecnología LED

3.- En relación a los bombillos tradicionales las lámparas LED reducen el consumo de energía eléctrica. ¿Estaría de acuerdo que hicieron el reemplazo a esta nueva tecnología en el alumbrado público?

108 respuestas



**Figura 14 Bombillos tradicionales vrs Tecnología LED.**

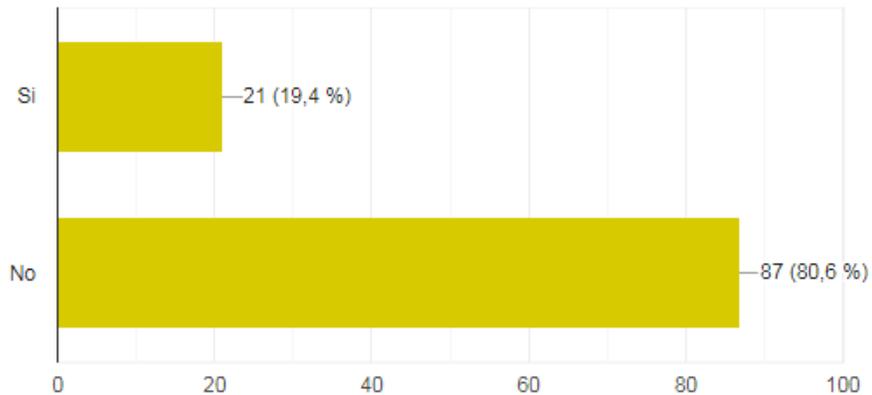
Con relación a los bombillos tradicionales podemos observar en la figura 14 que la mayoría de los encuestados consideran importante que se debe realizar el cambio de bombillos actuales, por lámparas LED. En cambio un grupo opina que no ven necesario el cambio, tal vez se debe a que en el caso de la residencial la mayoría de las lámparas son nuevas y da la impresión que no es necesaria por el momento.

En conclusión, es importante que la ENEE realice los cambios de luminarias haciendo uso de lámparas LED por los beneficios que esta tiene, como investigadores observamos que dentro de la residencial las lámparas son tradicionales y solamente las farolas de la entrada a la residencial son LED.

#### 4.2.4 Cobro de alumbrado público

4.- ¿Considera sensato el monto que emite la EEH por el alumbrado público en su facturación mensual?

108 respuestas



**Figura 15 Cobro de alumbrado público.**

Se refleja que aproximadamente el 81% de los encuestados difieren en el monto que la EEH emite en su factura mensual correspondiente al servicio de alumbrado público que reciben. Durante el proceso de encuesta fueron numerosos los relatos de los abonados indicándonos el servicio deficiente que recibían, afirmaban “Días funciona esa farola, otros días no.”

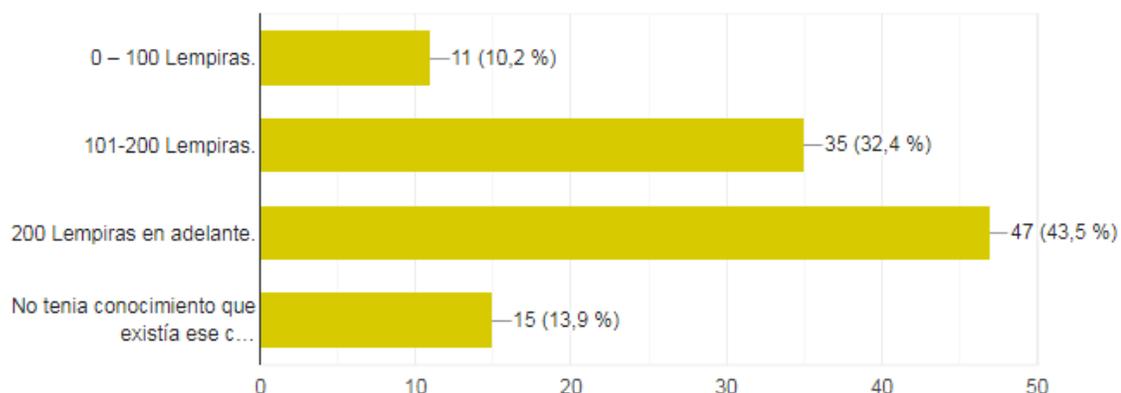
Es evidente que las personas que no están de acuerdo con el cobro que se realiza en el servicio de energía eléctrica. La principal razón se debe al desconocimiento que se tiene en la forma de cómo se realiza el cálculo, es importante que el gobierno realice campañas para ilustrar la forma en cómo se puede lograr una disminución en el consumo de kWh. Nosotros mencionamos este cobro en el capítulo 1 como parte de los Antecedentes y Capítulo 2 Marco Legal.

Otra relación que se tiene es que muchos habitantes son residentes que anteriormente se encontraban en sectores donde la clasificación para el cobro sea menor, lo cual implica por parte de los abonados un descontento.

#### 4.2.5 Rangos de cobro de alumbrado público

5.- ¿Cuál es el rango de cobro mensual en su factura de energía eléctrica correspondiente al pago de alumbrado público?

108 respuestas



**Figura 16 Rangos de cobro de alumbrado público.**

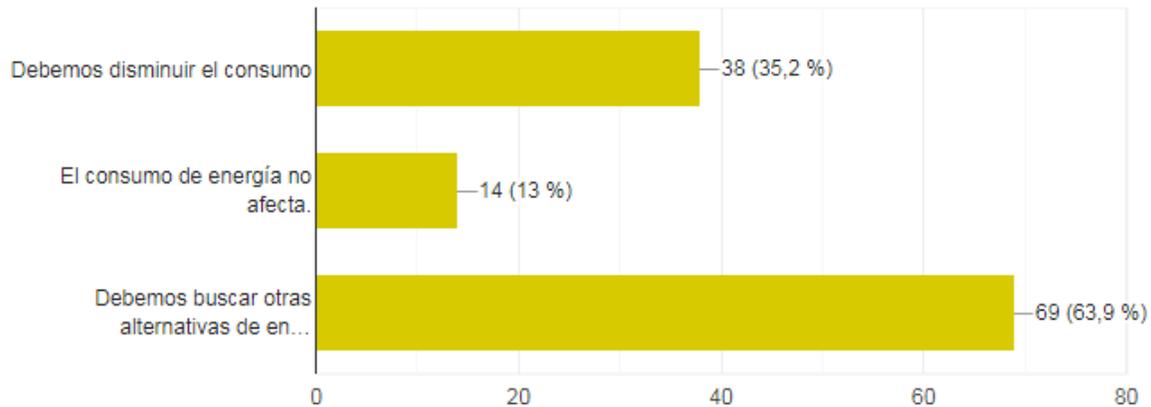
Respecto a la pregunta del cobro mensual de los servicios de alumbrado público, se obtuvieron varias respuestas como se observa en la figura 16, siendo el grupo predominante los que pagan un valor mayor a Lps. 200.00, también entre las respuestas hubo personas que no tenían conocimiento de este cobro en su factura. Aquí se tuvo mucha variedad de respuestas, tal vez se debe a que muchas de ellas son residentes nuevos y otros relacionaron su costo de forma fija, siendo menor a la que actualmente pagan.

Podemos observar que el cobro que excede los Lps. 200.00, esto se debe al sector al que pertenece la residencial y su forma en cómo se calcula la tarifa, sumado a eso un porcentaje de cobro fijo que se tiene establecido según la CREE, cabe mencionar que las tarifas son definidas por el gobierno.

#### 4.2.6 Consumo de energía actualmente

6.- Según su opinión sobre el consumo de energía de nuestro país, ¿Considera importante que?

108 respuestas



**Figura 17 Consumo de energía actualmente.**

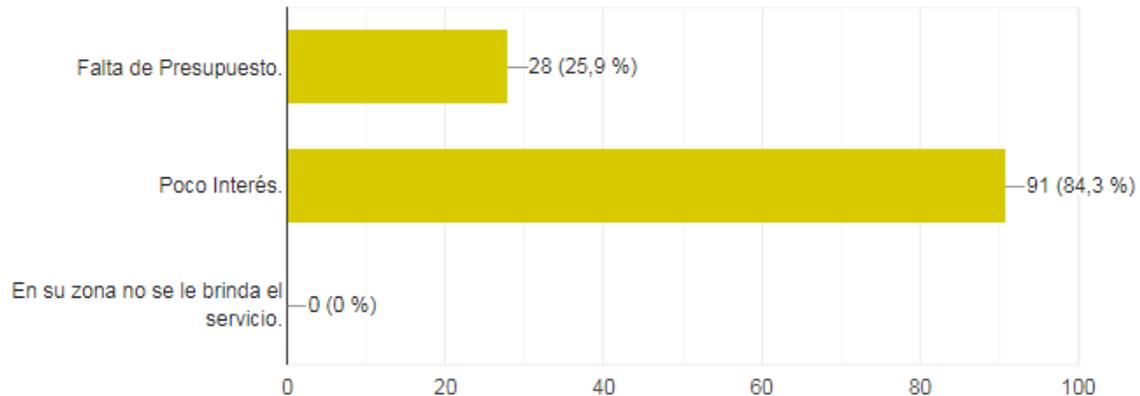
Es importante fomentar en nuestros ciudadanos la cultura de ahorro, es responsabilidad de las escuelas y de nuestras familias inculcar este tipo de valores. Estas actividades conllevarán a que ya de adultos podamos identificar que por medio de la disminución del consumo de energía eléctrica en el nuestro país los beneficios serán numerosos.

En esta ocasión mediante el instrumento de recolección de datos, los habitantes de la residencial Santa Cruz explícitamente de la etapa 1, consideran que hay que buscar otras alternativas de energía eléctrica. Sin embargo, buena cantidad se orienta que a si disminuimos el consumo sería una alternativa óptima en el sector eléctrico de nuestro país.

#### 4.2.7 Falta de alumbrado público

7.- ¿Qué excusa ha recibido cuando se presenta ante el ente regular, para exponer la falta de alumbrado público en su zona?

108 respuestas



**Figura 18 Falta de alumbrado público.**

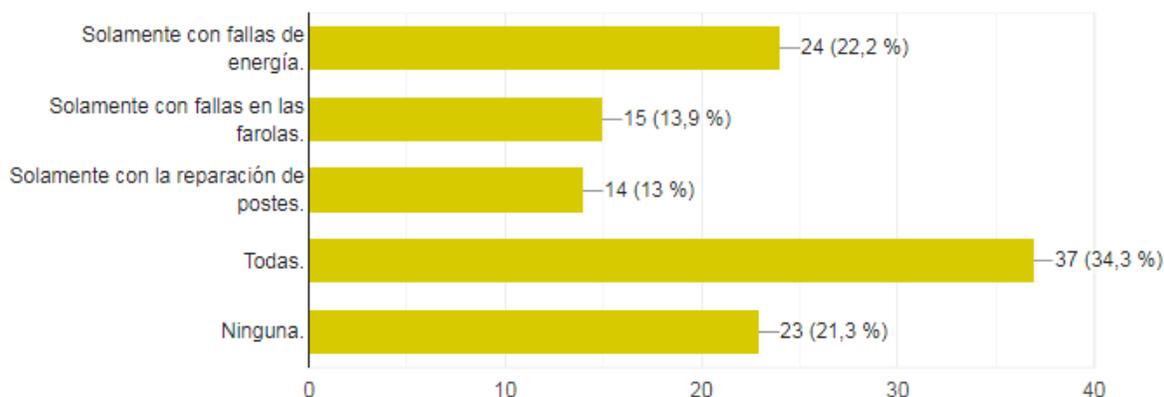
De la problemática de falta de alumbrado en algunas zonas, la experiencia que sufrieron los encuestados menciona que existe una diligencia adecuada por parte de los encargados como se observa en la figura 18, se percibe poco interés por parte de las autoridades además de la falta de presupuesto que se asigna a este servicio.

Es evidente que este problema está desde hace mucho tiempo y el mismo fue heredado a la EEH, pero el mantenimiento e instalación es tarea de la ENEE, pero debido a las deudas de la institución y la falta de interés se tiene un panorama muy pesimista para que la situación pueda cambiar.

#### 4.2.8 Respuesta ante fallas de energía y postes de alumbrado público

8.- ¿Considera que se tiene un tiempo de respuesta adecuado ante las fallas de energía, farolas y postes en el alumbrado público?

108 respuestas



**Figura 19 Respuesta ante fallas de energía y postes de alumbrado público.**

En base a la experiencia vivida por los abonados de la residencial Santa Cruz ellos consideran que en su zona el tiempo de respuesta ante los diferentes fallos no ha sido la mejor. Nos comentan que no se recibe una respuesta inmediata.

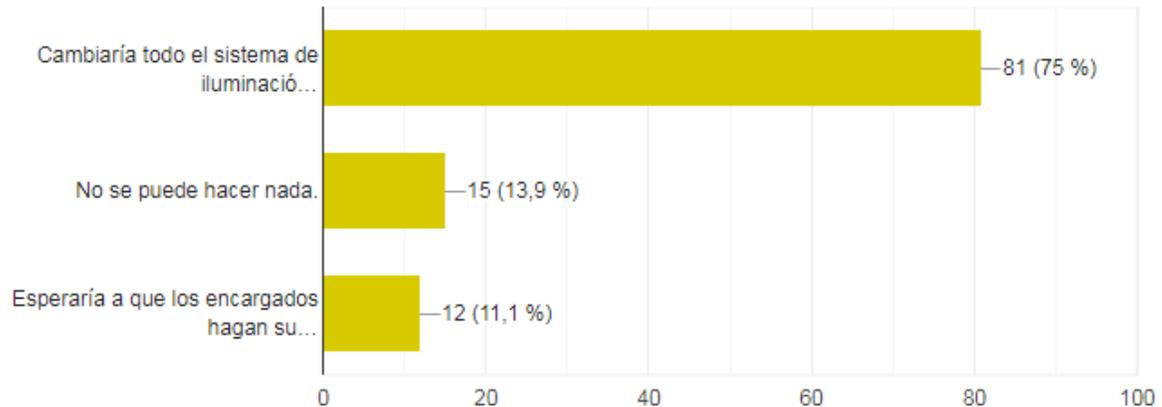
En esta pregunta realizada a los residentes se pretende conocer en qué servicios perciben que se tiene un tiempo de respuesta adecuada, tenemos claro que al ser una residencial y la misma es reciente en cuanto a su construcción, por ende, todos los trabajos de energía eléctrica son más nuevos que en otras zonas del país.

También debemos considerar que los habitantes de la residencial tienen ingresos superiores a los Lps. 25,000.00 e incluso algunos de ellos tienen puestos influyentes en empresas nacionales y privadas, lo cual hace que su llamado ante distintas fallas sea de prioridad para resolver.

#### 4.2.9 Sistema de alumbrado actual

9.- ¿Que cambios haría, para mejorar la situación actual de nuestro sistema de alumbrado público?

108 respuestas



**Figura 20 Sistema de alumbrado actual.**

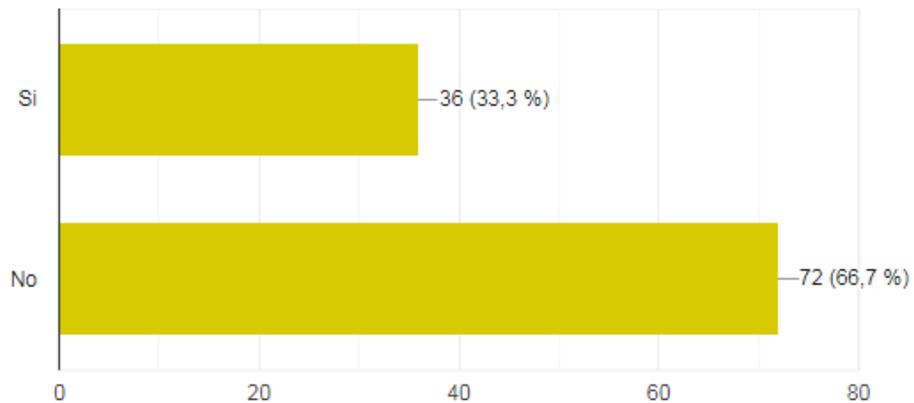
Respecto a la consulta de mejorar la situación actual del sistema de alumbrado público podemos observar en la figura 20 que, desde el punto de vista como persona encargada del sistema de iluminación, ellos harían el cambio total del sistema de alumbrado y no esperarían a que existan más atrasos.

Este es el motivo principal y es por eso que nuestra intención es presentar un sistema de iluminación inteligente que permita darle la confiabilidad a los abonados, en el cual ganemos todas las partes, a los encuestados les explicamos los objetivos de este sistema y ellos también se mostraron optimistas al cambio.

#### 4.2.10 Estándar de iluminación actual en el alumbrado público

10.- ¿El servicio de iluminación pública que actualmente posee, cumple con los estándares de visibilidad adecuados para transitar con tranquilidad en su zona?

108 respuestas



**Figura 21 Estándar de iluminación actual en el alumbrado público.**

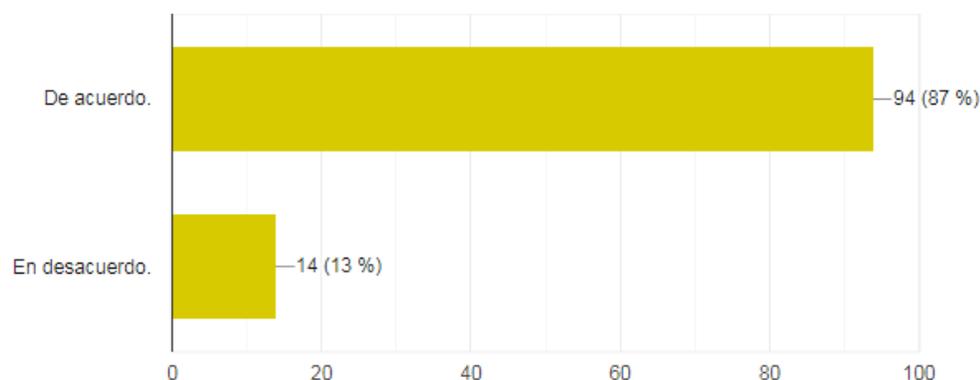
La Residencial Santa Cruz etapa I tiene un aproximado de 150 viviendas, sus calles son amplias y transitadas de manera frecuente por los habitantes de la zona. Los encuestados nos indican que por las horas de la tarde noche salen con sus familias a hacer ejercicios, juegan con sus mascotas o simplemente salen a caminar luego de un arduo y ocupado día.

Cabe destacar que dicha residencial tiene seguridad privada. Sin embargo, no faltaron las quejas acerca de la poca intensidad de las lámparas tradicionales que se encuentran instaladas, adicional a ello muchas de las cuadras son de larga distancia y la cantidad de postes con energía eléctrica son mínimos.

#### 4.2.11 Honduras debe formar parte de las nuevas tecnologías

11.- ¿Está de acuerdo que Honduras debe ser parte de los países latinoamericanos que se están sumando a la integración de esta nueva tecnología?

108 respuestas



**Figura 22 Honduras debe formar parte de las nuevas tecnologías.**

Parte del proceso de cambio es considerar a Honduras para integrarse al uso de nuevas tecnologías, es por lo cual que se consultó si están de acuerdo con esta iniciativa en la figura 22 tenemos que los residentes son conscientes que si se debe formar parte del cambio tecnológico en Latinoamérica.

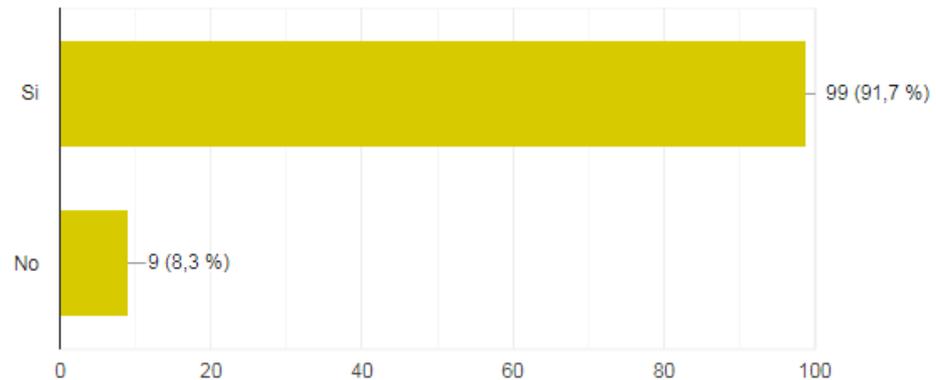
Lastimosamente en Honduras se tienen muchas limitantes para generar y continuar con proyecto de energía, aunque por un lado tengamos premio con capital semilla como por ejemplo “El programa Honduras Startup 2016” donde se entregaron más de 4.5 millones para el desarrollo tecnológico, por el otro tenemos entrevistas donde el gerente de distribución de la ENEE menciona:

La realidad es que estos proyectos no tienen fuentes de financiamiento y no han iniciado hasta el momento su operación comercial afectando el plan de expansión de la generación de la ENEE, poniendo en duda y trastocando la compra de energía. (Proceso Digital, 2018)

#### 4.2.12 Sistema rentable y sostenible

12.- ¿Está de acuerdo que este nuevo sistema de iluminación será rentable y sostenible para su comunidad?

108 respuestas



**Figura 23 Sistema rentable y sostenible.**

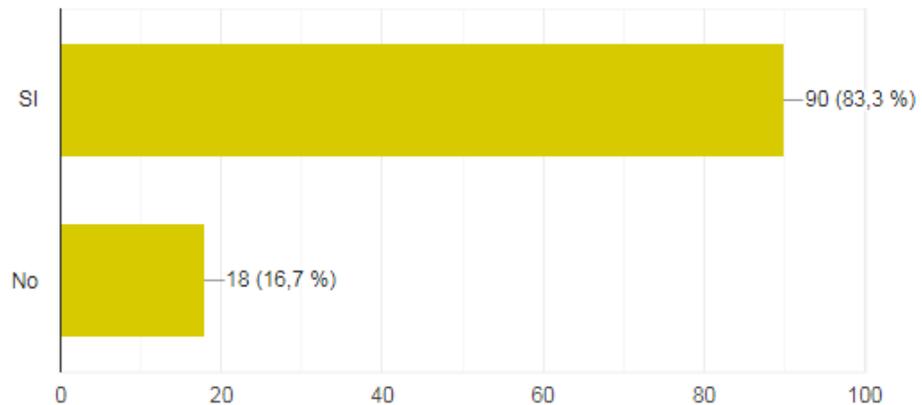
El encabezado de la encuesta aplicada llevaba consigo una introducción del sistema de iluminación inteligente para el alumbrado público, explicando de manera sencilla la utilidad que estos sistemas tendrían en el servicio antes mencionado, gracias a ello los habitantes de la residencial lograron responder de manera objetiva cada una de las preguntas que se les hacían.

Adicional a ello, durante la aplicación de la encuesta salían dudas acerca del sistema, mismas que eran aclaradas para la comprensión del tema. Con ellos el 91.7% de los habitantes han considerado que estas nuevas tendencias traerán consigo grandes beneficios.

#### 4.2.13 Uso de sensores de movimiento

13.- ¿Los sensores de movimiento son indispensables para llevar el registro de personas y dispositivos que pasan por el alumbrado público?

108 respuestas



**Figura 24** Uso de sensores de movimiento.

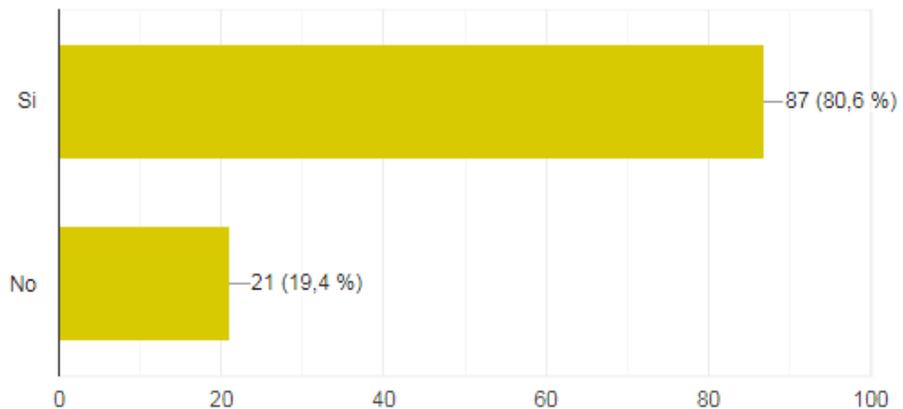
El uso de sensores de movimiento permite variar la densidad luminosa (lúmenes), es importante que se obtenga un registro de movimiento para el sistema, es por eso que se consultó si considera importante sumar un sensor de movimiento al sistema de alumbrado en la figura 24 podemos observar que todos los residentes consideran importante el sensor de movimiento para tener un sistema dinámico y de mayor vida útil de las lámparas.

Cabe mencionar que algunas preguntas pueden ser muy técnicas y no se tenga la comprensión de las mismas, en este caso se le menciono en qué consistía la integración y utilidad del sensor logrando mayor objetividad en la respuesta.

#### 4.2.14 Rendimiento de las luminarias LED

14.- ¿Considera que cuando se habla de vida Útil de una lámpara LED no incurre en la durabilidad, sino en el tiempo que funciona sin perder rendimiento luminoso?

108 respuestas



**Figura 25 Rendimiento de las luminarias LED.**

Durante la explicación del sistema, se les aclaró a los habitantes de la Residencial Santa Cruz que una de las tecnologías que hacían posible que estos sistemas fueran funcionales y óptimos, eran la utilización de tecnología LED, sus ventajas y desventajas. Dada dicha explicación entendieron que, la durabilidad de estas lámparas no eran el tiempo que funcionaban, sino la luminosidad.

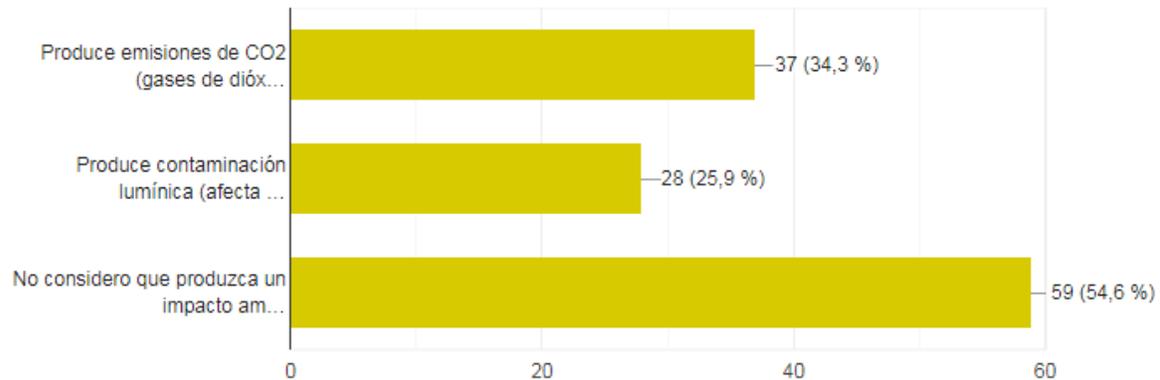
“Las luminarias de alumbrado público LED reproducen mejor los colores de todo el entorno, comparadas con las tecnologías de alumbrado público tradicionales.” (Dumalux, 2019).

Además de ser amigables con el ambiente, de tener un mejor color de iluminación, también tiene un rendimiento en consumo de energía eléctrica hasta de un 85% más que las lámparas actuales.

#### 4.2.15 Impacto del uso del alumbrado actual

15.- A su opinión, el uso de lámparas de alumbrado público implica un impacto ambiental en:

108 respuestas



**Figura 26 Impacto del uso del alumbrado actual.**

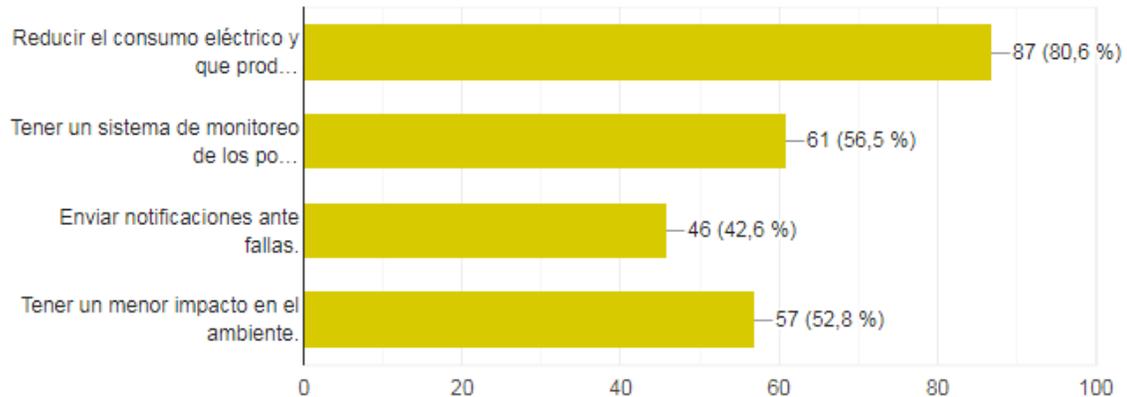
El uso de lámparas de mercurio y de otros metales produce un impacto en el ambiente, se realizó la consulta sobre este y otros impactos que pueden existir, la respuesta que se tuvo la podemos observar en la figura 26 donde muchas personas no pensaban que había un impacto por el uso actualmente.

Como parte del proceso se les explico de qué forma se produce la contaminación, creando conciencia en ese aspecto y la importancia de un sistema que sea amigable con el ambiente.

#### 4.2.16 Sistema de Iluminación Inteligente

16.- ¿Para contribuir al mejoramiento del alumbrado público, es importante tener un sistema de iluminación inteligente que permita?

108 respuestas



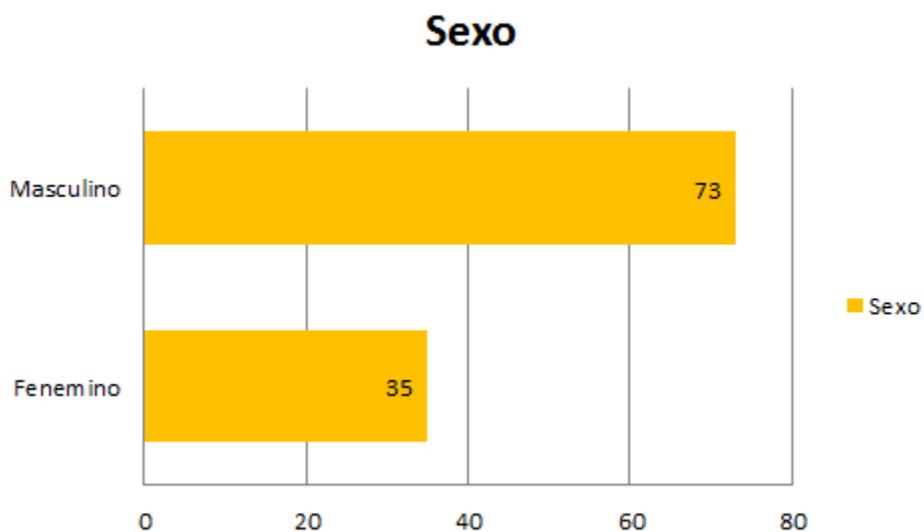
**Figura 27 Sistema de Iluminación Inteligente.**

Los habitantes de la zona consideran que para mejorar el alumbrado público mediante un sistema inteligente es necesario reducir el consumo eléctrico y que produzca un ahorro en nuestra factura eléctrica. Cabe mencionar que no dejan de lado temas como cuidado al medio ambiente, tener un sistema que notifique alarmas y que mantenga el alumbrado público en constante monitoreo.

Como investigadores esperábamos una respuesta favorable ante la necesidad de mejorar nuestro sistema actual.

Se debe considerar que actualmente la forma en cómo se calcula el pago del servicio de alumbrado es dependiente de nuestro propio consumo además de la ubicación o sector donde estemos.

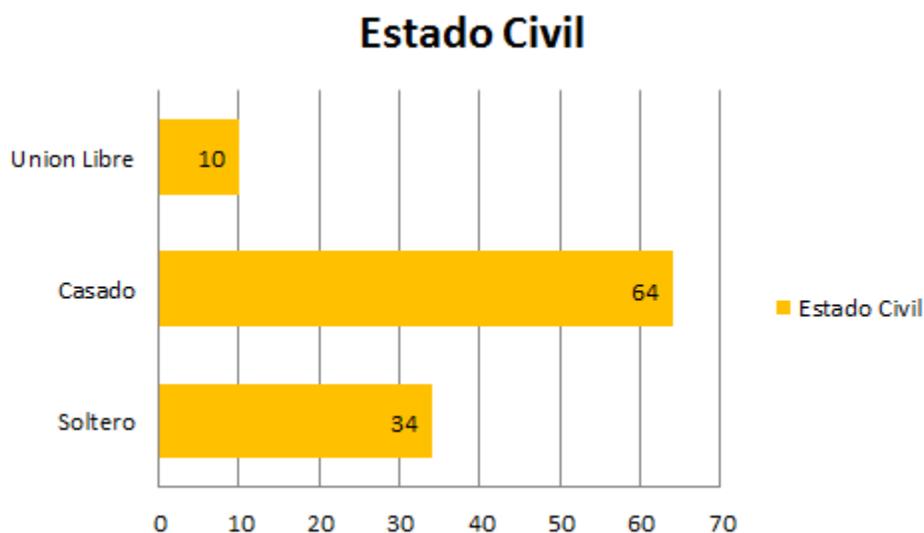
#### 4.2.17 Género de Participación



**Figura 28 Género.**

La presente encuesta está dirigida a las personas que encabezan el hogar de la residencial Santa Cruz, que son las encargadas o encargados de realizar los pagos de servicios públicos. En esta ocasión es notorio que más del 60% de la población encuestada corresponde al sexo masculino, siendo ellos el género predominante en nuestra encuesta.

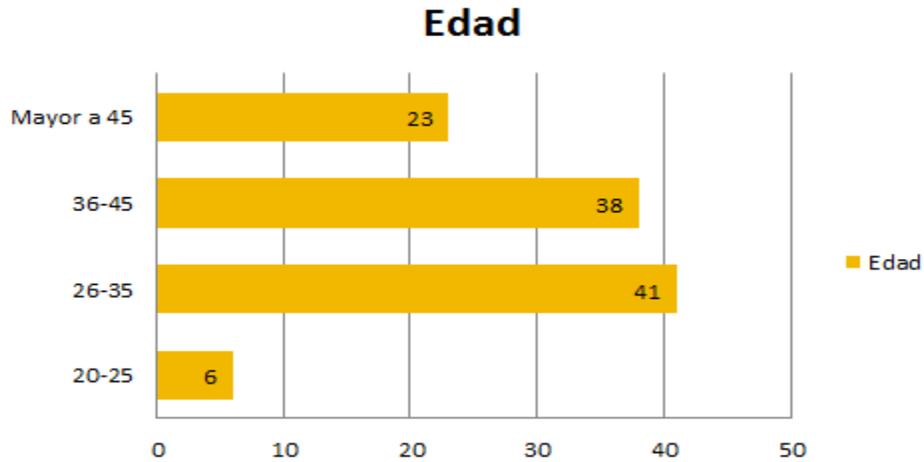
#### 4.2.18 Estado Civil



**Figura 29 Estado Civil.**

De los encuestados en la figura 29 se observa que la mayoría de las familias que viven la Residencial Santa Cruz, Etapa I son personas casadas.

#### 4.2.19 Edad



**Figura 30 Edad.**

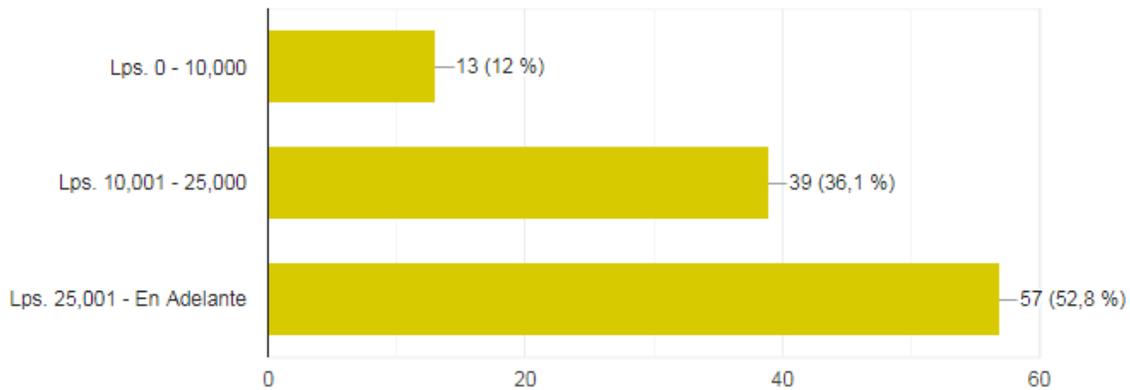
El rango de edad que predominó en la encuesta es de 26 a 35. Pero también se hizo presente los habitantes de 36 a 45 años de edad.

Es oportuno mencionar que en pequeña escala tuvimos encuestados jóvenes, ellos son habitantes de la residencial que alquilan casas y al recibir el servicio de alumbrado público, pagan de manera mensual el derecho a este servicio.

#### 4.2.20 Rango de Ingresos

Ingreso:

108 respuestas



**Figura 31 Rango de Ingresos.**

El nivel de Ingreso de los encuestados, en la figura 31 se observa que la mayoría de los habitantes de la Residencial tienen ingresos superiores a los Lps. 25,000 lo cual es importante para los fines del proyecto y lo que esperábamos como investigadores.

#### 4.3 Cruce de Variables

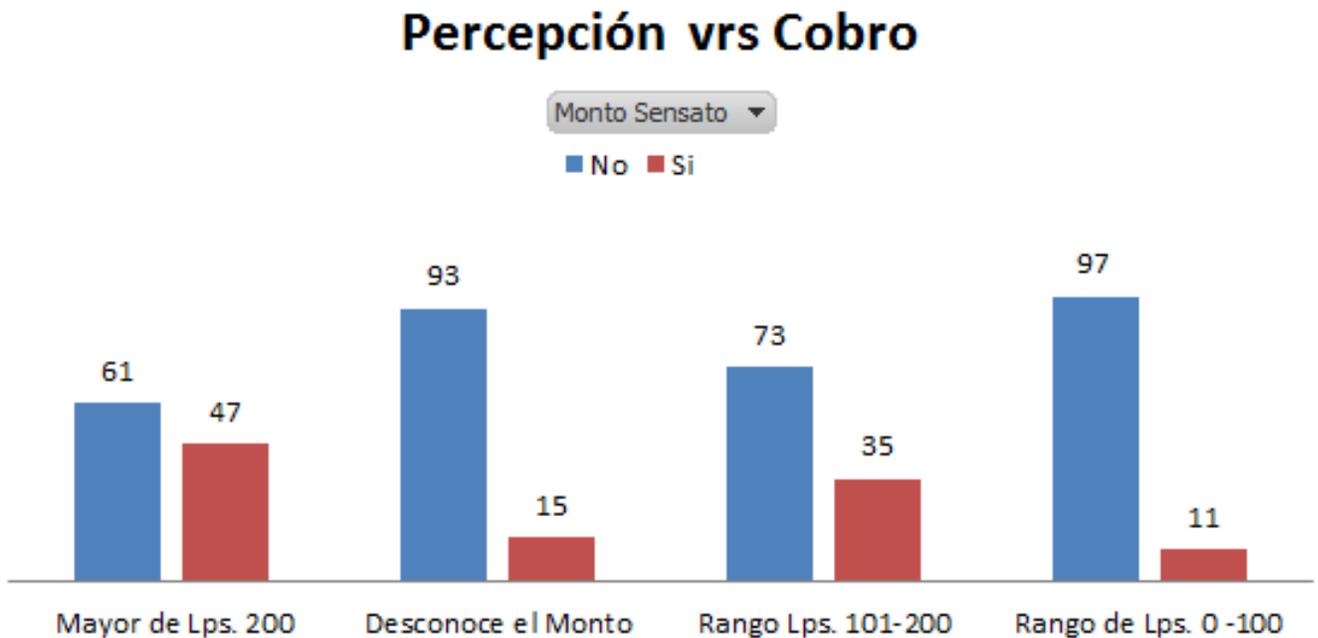
Parte de esta investigación y como lo señalamos en nuestros objetivos es conseguir un consumo energético eficiente, donde se pueda garantizar los recursos disponibles en todo momento y lograr un ahorro a nuestro país.

Nos hemos centrado en preguntas que nos brinden soporte para presentar alternativas que sean aceptadas por los habitantes de la Residencial Santa Cruz etapa I.

##### 4.3.1 Servicio y Cobro

La presente figura hace alusión a la cantidad de encuestados de la Residencial Santa Cruz de la etapa I la cual refleja el desacuerdo en el monto cobrado por recibir el servicio de

alumbrado público y a su vez el cruce demuestra que el monto cobrado es elevado según la percepción de las personas que habitan en dicha zona, también resulta oportuno mencionar que existe el desconocimiento del monto cobrado en el recibo público por parte de abonados de la residencial.



**Figura 32 Cruce de variables 1: Pregunta 4 y Pregunta 5**

#### 4.3.2 Necesidades que se deben cubrir con el Sistema Inteligente

Se observa claramente que los habitantes de la Residencial esperan con la instalación de un sistema de iluminación se contribuirá al desarrollo energético de la comunidad convirtiéndose en un sistema rentable y sostenible que contribuirá a la reducción del cobro de alumbrado público de su facturación mensual, es evidente entonces, que los beneficios del sistema serán notorias ya que tendrán sistemas de monitoreo, notificaciones de falla y disminuirá el impacto en el medio ambiente, ya que el sistema pretende fomentar conciencia social a los beneficiados.

# Necesidad vrs Aceptación

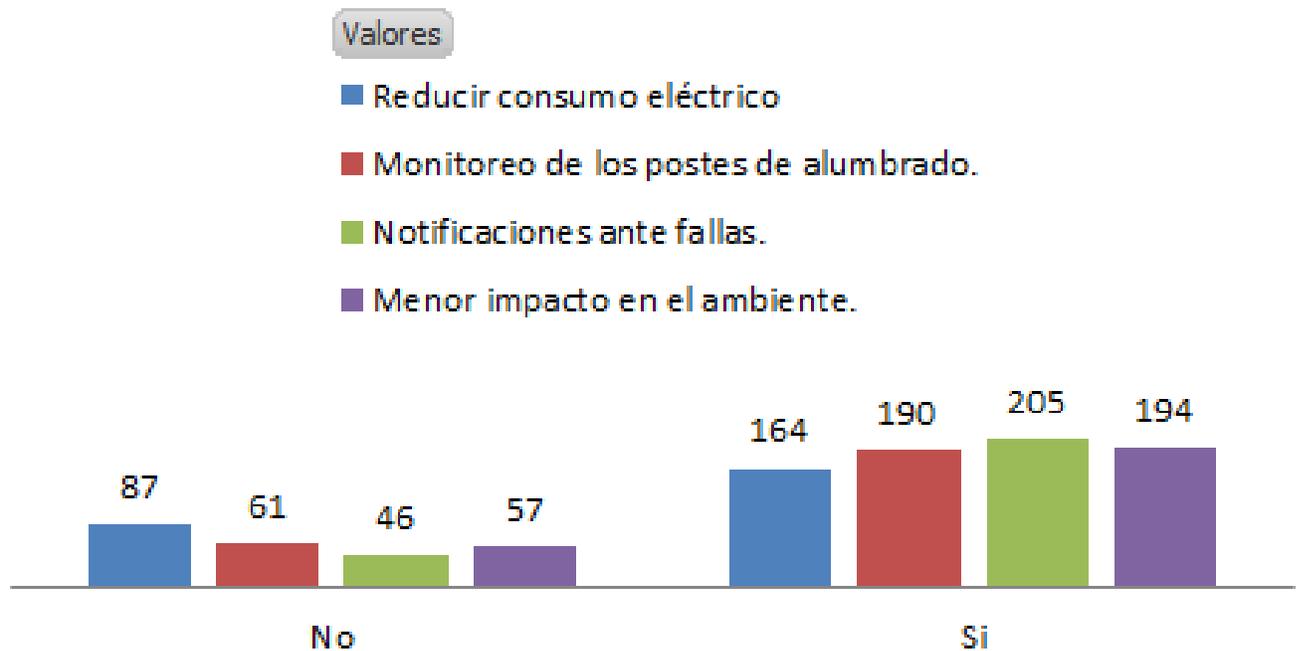


Figura 33 Cruce de variables 2: Pregunta 12 y Pregunta 16

## 4.3.3 Contaminación

Uno de los componentes que forman parte de estos sistemas inteligentes, es la tecnología LED, son numerosos los beneficios que la implementación de ellos conlleva. La encuesta refleja que en su mayoría los habitantes están de acuerdo que el uso de esta nueva tecnología contribuirá en reducir emisiones de CO<sub>2</sub> y disminuir la contaminación lumínica, existe un grupo que considera tiene una opinión neutral en cuanto al cambio de tecnología la cual se puede justificar por la falta de conocimiento de problemas ambientales.

## Tecnología vrs Contaminación

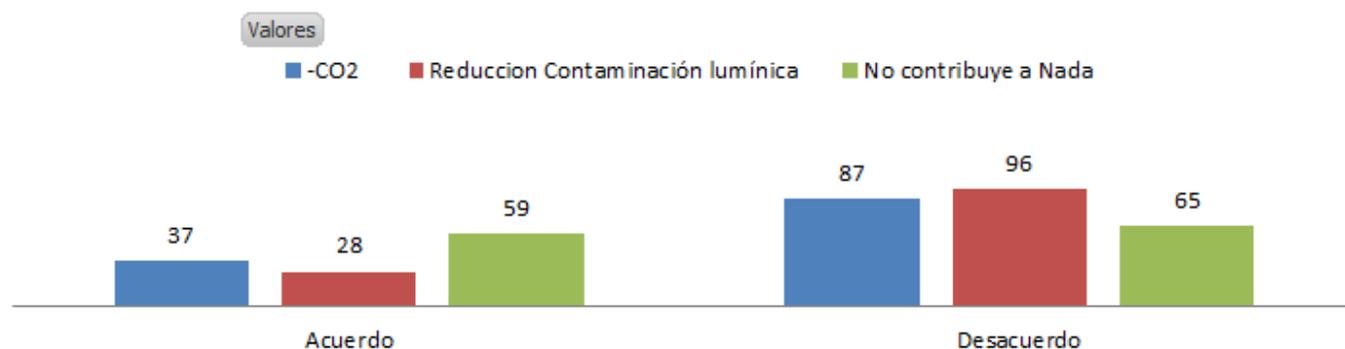


Figura 34 Cruce de variables 3: Pregunta 3 y Pregunta 15

### 4.4 Entrevista EEH

Como parte de la recolección de datos para la investigación del proyecto Sistema de iluminación Inteligente para el alumbrado público de la Residencial Santa Cruz Etapa I del Distrito Central de Honduras, se llevó a cabo una entrevista con el Ingeniero Oscar Julián Ravelo Chaparro mismo que ejerce el cargo de Director de Gestión de Distribución de la Empresa de Energía Honduras (EEH), el objetivo de la misma consistía en conocer los procesos y metodología que la empresa utiliza para llevar a cabo todo lo relacionado con la energía eléctrica en Honduras. Sumado a ello, se le hicieron una serie de preguntas con el fin de aclarar dudas sobre este servicio.

Dentro de los puntos importantes que se tocaron en la reunión se pueden destacar los siguientes:

Distribución de Tarifas:

- Tarifa Residencial = 101
- Tarifa Comercial = 201

- Tarifa Industrial = 301
- Tarifa Gobierno

Después de las consideraciones anteriores, el entrevistado recalco que la tarifa va en función de la demanda por parte de los abonados. Dejando claro que dichas tarifas y cobro por alumbrado público no son establecidas por la EEH, sino por el gobierno. Después de lo anterior expuesto, él nos mencionaba que las principales funciones que la EEH posee son:

- Devolver flujo de caja a la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).
- Operacionalización.
- Mantenimiento Correctivo y Preventivo de la Energía Eléctrica.
- Recuperación de Perdidas.
- Recaudo y Facturación.

Resulta oportuno mencionar que para brindar el servicio de energía eléctrica en Honduras existen 3 procesos importantes:

- Generación
- Transmisión
- Distribución

La ENEE es la empresa responsable del proceso de generación y transmisión. La EEH se encarga única y exclusivamente de la distribución, es decir llevar la energía desde las subestaciones hasta nuestras casas. Cabe mencionar que el ingeniero hizo énfasis muchas veces en que la EEH no es la encargada del alumbrado público del país, tampoco dicta los montos por cobro de ellos. Dicha empresa solamente se encarga de hacer la lectura e imprimir recibo de facturación mensual. El contrato de la EEH con Honduras tiene una duración de 7 años, si bien

es cierto el documento contiene los objetivos y tareas antes mencionadas para que la Empresa de Energía Honduras cumpla, sumándole a ello la responsabilidad que tienen en contribuir a la mejora en la calidad de vida de los hondureños, convirtiendo el servicio de energía eléctrica en una necesidad primaria.

“Hondura cuenta con 817,000 postes a nivel nacional, una red rica de alumbrado público” indicó Ravelo, porque no utilizar a beneficio del país estos recursos, cuidándolos y dándoles el mantenimiento adecuado para que sea a favor de los hondureños tener una red de alumbrado eficiente.

#### **4.5 Entrevista ENEE**

Se llevó a cabo una entrevista a un colaborador de ENEE para conocer la otra cara de la moneda en cuanto al sistema de alumbrado público actual. El ingeniero Rolando A. Castillo Subgerente de Planificación y Gestión Comercial con una experiencia de 18 años en la ENEE nos comento acerca de lo siguiente:

La producción de energía de la ENEE se divide en dos partes:

Generación Propia = Recurso Hidroeléctrico del Cajón, Cañaveral, Rio Lindo, Coyolar y poca generación térmica.

Generación de Empresa Privada = Bunker, eólica, hídrica, solar, fotovoltaica y Biomasa.

La represa El Cajón aporta un 23% de toda la generación de la ENEE, a nivel de matriz energética y la térmica está en un 35% el resto se considera generación privada en un 65%

Básicamente la ENEE ha considerado hacer uso de fuentes que no dañen el planeta logrando un 35% de fuentes térmicas y 65% fuentes renovables en cuanto a la matriz energética.

Referente al cálculo del cobro por alumbrado público, el mismo se realiza de acuerdo a la cantidad de luminarias que se tienen en el sistema a nivel nacional, por tipo de tecnología y su consumo, esta se cobra a todos los abonados del sistema eléctrico, utilizando tres escalas de consumo y aplicando una fórmula matemática para el rateo. Básicamente quien consume más va a pagar más de alumbrado público.

La fórmula es cargo fijo que se compone de: la operación, mantenimiento y cantidad de luminarias totales; y cargo variable el cual se explicó anteriormente que va de acuerdo a las escalas de consumo de los abonados.

Consumo de energía de alumbrado público esta aproximadamente en 24GWh Mensuales.

Rangos de Consumo kWh de medidor de cada abonada para el cobro de alumbrado público:

- 0 – 1023
- 1024 – 2813
- 2814 – En adelante.

La ENEE tiene un área específica que se encarga del alumbrado publica, de monitoreo y mantenimiento de las luminarias en la medida que se pueda, dado que si se dañan piezas específicas como bombillos, balastos, dispositivos de arranque estas dificultan o atrasan las labores de mantenimiento, pero actualmente se está gestionando que se tercerice este servicio. Los tiempos no son buenos, pero se espera que se optimice.

Se ha realizado cambio de lámparas LED en bulevares, anillos, zonas deportivas y algunas zonas comunitarias. En el caso de una nueva residencial o colonia esta debe entregar a la ENEE el diseño y mapa de ubicación de luminarias y distribución, los habitantes pueden instalar la tecnología que les parezca adecuada por ejemplo lámparas LED.

Es necesario que para realizar un cambio tecnológico se realice un plan de inversión, para considerar si al hacer la instalación se logra la eficiencia energética, pero se debe compensar la inversión para no tener pérdidas en la ENEE o que la CREE modifique el monto aprobado de consumo de alumbrado público y lo reduzca antes que se retorne la inversión.

La CREE está en una etapa de evolución por lo cual todavía no hay normas definidas para un estándar de alumbrado público, por ahora el alcance de la CREE es número de luminarias permitidas, tipos de luminarias, cuantos vatios consume cada luminaria y dispositivo de arranque, además de la supervisión.

Con el tema ambiental, se trata de cumplir en lo que se puede con la ley general de industria eléctrica, pero no se tiene una norma técnica establecida por el momento.

En cuanto a la idea del sistema de iluminación inteligente, el Ingeniero Rolando considera que tener dispositivos de control por zonas donde se detecte y notifica fallas de luminarias vendría a mejorar significativamente el servicio y lograr mayor eficiencia de consumo de energía, aun así, es necesario tener en cuenta la inversión que se debe realizar para hacer uso de estos controles.

Se puede realizar una propuesta de este tipo para un circuito cerrado donde se realice el cambio de tecnología, se coloquen medidores para el consumo, solicitar a la ENEE que se retire el cobro de alumbrado actual y que se haga solo del circuito, con este ejemplo se obtendría una reducción en el cobro de alumbrado, pero la inversión sería por parte de los habitantes de dicho circuito. Es necesario ver el tema legal sobre la ley, pero se puede proponer a la CREE para poder realizarla.

## 4.6 Análisis FODA

Como parte de la investigación, se presenta la matriz FODA correspondiente al sistema inteligente de iluminación para el servicio de alumbrado público para la Residencial Santa Cruz etapa I. Tomando en cuenta una perspectiva global de los entes que entregan el servicio hasta el usuario final y su respectivo análisis, considerando las oportunidades y amenazas precedidas de un ambiente externo. De igual manera, debilidades y fortalezas identificadas de un ambiente interior.

Fortalezas	
<b>F</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ El sistema de iluminación inteligente hace uso de tecnología de última punta.</li><li>❖ Automatización de procesos.</li><li>❖ Contribuye al ahorro en el consumo energético.</li><li>❖ Favorece al desarrollo socioeconómico.</li><li>❖ Contribuye al cuidado del medio ambiente.</li></ul>
Oportunidades	
<b>O</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Primera Residencial a nivel nacional, en recibir un estudio de factibilidad para la instalación de un sistema inteligente para la iluminación del alumbrado público de la zona.</li><li>❖ Creación de Alianza con empresas constructoras.</li><li>❖ Crear alianza con proveedores para insumos eléctricos, con el objetivo de exponerse a nuevos mercados.</li></ul>

- ❖ Llamar la atención de negocios que requieran de estos sistemas inteligentes, generando la posibilidad de insertarse en varios campos/segmentos.

### Debilidades

## D

- ❖ No contar con los recursos logísticos propios para el mantenimiento de alumbrado público y energía eléctrica, ya que actualmente la ENEE es dueña de los activos, herramientas, materiales, etc.
- ❖ No se tienen un plan a largo plazo para realizar el cambio de bombillos de forma preventiva, solamente de forma reactiva y en algunas zonas de nuevo ingreso al sistema de iluminación.
- ❖ Carecimiento de un sistema de monitoreo de las lámparas de alumbrado público.
- ❖ Falta de un sistema de iluminación que genere ahorros energéticos al gobierno.
- ❖ El costo del servicio de alumbrado público es dependiente del consumo de kWh del abonado y no del consumo real de alumbrado público.
- ❖ Las lámparas actuales provocan un impacto ambiental, ya que algunas contienen metales, mercurio y producen gases de CO<sub>2</sub>.
- ❖ Costo elevado de implementación inicial por el cambio de lámparas tradicionales a tecnología LED.

## Amenazas

**A**

- ❖ Política de gobierno que demanda los precios de las tarifas de kWh, las cuales no están dentro del contrato de EEH de forma controlada y se puede sacar provecho afectando los indicadores de reducción de endeudamiento.
- ❖ Falta de compromiso por mejorar, incluso mantener el actual, sistema de alumbrado público, causando muchas quejas por falta de iluminación en algunos sectores del distrito central.
- ❖ Dependencia de la ENEE para realizar mantenimientos y reparaciones de diferentes sectores de la capital.
- ❖ Todo el recaudo de cobro de energía eléctrica va directamente a la ENEE lo cual puede generar inestabilidad ante la situación política de la institución y causar atrasas en la operación de la EEH por depender de los compromisos económicos y logísticos con la gobierno.
- ❖ Vandalismo en diferentes sectores que dañan los circuitos y alumbrado de energía para fines de extorsión, asalto, etc.

Parte del hallazgo de la investigación tanto cualitativa como cuantitativa, era comprender el nivel de conocimiento y satisfacción que los abonados de la residencial Santa Cruz etapa I tenían con respecto al servicio de alumbrado público. Gracias al instrumento de recolección de datos “encuesta” conocimos a detalle los puntos claves que debíamos tomar en cuenta para que

nuestra investigación tuviera éxito y fuera de apoyo a futuros trabajos relacionados con el tema.

De igual manera, se llevaron a cabo entrevistas con expertos del tema, personas con los conocimientos y experiencia necesaria que nos dieran opiniones objetivas con todo lo relacionado a la problemática que el servicio de alumbrado público de Honduras concierne. Se tomaron dos puntos de vista diferentes, esto nos permitió como investigadores tomar decisiones del rumbo que llevaría nuestro documento de investigación y el objetivo de él. Resulta interesante conocer más allá de la opinión de los ciudadanos, ya que al ser usuarios finales desconocemos procesos y metodologías de los entes encargados del servicio y solo nos dedicamos a señalar negativamente el trabajo que ellos hacen día a día.

Para finalizar nuestro análisis de un Sistema Inteligente del Alumbrado Público de la Residencial Santa Cruz Etapa I del Distrito Central se realizó un estudio de FODA, mismo nos permitió conocer variables del ambiente interno y externo que podrían influir negativa o positivamente el trabajo que se está llevando a cabo. Como último y no menos importante punto, es necesario recalcar la importancia que el servicio de alumbrado público tiene en nuestro país. Es obligación del gobierno y nosotros como ciudadanos de cuidar los recursos que tenemos en pro del beneficio de nuestro país.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

1.- A través de las pruebas del simulador, haciendo uso del Sistema de Iluminación Inteligente de TVILIGHT y la tecnología LED se logra una disminución del 60% de los kWh que anualmente consume la residencial Santa Cruz y para traducir este en un menor pago para los abonados es necesario interponer una solicitud al ente Distribuidor en este caso siempre la ENEE para que el mismo le haga conocimiento a la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE) a través de su artículo 61 y artículo 16 de la ley General de Industria Eléctrica para que se realice una actualización en el cálculo de tarifas de energía aplicable para los abonados de la etapa I de la residencial Santa Cruz.

2.- El uso de tecnología LED garantiza una vida útil hasta de 100,000 horas a diferencias de las lámparas de sodio de alta precisión (HPS) que tienen una vida útil de 15,000 horas, también el ciclo de vida de iluminación es mejorado gracias al nivel de temperatura que alcanzan las lampas led, haciendo más lento su decoloración a diferencia de las lámparas HPS que alcanzan temperaturas de 2,300K.

3.- Con una disminución superior al 50% de los recursos de alumbrado público de las lámparas de la residencial Santa Cruz, se garantiza el uso de recursos para que sigan trabajando de forma eficiente, adicionalmente haciendo uso de lámparas LED se obtiene un menor impacto ambiental ya que no contiene metales y no produce emisiones de CO<sub>2</sub>, además de contribuir a obtener una mejor luz visible (distribución lumínica) para los habitantes de la zona.

4.- Por medio de los escenarios de simulación se puede confirmar que se obtiene un mejor desempeño en el diseño de iluminación, gracias a la variación de los lúmenes con el uso del sistema inteligente, logrando una reducción del 60% en consumo y costos de kWh, forzando así, una actualización para el cálculo de tarifas de alumbrado público y de esta forma una reducción en el gasto de facturación, además de los beneficios con los cuales cuenta el sistema de TVILIGHT para el envío de alarmas ante posibles fallas en el alumbrado para garantizar un mejor tiempo de respuesta.

## 5.2 Recomendaciones

1.- El Sistema de Iluminación Inteligente de TVILIGHT promete ser una herramienta fundamental para obtener hasta un 60% de eficiencia en el consumo de energía eléctrica y en los costos de kWh anual, los resultados mostrados son a nivel de un pequeño porcentaje de consumo de energía, si esta se realizará a nivel nacional los resultados podrían ser mayores y con el cálculo actual de alumbrado público, la repartición de kWh por abonado seria mucho menor, siendo así una clara disminución para el pago de este servicio.

2.- Realizar el cambio de lámparas LED garantiza una vida útil mayor en comparación con los bombillos tradicionales, si bien es cierto que se han empezado a realizar estos cambios en diferentes puntos de la capital, es necesario ir más allá en cuanto a tecnología, aplicando los sensores de movimiento para disminuir el trabajo de horas anuales, de esta forma se obtiene una mayor vida útil para este tipo de lámparas LED.

3.- A través de la reducción del consumo de energía de las lámparas LED y el uso de sensores de movimiento se puede operar con el menor uso de recursos, garantizando su disponibilidad en todo momento, desde otra perspectiva se reduce en gran medida la contaminación y el efecto invernadero por el uso de esta tecnología ya que no produce gases de CO<sub>2</sub>

4.- Se debe considerar todos los parámetros del diseño de iluminación para seleccionar el tipo de lámpara LED a utilizar, también identificar que proveedor de sistema de inteligente debemos adoptar según lo que tenemos, en nuestro caso hemos seleccionado a TVILIGHT y para la parte del diseño de iluminación utilizamos DIALUX, de esta forma garantizamos la eficiencia energética y un mejor tiempo de respuesta por el envío de notificaciones desde los sensores de movimiento al software de monitoreo.

## CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD

### 6.1 Alumbrado público de la Residencial Santa Cruz Etapa I.

#### 6.1.1 Información General:

Tabla 6: Alumbrado Público de la Residencial Santa Cruz Etapa I

Ítem	Cantidad
Postes de Luz Instalados	70
Ítem	Metros
Distancia Entre Postes	25-30
Altura de Postes	12
Distancia Calzada y Mástil	0.5
Distancia Calzada de la Luz	0.5
Calle Calzada (M4)	4
Camino Peatonal 1 (P3)	1.5
Camino Peatonal 2 (P2)	1.5
Ítem	Grados
Inclinación del brazo	15°
Ítem	Tecnología
Lámpara 100W	Sodio
Alta Presión	Blanca
Marca Actual	American Lite
Ítem	Horas al año
Horas de trabajo	4380

Fuente: (Propia)

Para mayor detalle en la lámpara de Sodio instalada en la zona y los circuitos eléctricos se puede ver el Anexo 6 y 7. En el caso de la simulación se tuvo que utilizar otra lámpara la cual se configuro con los mismos valores de la luminaria actual dado que no se logró obtener dentro de los catálogos del software la información de la lámpara de American Lite.

## 6.1.2 Tecnología LED Instalada actualmente en algunas zonas de la capital



**Figura 35 HP Winner Modular Lights TIA1 Series**

Fuente (HPWinner)

“Los LED encendidos, la tecnología de chip invertido, el daño de una sola unidad no afectarán el trabajo normal de los demás; El principio de la disipación de calor. Diseñado para durar al menos 60,000 horas” (HPWinner).

**Tabla 7 Especificación eléctrica y fotométrica**

Modelo	Voltaje de Entrada	Corriente (A)	Eficiencia Luminosa (lm/W)	Flux	Factor de Poder	Eficiencia Energética
TIA-1	AC-100-277	700	110	4400,2	0.95	89%
		860	105	5250,25		
		1050	100	6000,3		

Fuente (HPWinner)

### Ventajas

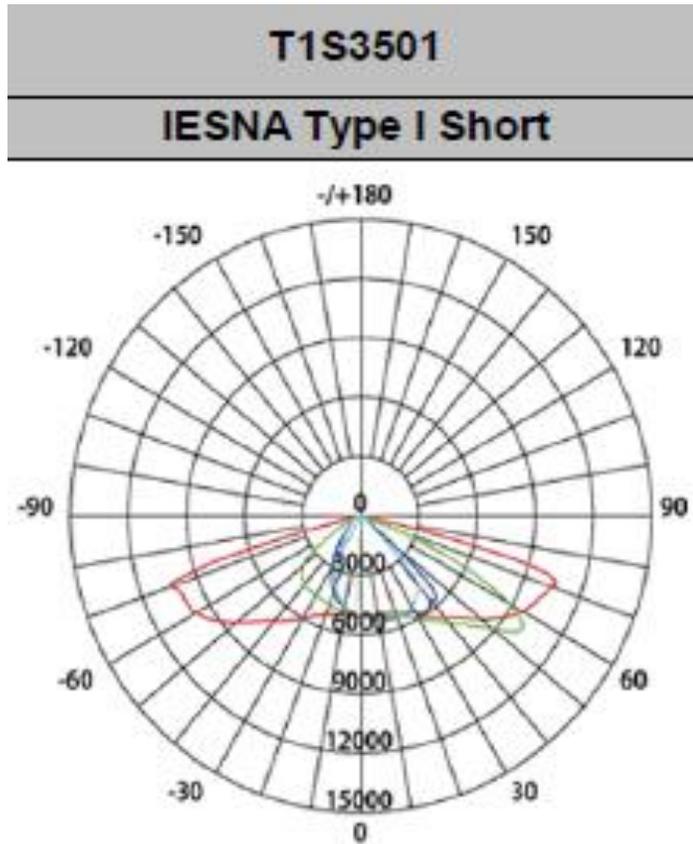
- Posee el principio de nido de abeja.
- Disipa el calor de toda la estructura.
- Fácil mantenimiento correctivo.
- Protección de doble acoplamiento.

- Fuente de luz LED de alta eficacia.
- Serialización gratuita

**Tabla 8 Especificación mecánica y ambiental**

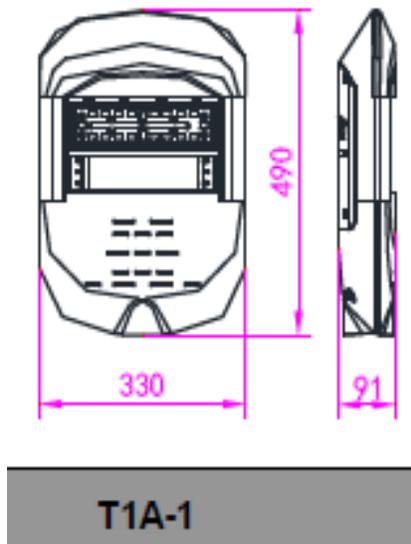
Modelo	Ambiente de Trabajo (C)	Temperatura de Almacenamiento (C)	Mantenimiento Luminoso	Material de Carcasa	Dimensiones (mm)	Tamaño Paquete	Peso (kg)
TIA-1	40 a 50	40 a 50	Mayor a 50,000.00	Aluminio	490 x 330 x 91	590 x 430 x 170	6.7

Fuente (HPWinner)



**Figura 36 Distribución Lumínica T1A-1**

Fuente (HPWinner)



**Figura 37 Dimensiones Física T1A-1**

Fuente (HPWinner)

En el caso del tipo de lámpara utilizada en el simulador, se utilizó una que cumpla con el diseño de iluminación, en el caso de esta lámpara no se logró encontrarla dentro de los catálogos del software de Dialux.

### 6.1.3 Periodo promedio de horas de consumo de las lámparas

**Tabla 9 Horas consumo Sistema**

<b>SALIDA/PUESTA DEL SOL</b>	
<b>Ítem</b>	<b>Hora</b>
Salida del Sol	6:09
Puesta del Sol	17:56
Duración	11:47 hrs.

Fuente: (AccuWeather)

En nuestro caso consideramos un horario de 12 horas de trabajo como lo está actualmente con las lámparas tradicionales.

## 6.1.4 Escenarios de Simulación

### 6.1.4.1 Primer Escenario: Alumbrado Actual.

Dentro de los parámetros a considerar tenemos que las lámparas son de sodio de 100W de alta presión, con una programación de 12 horas trabajando las 70 luminarias de forma óptima los 365 del año. Dado que se tiene un factor de pérdida por el tipo de lámpara, la de sodio es del 20% adicional al consumo estimado. Se ha realizado el siguiente cálculo de consumo de esta tecnología.

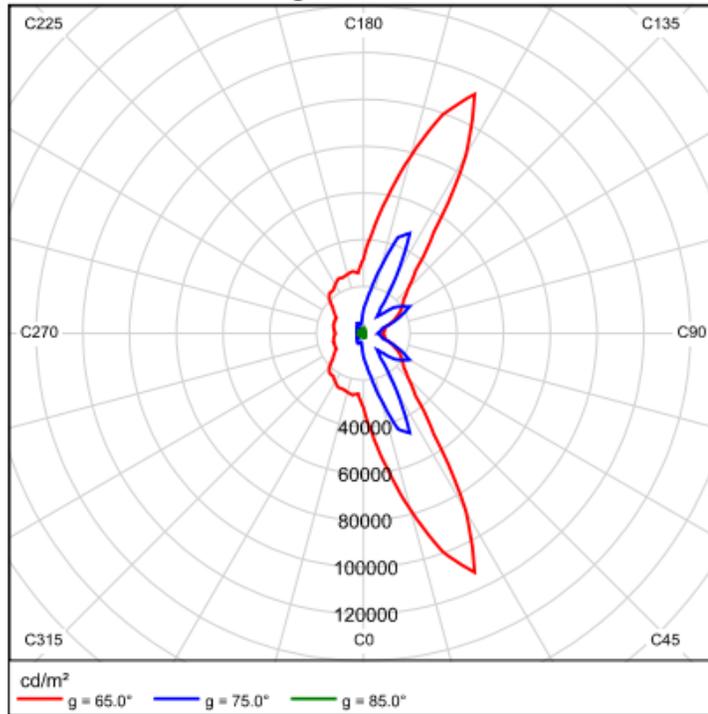
**Tabla 10 Parámetros Escenario Actual**

<b>Alumbrado Actual</b>	
Lámpara	Sodio
Watts	100
Cantidad de Luminarias	70
Factor de Pérdida	20%
Watts totales	8400
Conversión a Kilo (Potencia)	8.4
Horas de actividad	12
Conversión kWh (Energía)	100.8
Mensual kWh	3066
<b>Anual kWh</b>	<b>36792</b>
Lámpara utilizada Dialux	Philips Iridium SGS253 100W

Fuente: (Propia)

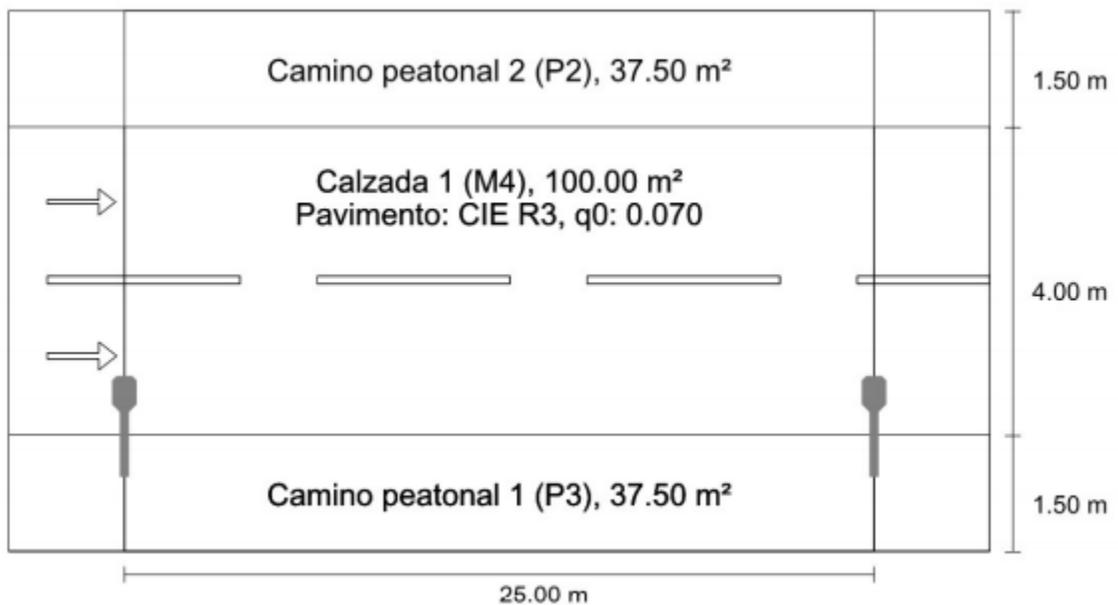
#### 6.1.4.1.1 Resultados del Escenario 1 en Dialux

Con la información proporcionada al inicio de este capítulo sobre el valor en metros y tipo de calzada de la calle, tipo de camino peatonal, distancia entre postes, altura, entre otros. Se procedió con el ingreso de los valores en el software de Dialux y nos arrojó la siguiente información.



**Figura 38 Intensidad Lumínica Lámpara Philips SGS253**

Fuente: (Dialux, 2019)



**Figura 39 Parámetros de la calle**

Fuente: (Dialux, 2019)

Resultados para campos de evaluación  
Factor de degradación: 0.92

Camino peatonal 2 (P2)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 2.00
✗ 8.50	✓ 6.66

Calzada 1 (M4)

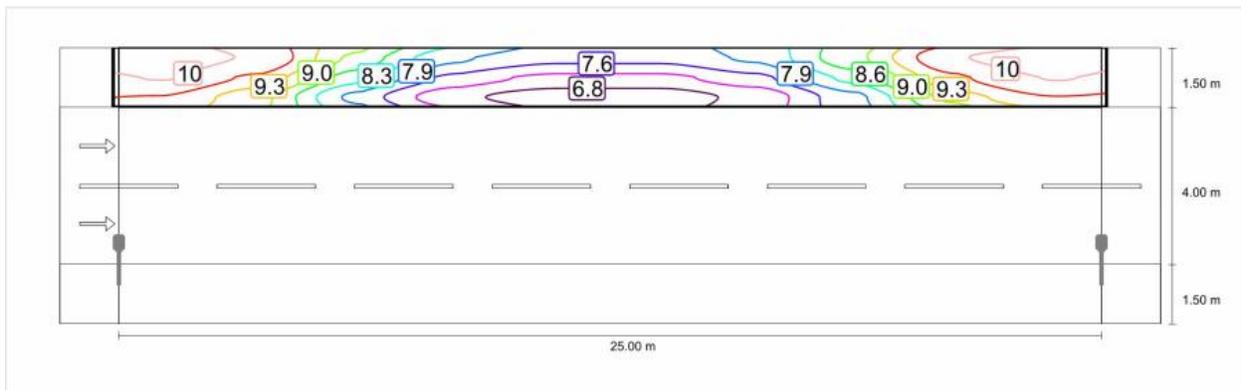
Lm [cd/m <sup>2</sup> ] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✗ 0.44	✓ 0.84	✓ 0.71	✓ 5	* 0.94

Camino peatonal 1 (P3)

Em [lx] ≥ 7.50 ≤ 11.25	Emin [lx] ≥ 1.50
✗ 6.35	✓ 4.61

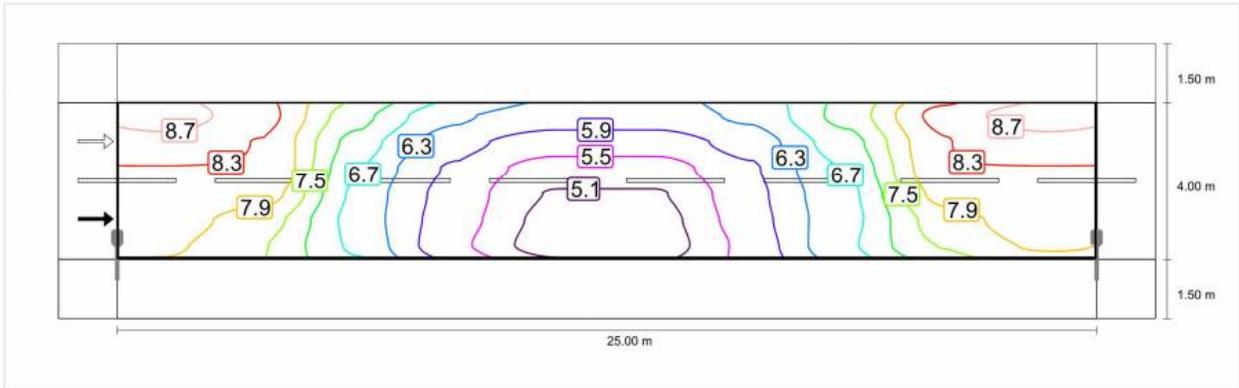
**Figura 40 Resultados Escenario 1**

Fuente: (Dialux, 2019)



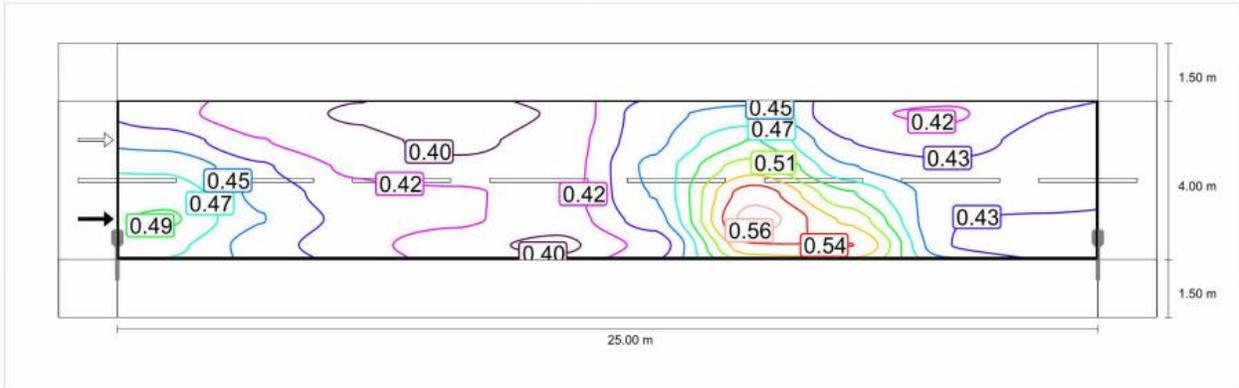
**Figura 41 Intensidad Lumínica Camino Peatonal 2**

Fuente: (Dialux, 2019)



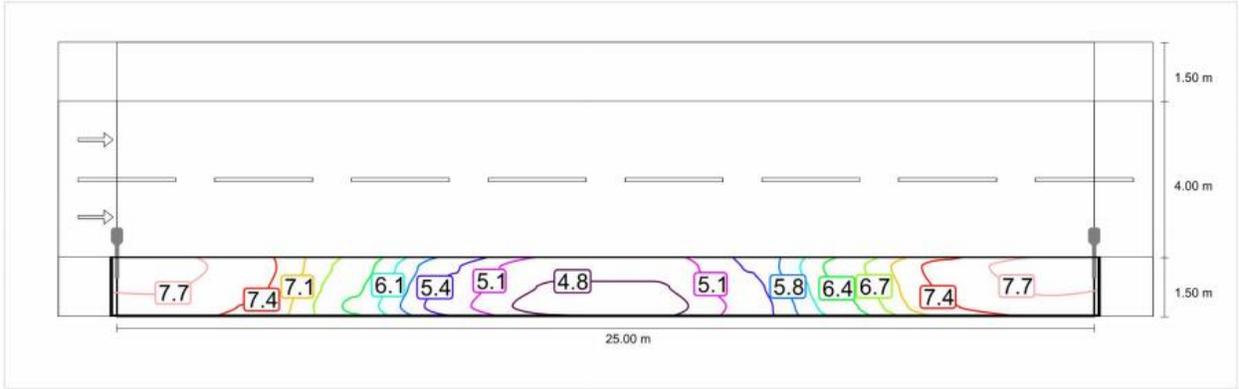
**Figura 42 Intensidad Lumínica Horizontal Calle**

Fuente: (Dialux, 2019)



**Figura 43 Luminancia en Calzada Seca**

Fuente: (Dialux, 2019)



**Figura 44 Intensidad Lumínica Camino Peatonal 1**

Fuente: (Dialux, 2019)

### Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.097 W/lxm <sup>2</sup>
Densidad de consumo de energía	
Organización: SGS253 GB 1xCDO-TT100W CR P1 (525.6 kWh/año)	3.0 kWh/m <sup>2</sup> año

#### Figura 45 Eficiencia Energética Escenario 1 Dialux

Fuente: (Dialux, 2019)

Según la figura anterior tenemos un consumo de 525.6 kWh al año por cada lámpara, lo cual haciendo el cálculo con los 70 luminarias de la etapa I obtenemos el mismo resultado mostrado en la Tabla de Escenario Actual.

#### 6.1.4.2 Segundo Escenario: Escenario Primario con Lámparas LED.

En esta prueba se ha usado un tipo de lámpara que cumpla o se adapte mejor a las necesidades de la zona en cuanto a los parámetros de iluminación, calidad, uniformidad, entre otros, el consumo de cada luminaria es de 60 Watts, usando tecnología LED, la cual no genera perdida, considerando el mismo tiempo de actividad del escenario actual, las 12 horas los 365 días del año. Tenemos la siguiente tabla:

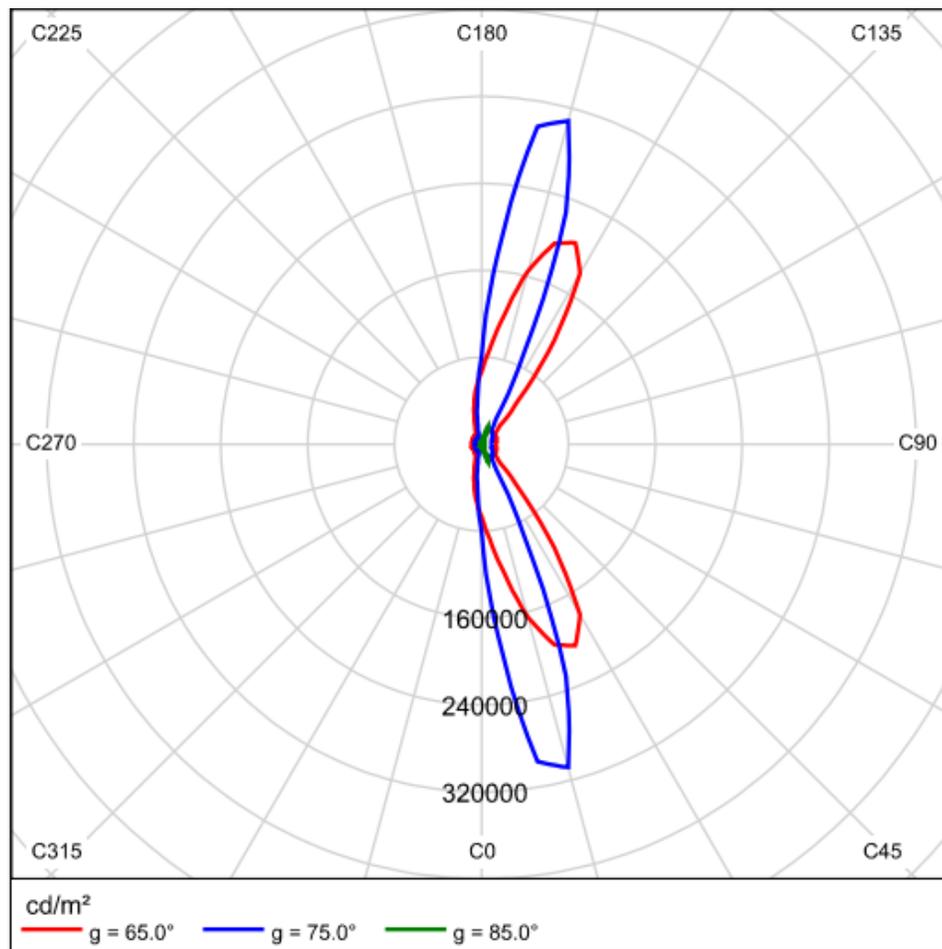
**Tabla 11 Utilizando tecnología LED**

Cambio de Lámparas	
Lámpara	LED
Potencia watts	60
Cantidad de Luminarias	70
Factor de Perdida	0%
Watts totales	4200
Conversión a Kilo	4.2
Horas de actividad	12
Conversión kWh	50.4
Mensual kWh	1533
<b>Anual kWh</b>	<b>18396</b>
Lámpara utilizada Dialux	Philips BGP762 T25 LED

Fuente: (Propia)

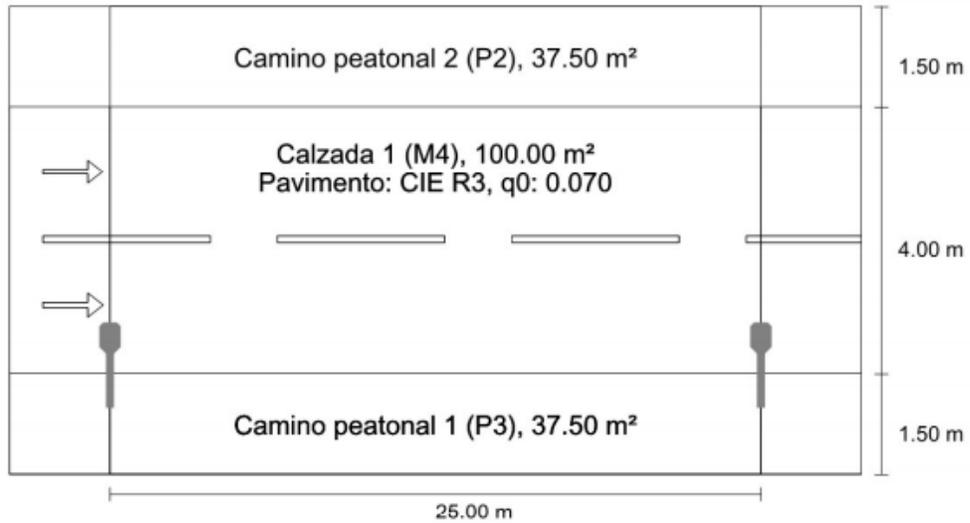
### 6.1.4.2.1 Resultados del Escenario 2 en Dialux

Como en el escenario anterior tenemos la información proporcionada al inicio de este capítulo las cuales se mantienen tipo de calzada de la calle, tipo de camino peatonal, distancia entre postes, altura, entre otros; con la diferencia que se hizo el cambio de la lámpara de sodio a una lámpara LED la cual se describe en la tabla anterior, después se procedió con el ingreso de los valores en el software de Dialux y nos arrojó la siguiente información.



**Figura 46 Densidad Lumínica Lámpara LED**

Fuente: (Dialux, 2019)



**Figura 47 Parámetros de la zona**

Fuente: (Dialux, 2019)

**Resultados para campos de evaluación**

Factor de degradación: 0.92

**Camino peatonal 2 (P2)**

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 2.00
✓ 12.56	✓ 10.35

**Calzada 1 (M4)**

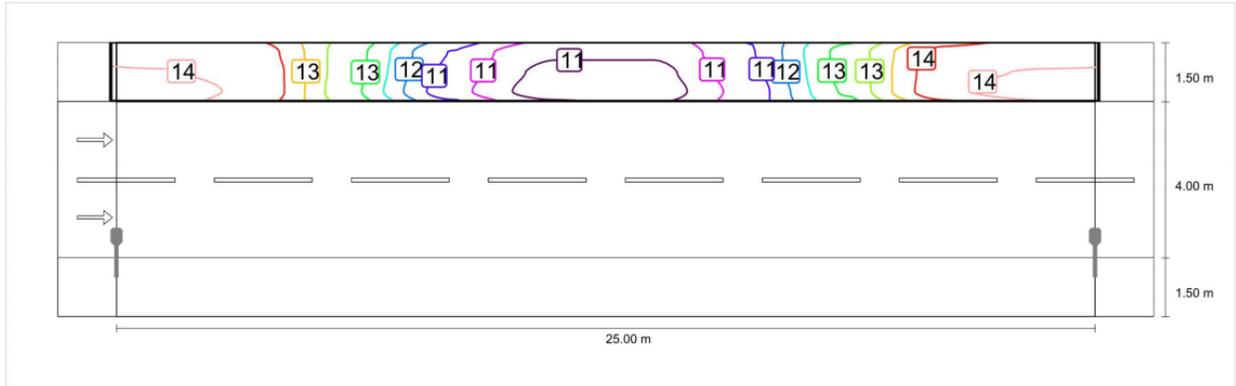
Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 0.82	✓ 0.83	✓ 0.90	✓ 4	* 0.79

**Camino peatonal 1 (P3)**

Em [lx] ≥ 7.50 ≤ 11.25	Emin [lx] ≥ 1.50
✓ 9.94	✓ 6.34

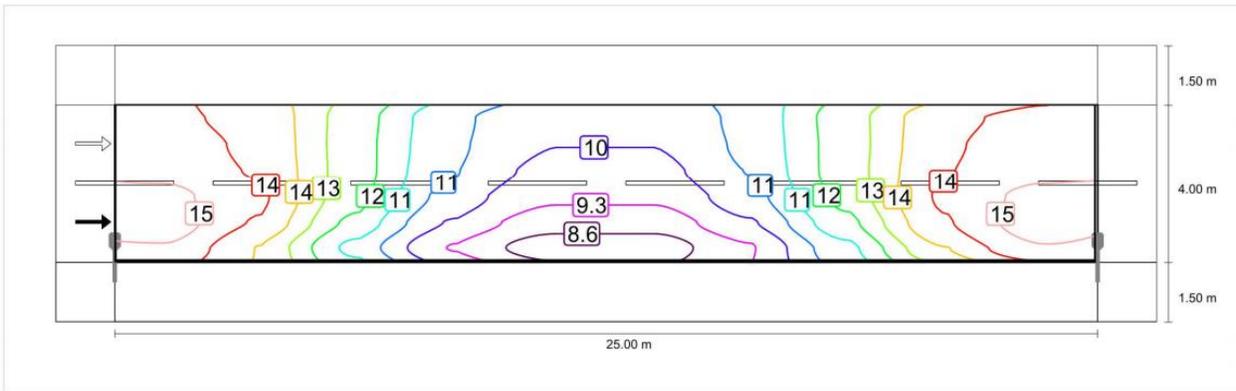
**Figura 48 Campos de Evaluación Lámpara LED**

Fuente: (Dialux, 2019)



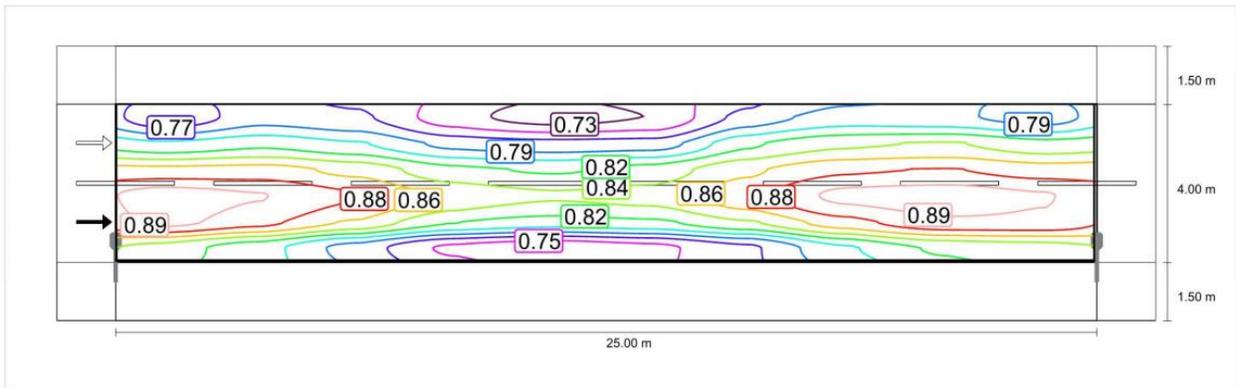
**Figura 49 Intensidad Lumínica Camino Peatonal 2**

Fuente: (Dialux, 2019)



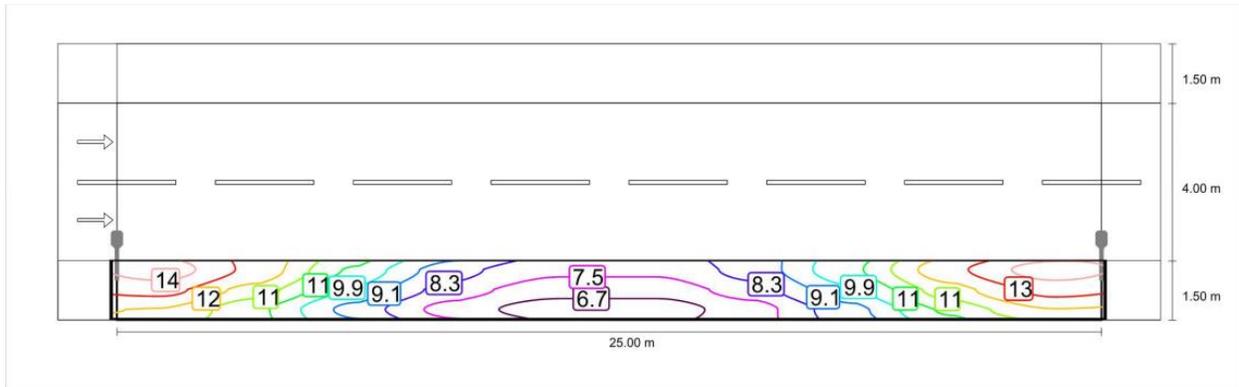
**Figura 50 Intensidad Lumínica Horizontal Calle**

Fuente: (Dialux, 2019)



**Figura 51 Luminancia en Calzada Seca**

Fuente: (Dialux, 2019)



**Figura 52 Intensidad Lumínica Camino Peatonal 1**

Fuente: (Dialux, 2019)

### Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.029 W/lxm <sup>2</sup>
Densidad de consumo de energía	
Organización: BGP762 T25 1 xLED110-4S/740 DM13 (262.8 kWh/año)	1.5 kWh/m <sup>2</sup> año

**Figura 53 Eficiencia Energética Escenario 2 Dialux**

Fuente: (Dialux, 2019)

Según la figura anterior tenemos un consumo de 262.8 kWh al año por cada lámpara, lo cual haciendo el cálculo con los 70 luminarias de la etapa I obtenemos el mismo resultado mostrado en la Tabla de Escenario Actual.

#### 6.1.4.3 Tercer Escenario: Software Inteligente.

Para finalizar la parte de la simulación, tenemos la tecnología mencionada en el escenario anterior sumado a la utilización de sensores y software para modificar los lúmenes y obtener una reducción en el consumo de kWh, en este caso si consideramos una reducción del 0.5 como factor de optimización tendremos una eficiencia energética considerable, el uso del sistema permite obtener hasta un 0.8 de reducción a medida el mismo software aprende por sí mismo, por

experiencia e incluso por la temporada del año. También podemos considerar variantes en cuanto a las horas y su consumo en lúmenes, para este caso también se ha realizado un cálculo y simulación para tener un escenario más realista.

**Tabla 12 Utilizando el Sistema de Iluminación Inteligente con Factor Ahorro**

<b>Sistema Inteligente</b>	
Lámpara	LED
Sensor	CitySense***
Factor de Ahorro	0.5
Potencia watts	60
Cantidad de Luminarias	70
Factor de Pérdida	0%
Watts totales	4200
Conversión a Kilo	4.2
Horas de actividad	12
Conversión kWh	50.4
Mensual kWh	766.5
Anual kWh	9198

Fuente: (Propio)

**Tabla 13 Utilizando el Sistema de Iluminación Inteligente con Variante de Horarios.**

<b>Potencia watts</b>	<b>Cantidad de Luminarias</b>	<b>Factor de Ahorro</b>	<b>Watts totales</b>	<b>Horas de Trabajo Año</b>	<b>Anual kWh</b>
60	70	0%	4200	1095	4599
		30%	4200	1095	3219.3
		40%	4200	2190	5518.8
Total					13337.1

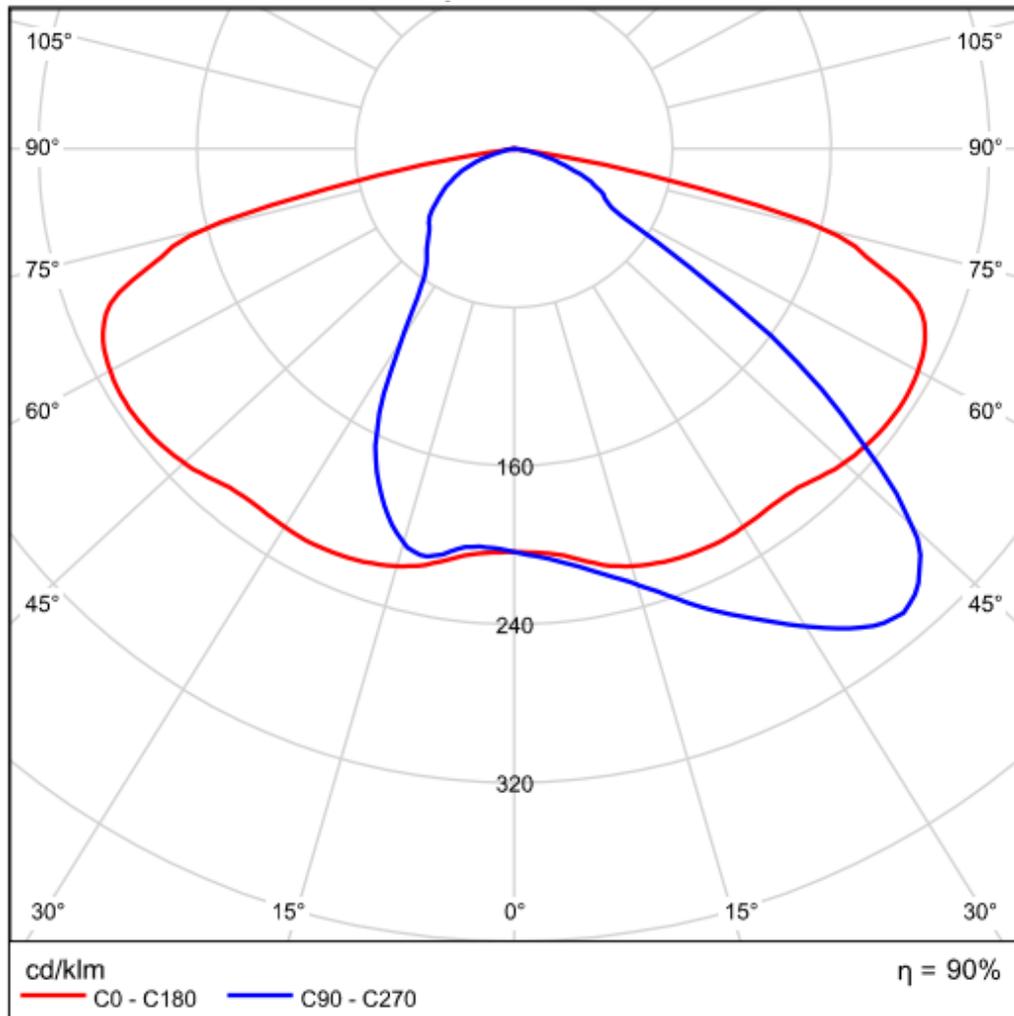
Fuente: (Propio)

\*\*\*CitySense es un sensor que nos permitirá optimizar el consumo de energía de la lámpara, en la siguiente sección se explicara todo el sistema en general.

Podemos observar que si hay una diferencia entre ambas tablas, para fines de la optimización vamos a considerar un factor de ahorro del 0.5 en los cálculos de costos de kWh.

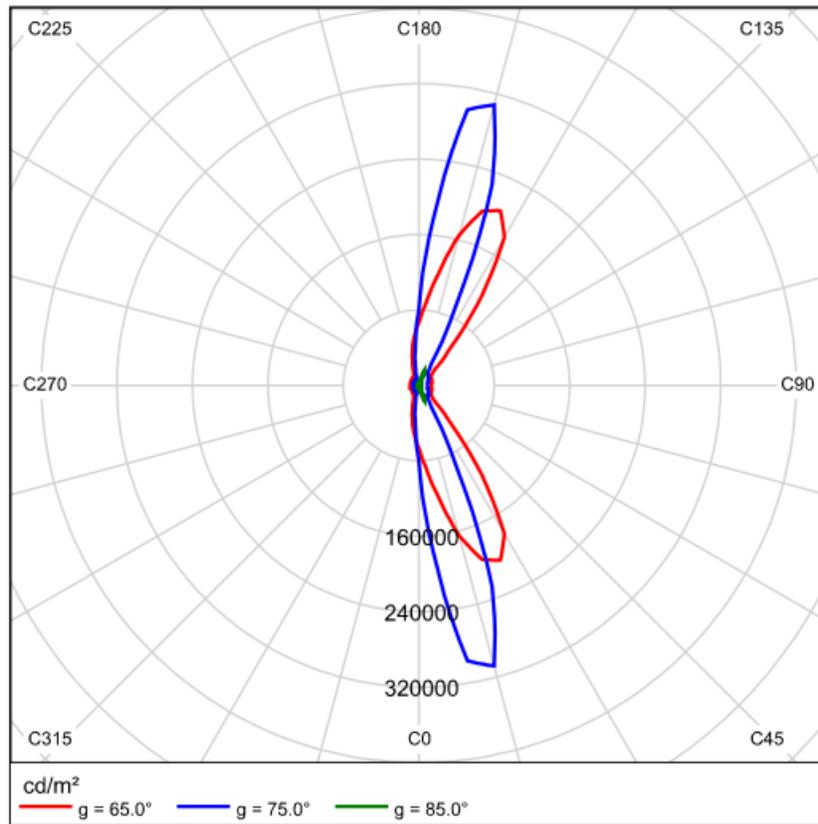
### 6.1.4.3.1 Resultados del Escenario 3 en Dialux

En este escenario hacemos uso de la misma información proporcionada al inicio de este capítulo, además de considerar la optimización del factor de ahorro del 0.5 para mostrar las figuras de la simulación, también se agregó los resultados de la simulación con los horarios y lúmenes variados. El software de Dialux y nos arrojó la siguiente información.



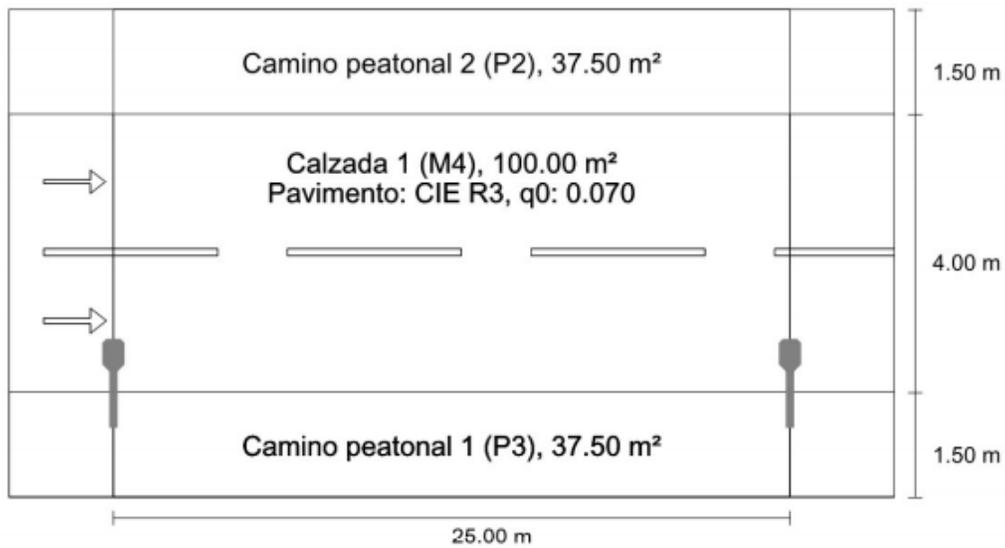
**Figura 54 Emisión de Luz | CDL Polar**

Fuente: (Dialux, 2019)



**Figura 55 Densidad Lumínica**

Fuente: (Dialux, 2019)



**Figura 56 Parámetros de la Calle**

Fuente: (Dialux, 2019)

Resultados para campos de evaluación  
Factor de degradación: 0.92

Camino peatonal 2 (P2)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 2.00
✓ 12.56	✓ 10.35

Calzada 1 (M4)

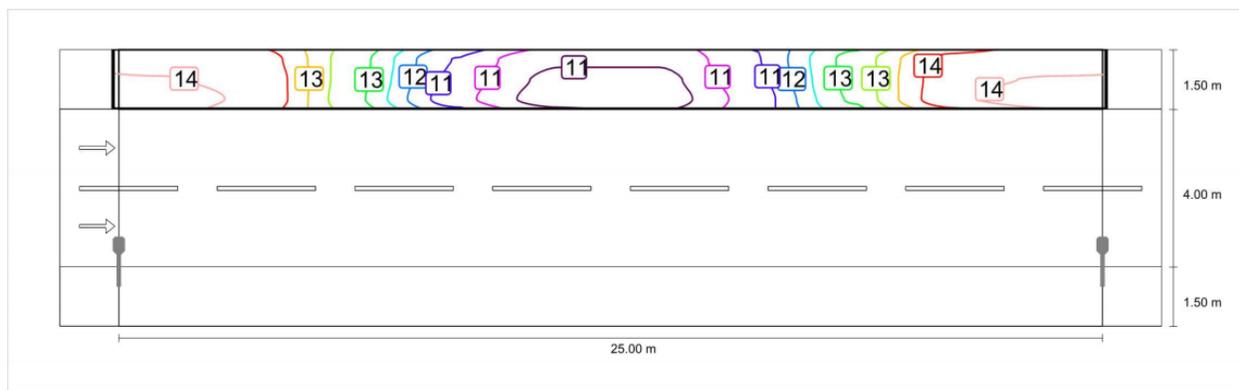
Lm [cd/m <sup>2</sup> ] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR
✓ 0.82	✓ 0.83	✓ 0.90	✓ 4	* 0.79

Camino peatonal 1 (P3)

Em [lx] ≥ 7.50 ≤ 11.25	Emin [lx] ≥ 1.50
✓ 9.94	✓ 6.34

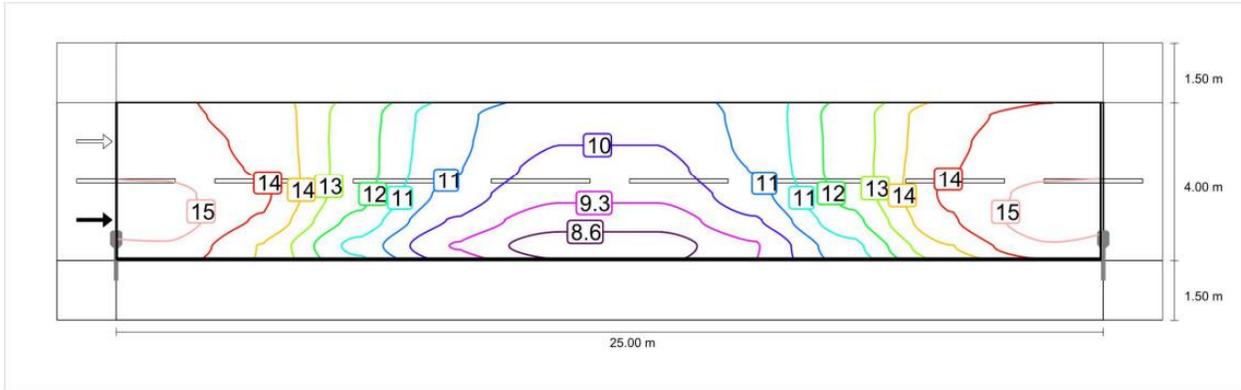
**Figura 57 Campos de Evaluación Lámpara LED con Sistema Inteligente**

Fuente: (Dialux, 2019)



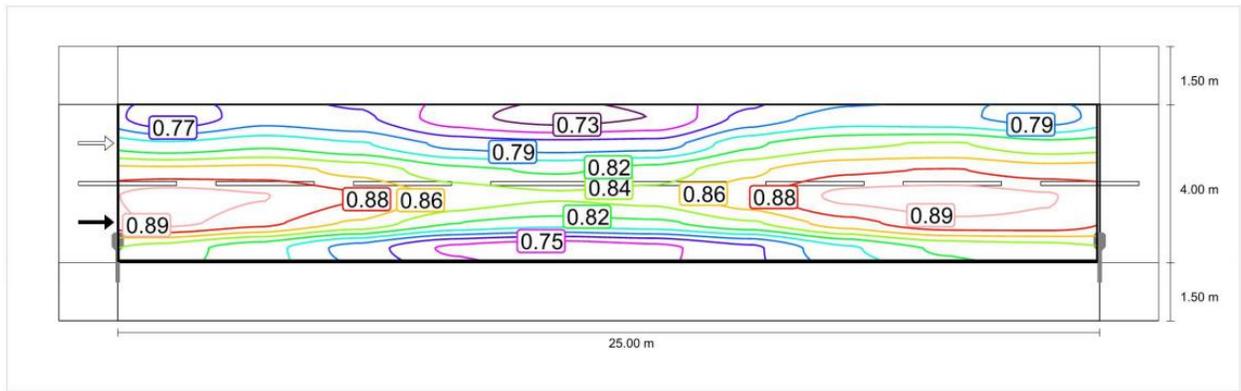
**Figura 58 Intensidad Lumínica Camino Peatonal 2**

Fuente: (Dialux, 2019)



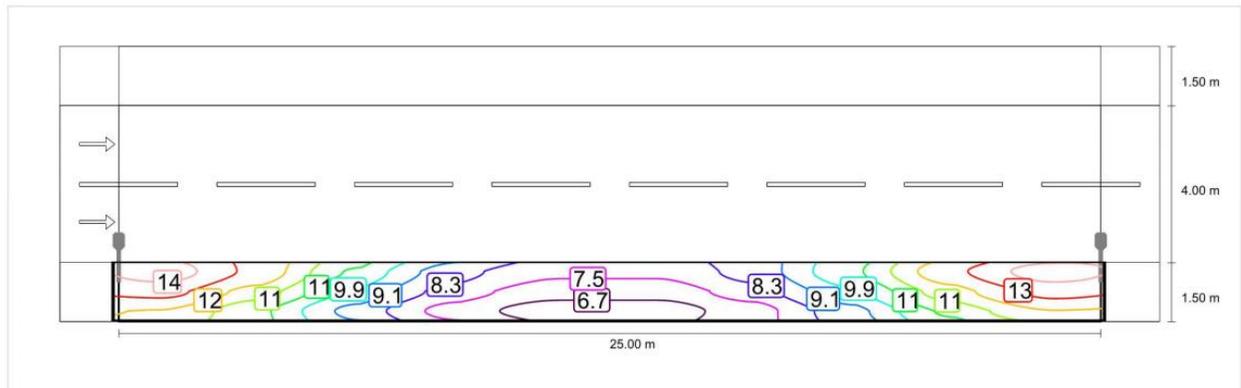
**Figura 59 Intensidad Lumínica Horizontal Calle**

Fuente: (Dialux, 2019)



**Figura 60 Luminancia en Calzada Seca**

Fuente: (Dialux, 2019)



**Figura 61 Intensidad Lumínica Camino Peatonal 1**

Fuente: (Dialux, 2019)

## Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.029 W/lxm <sup>2</sup>
Densidad de consumo de energía	
Organización: BGP762 T25 1 xLED110-4S/740 DM13 (131.4 kWh/año)	0.8 kWh/m <sup>2</sup> año

### Figura 62 Eficiencia Energética Escenario 3 Dialux

Fuente: (Dialux, 2019)

Según la figura anterior tenemos un consumo de 131.4 kWh al año por cada lámpara, lo cual haciendo el cálculo con los 70 luminarias de la etapa I obtenemos el mismo resultado mostrado en la Tabla de Escenario con el Factor de Ahorro del 0.5

Ahora con la variante en las horas y lúmenes tenemos el siguiente resultado arrojado por el Software Dialux.

Lámpara:	definido por el usuario
Flujo luminoso (luminaria):	9089.09 lm
Flujo luminoso (lámpara):	10080.00 lm
Horas de trabajo	
1095 h:	100.0 %, 60.0 W
1095 h:	70.0 %, 42.0 W
2190 h:	60.0 %, 36.0 W
W/km:	2400.0
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	25.000 m
Inclinación del brazo (3):	15.0°
Longitud del brazo (4):	1.007 m
Altura del punto de luz (1):	12.000 m
Saliente del punto de luz (2):	0.500 m

### Figura 63 Datos Escenario 3 con variante de horarios

Fuente: (Dialux, 2019)

## Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.029 W/lxm <sup>2</sup>
Densidad de consumo de energía	
Organización: BGP762 T25 1 xLED110-4S/740 DM13 (190.5 kWh/año)	1.1 kWh/m <sup>2</sup> año

### Figura 64 Eficiencia Energética Escenario 3 con variante de horario Dialux

Fuente: (Dialux, 2019)

Como se observa siempre se mantiene un consumo energético eficiente con un leve aumento en cuanto la optimización que se espera.



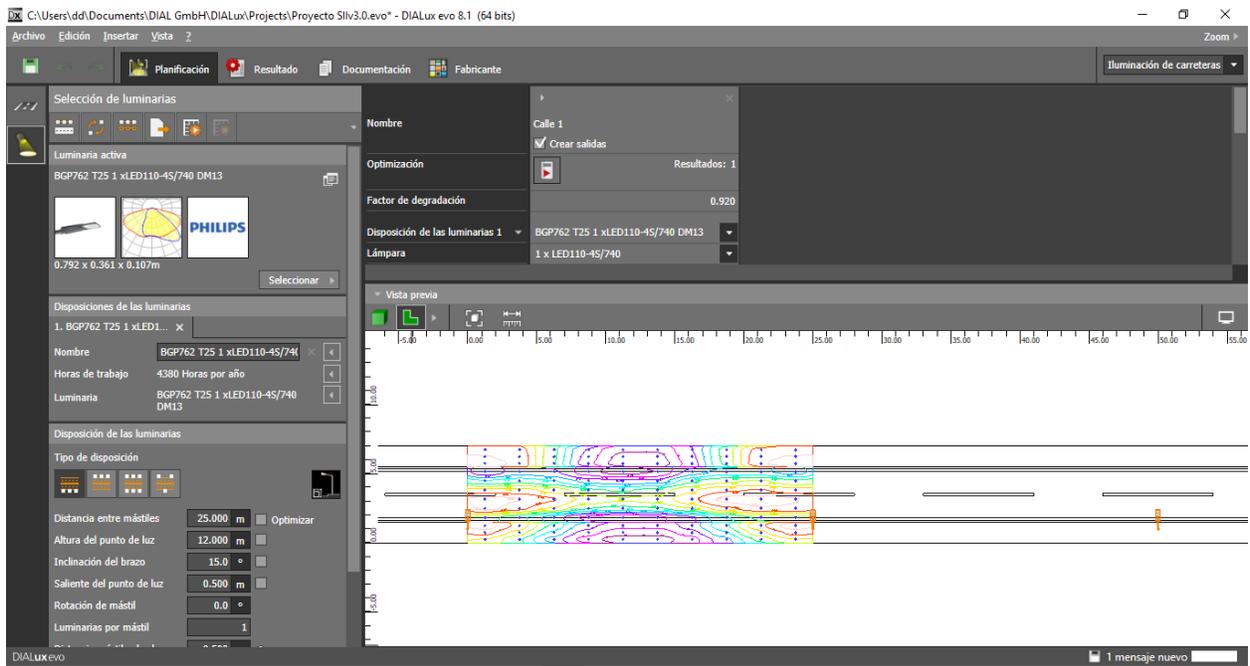
### Figura 65 Lámpara LED Philips BGP762 T25

Fuente: (Dialux, 2019)



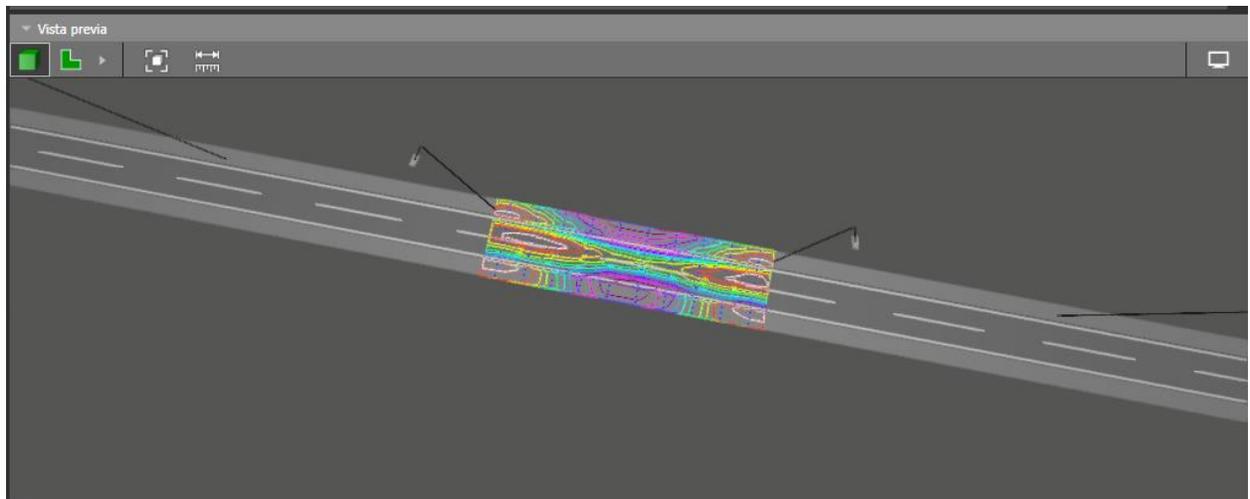
### Figura 66 Lámpara Sodio Philips SGS253 GB

Fuente: (Dialux, 2019)



**Figura 67 Software Dialux**

Fuente: (Dialux, 2019)



**Figura 68 Visualización 3D Lámparas LED**

Fuente: (Dialux, 2019)

## **6.2 Sistema de Iluminación.**

### **6.2.1 Sistema iluminación inteligente para el alumbrado público de la Residencial**

#### **Santa Cruz Etapa I**

Como parte de la propuesta de un sistema de iluminación inteligente, se realizó la búsqueda de un proveedor de dicho requerimiento, en este caso elegimos a Tvilight empresa de origen holandés líder en Europa en soluciones de iluminación de las calles.

Tvilight dentro de su misión es contribuir a la creación de ciudades sostenibles y conectadas, ofreciendo soluciones para alumbrado público basándose en sensores para reducir los costos de energía, controles de iluminación inalámbricos y software de administración de iluminación. Logrando entornos más seguros para los ciudadanos y una eficiencia energética.

Parte de la filosofía de Tvilight menciona el consumo a nivel mundial por el alumbrado público.

Las luces de la calle también son un importante consumidor de energía, ya que representan el 19% del consumo mundial de electricidad y cuestan a Europa 10 000 millones de euros cada año. Además, aproximadamente un tercio de todas las farolas europeas todavía funcionan con un estándar de la década de 1930, lo que genera un desperdicio de energía masivo y emisiones de CO2. (Tvilight, 2019)

Actualmente Tvilight ha realizado proyectos en diferentes regiones de Europa, entre las cuales tenemos: Calles, Centros Comerciales., Parques, Estaciones de trenes, Carreteras y Zonas Residenciales; las cuales no solo en Holanda, sino en diferentes países de Europa.

Lo más interesante de esta empresa es que su hardware y software se puede adaptar a la iluminación actual, tiene soluciones exclusivas donde van desde el software de administración de alumbrado hasta hardware inalámbrico para el control y monitoreo de las luminarias que se tienen, aunque no sean LED.

Tvilight ofrece muchos tipos de soluciones, pero para los fines de esta investigación nos centramos en los productos que favorecen el cambio de tecnología con los beneficios y objetivos que presentamos al inicio de este informe.



**Figura 69 Logo Tvilight**

Fuente: (Tvilight, 2019)

### **6.2.2 CitySense**

CitySense es un sensor para el alumbrado público el cual es inalámbrico, este sensor se adapta a su exterior y permite hacer modificaciones a la densidad luminosa cuando transitan personas o vehículos. CitySense permite crear una arquitectura estilo malla en tiempo real en el cual al entrar una persona en el círculo de luz se active y notifica a los sensores vecinos de movimiento activándose de forma automática, en el caso de animales pequeños, se puede hacer la detección para evitar que se active la luminosidad.



**Figura 70 Sensor CitySense Plus**

Fuente: (Tvilight, 2019)

Dentro de la lista de beneficios que brinda este producto tenemos:

- **Automatización:** ajuste de la densidad luminosa en tiempo real con la detección de personas o vehículos.
- **Detección humana avanzada:** el sensor de luz permite el reconocimiento de movimientos no humanos, como ser animales o viento.
- **Resistencia al clima:** el diseño de este control está hecho para soportar todo tipo de hostilidades y entornos exteriores.
- **Opciones Avanzadas del Sensor:** el mapa de calor generado muestra la densidad de tráfico relativa en función del número de disparadores relevantes recibidos.
- **Prueba a Fallas:** en caso de alguna falla, el sistema de alumbrado se normaliza al actual, con su densidad y periodo de activación tradicional.
- **Fácil instalación:** se puede integrar fácilmente al sistema de iluminación actual gracias a su compatibilidad universal de lámparas.
- **Sistema de Administración:** se integra con el sistema propio de Twilight City Manager.

### **6.2.3 Skylite**

Es un control inalámbrico de iluminación inteligente, el cual tiene dos variaciones: una que solo consiste en el control (hardware) y el otro Skylite Prime que viene con la luminaria, ambos trabajan de la mano con el CitySense y su software de monitoreo City Manager.

Entre los beneficios de este control tenemos:

- **Compatibilidad:** está basado en cumplimiento de los estándares de iluminación inteligente a nivel mundial, garantizando una inversión segura para el futuro.
- **Escalabilidad:** su estructura es de fácil instalación en cualquier luminaria.

- Seguimiento Avanzado de la Salud: ofrece información del estado de las luminarias, permitiendo predecir la vida útil de las lámparas para tener una planificación o mantenimiento en tiempo y forma.
- Sensor ambiental de luz integrado: permite identificar la luz natural y de esta forma complementar la densidad de iluminación.
- Luz en demanda: se adapta a cualquier rango de bajo voltaje para la detección de movimiento humano logrando una mejor experiencia de iluminación de forma automática en la calles.
- Programable y configurable: permite el control para personalizar o calendarizar el uso de energía, se puede definir donde y cuando queremos que se enciende y la densidad por día o fin de semana, cuanto tráfico de personas u horas pico.
- Diseño: en el Skylite Prime su estilo es innovador y elegante.



**Figura 71 Skylite**

Fuente: (Tvilight, 2019)



**Figura 72 SkypeLite Prime**

Fuente: (Tvilight, 2019)

#### **6.2.4 LED Driver RF**

Es una tarjeta integrada que viene con el driver de la luminaria y un control inalámbrico llamado Workhorse que se conecta con el software de administración. Este tipo de controlador elimina la necesidad de otros componentes auxiliares, menor cantidad de inventarios y costos de ensamblaje.

Gracias a su software abierto, se puede integrar a otros sistemas inteligentes para las llamadas Smart Cities, así como el software de gestión de activos entre otros.

Convierte el alumbrado tradicional LED en un sistema inteligente, además de ofrecer niveles de iluminación, diagnósticos remotos y monitoreo.



**Figura 73 Driver RF**

Fuente: (Tvilight, 2019)

### 6.2.5 City Manager

Es una plataforma web para ciudades inteligentes en la cual se puede monitorear, administrar y controlar todos los puntos de alumbrado, toda la infraestructura de iluminación. También incluye un software que puede analizar la profundidad de la luz en tiempo real y el monitoreo del estado activo de las lámparas y sensores.

Entre sus características principales tenemos:

- **Control Perfecto:** se pueden realizar configuraciones desde la estación remota además de tener acceso a toda la información en tiempo real.
- **Interfaz de Usuario Intuitiva:** se pueden tener configurados diferentes tipos de dashboard, proporciona un Data Analytics sobre el estado de las luminarias para la toma de decisiones.

- Opciones basadas en la ubicación: se puede configurar horarios y temporadas para zonas específicas de iluminación.
- Mapa basado en visualizaciones: las calles de iluminación se pueden ver representadas en Google Maps, mediante la tecnología GPS para ubicar cada punto de luminaria con el sistema.
- Reporte Automatizado de Fallas: permite identificar y reportar fallas o posibles fallas de iluminación y enviar de forma automática el aviso de las mismas, logrando un mejor tiempo de respuesta para el mantenimiento y prolongando la vida útil de las lámparas.
- Fiabilidad y Seguridad: hace uso de tecnología de VPN y encriptación de los datos para garantizar la operación del sistema y la transferencia de información cumpliendo los estándares de seguridad.
- Datos Exactos y en Tiempo Real: el detalle se puede obtener hasta por cada punto de luz de cada luminaria de esta forma se pueden crear reportes e informes.
- Mejora Continua: se hacen actualizaciones del software en la parte de seguridad y funcionalidades para garantizar un estado óptimo y rendimiento del sistema.

Además de las características anteriores, el software City Manager también propone beneficios en Instalación y Mantenimiento; Control y Administración; Ambiente y Bienestar, además de un retorno atractivo de la inversión. A continuación presentamos la siguiente tabla con los beneficios implícitos.

**Tabla 14 Beneficios de CityManager**

<b>Atractivo Retorno de la Inversión</b>	<b>Instalación y Mantenimiento</b>	<b>Control y Administración</b>	<b>Bienestar y Ambiente</b>
Ahorros de energía	Instalación simple	Profundidad y Control	Reducción de emisiones de CO2
Menos costos de mantenimiento	Apoyo en el aire	Compatibilidad con terceros	Mayor seguridad
Mayor retorno de inversión	Mantenimiento eficiente	Obtención de datos con feedback	Niveles de luz confortables

Fuente: (Tvilight, 2019)



**Figura 74 Software CityManager**

Fuente: (Tvilight, 2019)

### 6.2.6 Scan & Go

Es una app que permite la integración de todas las partes involucradas en la puesta del servicio, mantenimiento y operación de las redes de iluminación inteligente de Tvilight. A través de la aplicación se puede obtener la geo localización de los dispositivos y hacer validaciones del sistema de CityManager.

Se logra una puesta en marcha de forma fácil y ágil la instalación de las iluminaciones inalámbricas en todos los puntos Twilight.

Entre las características de esta aplicación como parte de la solución de City Manager podemos mencionar las siguientes:

- Rápido aprovisionamiento: gracias a la geo localización y monitoreo en tiempo real con el sistema City Manager.
- Escáner integrado: automatización del inventario de los equipos, gracias al lector de código de barras que viene en los dispositivos.
- Interface: intuitiva y simple, basada en Google Maps de forma estándar y Satelital.
- Implementación sin esfuerzo: su instalación permite que no se necesite de una persona especializada en sitio gracias a que se pueden realizar configuraciones de forma remota desde el CityManager.
- Administración y visión general: se puede revisar en tiempo real el estado de los dispositivos con opciones de agregar, modificar o eliminar.



**Figura 75 App Scan & Go**

Fuente: (Twilight, 2019)

### 6.3 Estudio de Factibilidad.

A continuación presentaremos el análisis de los puntos más importantes para considerar en la ejecución del proyecto, cabe destacar que en capítulos anteriores se ha explicado los beneficios socioeconómicos que representa este tipo de investigaciones. Se detallará la inversión inicial, los diferentes costos que se tienen considerando desde su traída hasta su operación, adicionalmente también un estimado de las depreciaciones de los componentes más importantes para el sistema de iluminación.

#### 6.3.1 Inversión Inicial

Presentamos el detalle del presupuesto que se debe contemplar como parte de la inversión inicial del proyecto.

**Tabla 15 Inversión Inicial**

<b>Inversión Proyecto</b>					
<b>Equipos</b>	<b>cantidad</b>		<b>precio c/u</b>		<b>Subtotal</b>
CitySense+ Ext 230Vac (+9.5 dBm) Black	70	L	6.087,06	L	426.094,33
Philips Led BGP760 LED24-4S/740	70	L	12.174,12	L	852.188,66
CityManager (Licencia)	1	L	553,37	L	553,37
Scan & Go	1	L	553,37	L	553,37
<b>Costos de Adquisición</b>					
Impuestos aduaneros Lámparas + Logística	70	L	3.287,39	L	230.117,00
Impuestos aduaneros Sensores + Logística	70	L	944,35	L	66.104,35
Transporte				L	24.427,00
<b>Costos de Implementación</b>					
Integración Hardware (servidor)	1	L	48.854,00	L	48.854,00
Mano de Obra	1			L	299.293,40
Kits Instalación de Sensores	70	L	193,68	L	13.557,55
Instalación CityManager	1	L	6.640,43	L	6.640,43
Capacitación (Sales Training Basic)	1	L	13.806,56	L	13.806,56
	<b>Total</b>			<b>L</b>	<b>1.982.190,01</b>

Fuente: (Propia)

### 6.3.2 Costos del proyecto

En esta sección se consideraron los costos para mantener el sistema inteligente garantizando su operación (Licencia de Software y enlace dedicado de datos para la comunicación de los sensores con el City Manager) y la depreciación de los componentes (Sensores y Lámparas). También se presenta el costo por cada escenario de consumo de energía.

**Tabla 16 Costo de Operación y Depreciación**

<b>Costos de Operación</b>		<b>Mes</b>	<b>Año</b>
Conexión al sistema	Enlace de datos 10MB	L 3.664,05	L 43.968,60
Licencia uso del Software	CityManager		L 55,34
Licencia uso del Software	Scan & Go		L 55,34
		<b>Total</b>	<b>L 44.079,27</b>

<b>Depreciaciones</b>	<b>años</b>	<b>Costo Anual</b>
CitySense	20	L 21,304.72
Philips Led BGP760 LED24-4S/740	20	L 42,609.43
	<b>Total</b>	<b>L 63,914.15</b>

Fuente: (Propia)

**Tabla 17 Costo de Energía Eléctrica por Escenario**

<b>Costo de Energía Actual por Alumbrado Público</b>	
Consumo mensual kWh alumbrado público residencial	3066
Consumo anual kWh alumbrado público residencial	36792
Precio LkWh 0 a 50kWh	L 3,64
Precio LkWh mayor a 50kWh	L 4,74
Costo mensual de alumbrado público	L 14.479,20
Costo anual de alumbrado público	L 174.353,93

Fuente: (Propia)

<b>Costo de Energía Actual por Alumbrado Público con tecnología LED</b>		
Consumo mensual kWh alumbrado público residencial		1533
Consumo anual kWh alumbrado público residencial		18396
Precio LkWh 0 a 50kWh	L	3,64
Precio LkWh mayor a 50kWh	L	4,74
Costo mensual de alumbrado público	L	7.212,16
Costo anual de alumbrado público	L	87.149,53

Fuente: (Propia)

<b>Costo de Energía Actual por Alumbrado Público con el sistema de Iluminación Inteligente</b>		
Consumo mensual kWh alumbrado público residencial		766,5
Consumo anual kWh alumbrado público residencial		9198
Precio LkWh 0 a 50kWh	L	3,64
Precio LkWh mayor a 50kWh	L	4,74
Costo mensual de alumbrado público	L	3.578,65
Costo anual de alumbrado público	L	43.547,33

Fuente: (Propia)

### **6.3.3 Resultados comparativos del Alumbrado Público**

Como parte de los objetivos de la investigación, queremos lograr una eficiencia energética y reducir el cobro de alumbrado público, este último se debe contemplar que también genera un costo por el consumo de kWh y que hacemos énfasis en que se necesita cambiar la forma en cómo se calcula el cobro por el servicio de alumbrado público.

A continuación presentamos un cuadro con el detalle de los % de eficiencia y ahorro en lempiras del consumo de kWh.

**Tabla 18 Alumbrado Actual vrs LED**

Resultados Alumbrado Actual vrs LED	%	Mensual	Anual
Eficiencia Energética de kWh	33.33%	L 1,533.00	L 18,396.00
Reducción de Costo de kWh mensual	33.50%	L 7,267.03	L 87,204.40

Fuente: (Propia)

**Tabla 19 Alumbrado Actual vrs Sistema Inteligente**

Resultados Alumbrado Actual vrs Sistema Inteligente	%	Mensual	Anual
Eficiencia Energética de kWh	60.00%	L 2,299.50	L 27,594.00
Reducción de Costo de kWh mensual	60.36%	L 10,900.55	L 130,806.60

Fuente: (Propia)

Como se puede observar en las tablas anteriores, hacer el cambio a lámparas LED es importante para lograr disminuir el consumo además de conseguir un menor impacto ambiental. Con el uso del sistema inteligente a un 0.5 de factor de ahorro podemos conseguir hasta un 60% de eficiencia energética, siendo clave considerablemente para todos los abonados de la Residencial Santa Cruz de la Etapa I.

#### **6.3.4 Resumen de la Factibilidad**

Ahora presentaremos un cuadro resumen de los costos, inversión inicial, en esta parte debemos considerar que se presenta el costo anual del primer año y que para los demás años se debe tener en cuenta la inflación, cambio de dólar/euros y los cambios en las tarifas establecidas por el gobierno cada periodo de tiempo.

También los beneficios sociales y ambientales que presentamos anteriormente, algo muy importante de mencionar es que Honduras debe comenzar a hacer uso de las tecnologías para beneficiar a la sociedad, además de disminuir costos en la operación y optimizar el consumo de energía eléctrica.

**Tabla 20 Factibilidad**

<b>Resumen del Proyecto</b>		
Inversión Inicial	L	1.982.190,01
Costos Operación	L	44.079,27
Costo de kWh Sistema Iluminación Inteligente	L	43.547,33
Depreciaciones	L	L63,914.15

Fuente: (Propia)

Realizando una relación entre el ahorro y el costo actual, podemos visualizar que si se consigue un menor consumo y costo. Parte del hallazgo considerado es que la presente investigación sirva de base para que se realicen en otros lugares del país. Si consideramos a nivel macro este costo haciendo uso del sistema inteligente, podemos obtener grandes ahorros en el pago del servicio de alumbrado público.

### **6.3.5 Flujo de Efectivo y Cálculo del VPN y TIR**

Dentro de los flujos de efectivo, tomando en cuenta el cuadro resumen anterior, tenemos los ingresos de dos tipos, el primero como parte del pago del servicio de alumbrado público (considerando un pago de Lps. 200.00 por la nueva tecnología) y el segundo como parte de la diferencia y eficiente energética por el consumo de kWh que se logra anualmente con el uso del sistema inteligente.

El proyecto se ha definido a un periodo de 20 años, con una tasa de recursos propios del 15% los valores presentados en lempiras con el cambio de dólares y costo de kWh actuales sin variación a lo largo del proyecto, esto para fines de cálculo de la tasa interna de retorno y valor presente neto.

**Tabla 21 Flujos Efectivo Del Proyecto**

<b>Flujos del Proyecto</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1 al 15</b>
Inversión Inicial	-L 1,982,190.01	
Ingresos (150 Viviendas pago de servicios anual)		L 360,000.00
Costos Operación		-L 44,079.27
Costo de kWh Sistema Iluminación Inteligente		-L 43,547.33
Diferencia costo actual kWh Lámpara de Sodio		L 130,806.60
Depreciaciones		-L 63,914.15
<b>Total</b>	<b>-L 1,982,190.01</b>	<b>L 339,265.85</b>

Fuente: (Propia)

**Tabla 22 VPN y TIR**

<b>Tasa de Recursos Propios</b>	<b>15%</b>
<b>VPN</b>	<b>L141,387.37</b>
<b>TIR</b>	<b>16%</b>

Fuente: (Propia)

Desde el punto de vista financiero el proyecto es rentable, se obtiene una tasa interna de retorno del 16% y un Valor Presente Neto del Lps. 141,387.37

Esta investigación sirve de base para que los nuevos estudios de proyectos residenciales se realicen bajo un esquema de iluminación inteligente, mismo dictado a través de la CREE y validado o supervisado en el entregable por la ENEE. A través de esta factibilidad presentada se puede garantizar que también se obtiene una rentabilidad financiera para su ejecución dentro de las residenciales ya existentes.

### 6.4 Cronograma de ejecución del proyecto.

Actividades	Descripción de tareas	Meses y Semanas																											
		Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Diseño	Selección del sistema Inteligente a utilizar.																												
	Compatibilidad de los componentes (sensores, bombillos etc) con el sistema.																												
	Flexibilidad del sistema.																												
	Solicitar cotización al proveedor.																												
	Finiquito de aceptación.																												
Compras	Orden de Compra.																												
	Sistema Inteligente.																												
	Sensores.																												
	Bombillos LED.																												
	Sistema de Monitoreo.																												
	Sistema de Falla.																												
Colocación	Infraestructura.																												
	Colocación de Equipo.																												
	Dimensiones de equipo.																												
	Tipo de Conectores de los equipos.																												
	Coordinación de Cableado.																												
Configuración	Sistema Inteligente.																												
	Sistema Inteligente.																												
	Sistema de Monitoreo.																												
	Sistema de Fallas.																												
Implementación	Instalación Fárolas LED.																												
	Conectarización.																												
	Estrategia de Migración.																												
	Residencial Santa Cruz Etapa I																												
	Pruebas Piloto.																												
	Set de Pruebas.																												
	Verificar Limitantes del hardware y Software.																												
	Simulación de Caídas.																												
	Informe de Pruebas.																												
	Feedback.																												
Recomendaciones de mantenimientos Físicos.																													
Entregables	Mapeo de Posiciones / Distribución de lámparas.																												
	Cantidad de Fárolas LED instaladas.																												
	Cotización del hardware y software.																												
	Mapa de la Residencial.																												
	Cuestionario de aceptación por parte de los abonados de la zona.																												
	Pruebas Pilotos.																												
	Documentación sobre recomendación de mantenimientos Físicos del hardware.																												
	Documentación sobre el proceso de soporte y escalamiento.																												
	Cotizar entrenamiento.																												
Coordinar charla con Ejecutivos.																													
Cierre de Proyecto																													

Fuente: (Propia)

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. F. (12 de Julio de 2010). NOTIMEX; México City. *Notimex*.
- AMDC. (2019). *Alcaldía Municipal del Distrito Central*. Recuperado el 04 de Febrero de 2019, de Alcaldía Municipal del Distrito Central: <http://amdc.giscloud.com/>
- Anonymous. (2012). Un futuro brillante para las ciudades inteligentes. *Business And Economics*.
- Antevenio. (10 de Mayo de 2017). *10 tecnologías disruptivas para este año*. Obtenido de Antevenio: <https://www.antevenio.com/blog/2017/05/las-10-tecnologias-mas-disruptivas-que-ya-puedes-utilizar/>
- B., C. N., & Sanders, A. (2006). *Modelo de Desarrollo, Basado en Determinantes de la Pobreza, para las Zonas Rurales de Honduras*. Zamorano: Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012.
- Buelvas, M. S. (2010). *Investigación de mercados del sector de lámparas especializadas para uso público e industrial de Tegucigalpa, Honduras*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Cardozo Méndez, G. A., & Noguera Vega, L. A. (2015). *Diseño de una metodología de evaluación técnico-económica de nuevas tecnologías para la iluminación de espacios exteriores de uso peatonal*. Bogota: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica.
- Chang, M. (03 de Octubre de 2016). El sistema LCMS™ de Billion ayuda a la ciudad de Taipei a desarrollar la red de alumbrado inteligente con LEDs para autopistas. *Business Wire*.
- ConocimientosWeb.net. (09 de 12 de 2014). *¿A qué se le llama sistema inteligente?* Obtenido de ConocimientosWeb.net: <https://www.conocimientosweb.net/portal/article2480.html>
- CREE. (2017). Resolución CREE-50. *La Gaceta*, 13.
- CriterioHN. (10 de Mayo de 2016). *CriterioHN*. Recuperado el 04 de Febrero de 2019, de CriterioHN: <https://criterio.hn/2016/05/10/aqui-los-grandes-fracasos-del-gobierno-jose-manuel-zelaya-rosales/>
- Culturación. (Enero de 2019). *¿Qué es la inteligencia artificial?* Obtenido de Culturación: <https://culturacion.com/que-es-la-inteligencia-artificial/>
- DIAL. (2018). *DIALux*. Obtenido de DIAL: <https://www.dial.de/es/dialux-desktop/>
- Dialux. (Marzo de 2019). Dialux. Tegucigalpa, D.C., Honduras.

- Diario La Prensa. (31 de Julio de 2013). *Enee se endeudará con \$215 millones durante concesión*. Obtenido de <https://www.laprensa.hn/honduras/apertura/328615-98/enee-se-endeudar%C3%A1-con-215-millones-durante-concesi%C3%B3n>
- Diario La Prensa. (Septiembre de 2014). *Roldán Duarte "Problemas de la Enee ya no pueden prevalecer"*. Obtenido de <https://www.laprensa.hn/economia/laeconomia/750533-98/rold%C3%A1n-duarte-problemas-de-la-enee-ya-no-pueden-prevalecer>
- Dresselhuys, E. (2013). Silver Spring Networks y Streetlight.Vision se Unen para Entregar la Solución Smart City (ciudad inteligente). *Wire Feeds*. San Francisco: Business Wire.
- Dumalux. (2019). *Alumbrado Público LED: Todo lo que Debes Saber*. Bogotá.
- EcuRed. (15 de Julio de 2013). *Red Inalámbrica*. Obtenido de EcuRed: [https://www.ecured.cu/Red\\_inal%C3%A1mbrica](https://www.ecured.cu/Red_inal%C3%A1mbrica)
- EEH. (01 de Diciembre de 2017). *Tarifas de EneGía*. Obtenido de EEH: <https://www.eeh.hn/es/tarifas-de-energia-PG55>
- EEH. (Enero de 2019). *EEH*. Obtenido de <https://www.eeh.hn/es/ipaginas/ver/G72/52/eeh/>
- EFE News Services, I. (Jan 7, 2017). Montevideo se pondrá "a la vanguardia" con iluminación inteligente en 2017: URUGUAY ENERGÍA. *EFE News Service; Madrid*.
- Electrica, E. d. (s.f.). *ENEE Planificacion*. Recuperado el 03 de Marzo de 2019, de ENEE Planificacion: [http://www.enee.hn/planificacion/2018/cobertura/PUB-COB-ELECT-MARZO-18%20\(09-04-18\).pdf](http://www.enee.hn/planificacion/2018/cobertura/PUB-COB-ELECT-MARZO-18%20(09-04-18).pdf)
- ENEE. (Enero de 2019). *Empresa Naciona de Energía Eléctrica*. Obtenido de <http://www.enee.hn/index.php/empresa/86-historia>
- Fernández, D. L., & Mideros, D. (2018). Diseño de un Sistema Inteligente y Compacto de Iluminació. *LCC:Engineering (General). Civil engineering (General)*.
- Flores Arias, J. M. (s.f.). *Confiabilidad de los sistemas de alumbrado público en el contexto de la Smart Grid*. Cordoba, España: Universidad de Córdoba, Servicio de Publicaciones.
- Gélvez, A. G., & Márquez, M. P. (2009). *Gestión de Mantenimiento de Alumbrado Público*. Bucaramanga: Universidad Industrial de SANTANDER.
- Gomes, T. C. (s.f.). *Tecnicas e Instrumentos de Recogida de Datos*.
- Hondudiaro. (Septiembre de 2018). *Unos 1,000 empleados serán restituidos en la ENEE*. Obtenido de <https://hondudiaro.com/2018/09/11/unos-1000-empleados-seran-restituidos-en-la-enee/>

- HPWinner. (s.f.). [http://hpwinner.com/uploads/file/20150601/20150601092107\\_7569.pdf](http://hpwinner.com/uploads/file/20150601/20150601092107_7569.pdf). Recuperado el 01 de Marzo de 2019, de [http://hpwinner.com/uploads/file/20150601/20150601092107\\_7569.pdf](http://hpwinner.com/uploads/file/20150601/20150601092107_7569.pdf): [http://hpwinner.com/uploads/file/20150601/20150601092107\\_7569.pdf](http://hpwinner.com/uploads/file/20150601/20150601092107_7569.pdf)
- <http://www.hpwinner.com/detail-68.html>. (s.f.). <http://www.hpwinner.com/detail-68.html>. Recuperado el 03 de Marzo de 2019, de <http://www.hpwinner.com/detail-68.html>: <http://www.hpwinner.com/detail-68.html>
- J Casas, J. R. (s.f.). *La Encuesta como Tecnica de Investigacion*. Recuperado el 29 de Enero de 2019, de La Encuesta como Tecnica de Investigacion: <https://scholar.google.es>
- LG Electronics. (10 de Marzo de 2016). LG Electronics introduce la iluminación inteligente para la industria y el sector público, de forma gratuita. *PR Newswire en Español (South America); New York*.
- Maestros del Web. (10 de 10 de 2007). *¿Qué es el IPv6?* Obtenido de Maestros del Web: <http://www.maestrosdelweb.com/evolucionando-hacia-el-ipv6/>
- Maps, G. (2019). *Google Maps*. Recuperado el 26 de Enero de 2019, de Google Maps: <https://www.google.com/maps>
- Master Magazine. (15 de 01 de 2019). *Definición de LED*. Obtenido de SISTEMAS: <https://sistemas.com/led.php>
- Medina, M. I. (s.f.). *Técnicas e instrumentos de investigación*. Recuperado el 30 de Febrero de 2019, de Técnicas e instrumentos de investigación: [http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/tecnicas\\_instrumentos.html](http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/tecnicas_instrumentos.html)
- Mendez, R. (2017). Montevideo se pondrá "a la vanguardia" con iluminación inteligente en 2017: URUGUAY ENERGÍA. *EFE News Service; Madrid*.
- Miguel, J. C. (2004). *Estadística Para Administración e Econmía*. Mexico: Pearson.
- Morale. (1 de Agosto de 2006). Ponen límites al cobro del alumbrado público. *Grupo de Diarios América*.
- Morale. (01 de Agosto de 2006). Ponen límites al cobro del alumbrado público. *Business And Economics-Economic Situation And Conditions*.
- O., A. I. (2017). La iluminación inteligente ahorra energía, previene delitos y suma comodidad al hogar. *Science/Technology*.

- Plangeneralcontable. (Enero de 2019). *Vida útil*. Obtenido de Plan General Contable:  
<https://www.plangeneralcontable.com/?tit=vida-util&name=Glosario&op=content&tid=888>
- Poder Legislativo. (2007). Ley para la producción y consumo de Biocombustibles. *La Gaceta*, 1-6.
- Poder Legislativo. (2014). Ley General de la Industria Eléctrica Decreto No. 404-2013. *La Gaceta*, 1-24.
- Poder Legislativo. (2017). Comisión Reguladora de Energía Eléctrica. *La Gaceta*, 1-50.
- PR Newswire Association LLC. (17 de Marzo de 2016). Huawei lanza la Connected City Lighting Solution, que permitirá ahorrar un 80% de energía en la iluminación municipal. *PR Newswire en Español (South America); New York*.
- Proceso Digital. (15 de Octubre de 2018). *Detenidos un centenar de proyectos de generación de energía limpia en Honduras*. Obtenido de Proceso Digital:  
<http://www.proceso.hn/actualidad/7-actualidad/detenidos-un-centenar-de-proyectos-de-generacion-de-energia-limpia-en-honduras.html>
- PrototipadoLAB. (5 de Mayo de 2018). *Sensores - Tipos y Diferencias*. Obtenido de PrototipadoLAB: <http://paolaguimerans.com/openeart/?p=1372>
- PSYMA. (04 de Noviembre de 2015). *¿Cómo determinar el tamaño de una muestra?* Obtenido de PSYMA: <https://www.psyma.com/company/news/message/como-determinar-el-tamano-de-una-muestra>
- Ramirez, . M. (24 de Noviembre de 2013). *slideshare*. Recuperado el 6 de Junio de 2018, de slideshare: <https://es.slideshare.net/miguelacho12/qu-es-google-forms>
- Sampieri, C. H. (1997). Metodología de la Investigación. En C. H. Sampieri, *Metodología de la Investigación* (pág. 518). Mexico: McGraw Hill Interamericana de Mexico.
- Significados. (11 de 12 de 2017). *Significado de Dióxido de carbono*. Obtenido de Significados: <https://www.significados.com/dioxido-de-carbono/>
- Tvilight. (Febrero de 2019). *Tvilight Empowering Intelligence*. Obtenido de Tvilight: <https://www.tvilight.com/about-us/>
- Vargas, I. (Feb 26, 2005). Instalan en aeropuerto iluminación inteligente. *Reforma; Mexico City*, 8.

Vargas, U. A. (2014). *Proyecto de alumbrado público sustentable para la zona centro de la ciudad de Toluca, Estado de México*. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México.

Vives, S. A. (2006). Cobros de tarifas de alumbrado publico difieren segun las ciudades. *Global Network Content Services LLC, DBA Noticias Financieras LLC*.

Web Consultas. (2017 de Septiembre de 2017). *Smart City: La Ciudad Inteligente*. Obtenido de Web Consultas: <https://www.webconsultas.com/belleza-y-bienestar/medioambiente/smart-city-o-ciudad-inteligente>

Wire, B. (03 de Octubre de 2016). El sistema LCMS™ de Billion ayuda a la ciudad de Taipei a desarrollar la red de alumbrado inteligente con LEDs para autopistas. *Business Wire* .

## ANEXOS

### ANEXO 1. ENCUESTA



## **Universidad Tecnológica Centroamericana Facultad de Postgrado Maestría en Dirección empresarial**

### **Encuesta de Investigación:**

**"Análisis de un Sistema de Iluminación Inteligente para el alumbrado Público en la Residencial Santa Cruz del Distrito Central".**

**Un Sistema de Iluminación inteligente** es hacer uso de la tecnología para mejorar el alumbrado actual a través de programas informáticos que nos permitan un mayor tiempo de respuesta a fallas, ahorrar en el consumo eléctrico y pago por el servicio, siendo una alternativa amigable al medio ambiente.

#### **Propósito:**

1. Conocer la percepción de las personas sobre nuestro sistema de energía eléctrica y específicamente el alumbrado público.
2. Determinar el grado de conocimiento que se tiene referente a nuestras fuentes de producción y dependencia de energía eléctrica en nuestro país.
3. Identificar los puntos de fallo de nuestro sistema de energía eléctrica.
4. Presentar los beneficios de un sistema de iluminación que permita alternativas que sean más amigables con el ambiente.

**A. Datos generales:**

Sexo:  Masculino.  Femenino.

Estado Civil:  Soltero.  Casado.  Unión Libre.

Edad: \_\_\_\_\_.

Ingreso:  0 - 10,000 lps.  10,001 - 25,000 lps.  25,001 - En Adelante lps.

**B. Consumo de kw/H**

1.- ¿Actualmente, cuál considera usted que son nuestros recursos para producir energía eléctrica (kWh) en el País?

Uso del petróleo (Combustibles fósiles).

Uso de la fuerza del viento (Energía Eólica).

Uso de rayos de sol (Energía Solar).

Uso de la fuerza del agua (Energía Hidroeléctrica).

2.- ¿Actualmente, cuál considera usted que es, la fuente de energía que más depende nuestro sistema eléctrico?

Térmicas (uso del petróleo).

Eólica (uso de la fuerza del viento).

Solar (uso de rayos de sol).

Hidroeléctrica (uso de la fuerza del agua).

3.- En relación a los bombillos tradicionales las lámparas LED reducen el consumo de energía eléctrica. ¿Estaría de acuerdo que hicieron el reemplazo a esta nueva tecnología en el alumbrado público?

De acuerdo.

En desacuerdo.

**C. Reducción del monto cobrado en la facturación.**

4.- ¿Considera sensato el monto que se le cobra la EEH por alumbrado público en su facturación mensual?

SI.

NO.

5.- ¿Cuál es el rango de cobro mensual en su factura de energía eléctrica correspondiente al pago de alumbrado público?

0 – 100 Lempiras.

101-200 Lempiras.

200 Lempiras en adelante.

No tenía conocimiento que existía ese cobro.

6.- Según su opinión sobre el consumo de energía de nuestro país, ¿Considera importante que?

Debemos disminuir el consumo.

El consumo de energía no afecta.

Debemos buscar otras alternativas de energía.

#### **D. Tiempo de respuesta ante fallos.**

7.- ¿Qué excusa ha recibido cuando se presenta ante el ente regular, para exponer la falta de alumbrado público en su zona?

Falta de Presupuesto.

Poco Interés.

En su zona no se le brinda el servicio.

8.- ¿Considera que se tiene un tiempo de respuesta adecuado ante las fallas de energía, farolas y postes en el alumbrado público?

Solamente con fallas de energía.

Solamente con fallas en las farolas.

Solamente con la reparación de postes.

Todas.

Ninguna.

9.- ¿Qué cambios haría, para mejorar la situación actual de nuestro sistema de alumbrado público?

Cambiaría todo el sistema de iluminación.

No se puede hacer nada.

Esperaría a que los encargados hagan su trabajo.

#### **E. Innovación tecnológica.**

10.- ¿El servicio de iluminación pública que actualmente posee, cumple con los estándares de visibilidad adecuados para transitar con tranquilidad en su zona?

SI.

NO.

11.- ¿Está de acuerdo que Honduras debe ser parte de los países latinoamericanos que se están sumando a la integración de esta nueva tecnología?

De acuerdo.

En desacuerdo.

12.- ¿Está de acuerdo que este nuevo sistema de iluminación será rentable y sostenible para su comunidad?

SI.

NO.

13.- ¿Los sensores de movimiento son indispensables para llevar el registro de personas y dispositivos que pasan por el alumbrado público?

SI.

NO.

#### **F. Sistema amigable con el medio ambiente.**

14.- ¿Considera que cuando se habla de vida Útil de una lámpara LED no incurre en la durabilidad, sino en el tiempo que funciona sin perder rendimiento luminoso?

SI.

NO.

15.- A su opinión, el uso de lámparas de alumbrado público implica un impacto ambiental en:

Produce emisiones de CO2 (gases de dióxido de carbono).

Produce contaminación lumínica (afecta la visualización).

No considero que produzca un impacto ambiental.

16.- ¿Para contribuir al mejoramiento del alumbrado público, es importante tener un sistema de iluminación inteligente que permita?

Reducir el consumo eléctrico y que produzca un ahorro en nuestra factura eléctrica.

Tener un sistema de monitoreo de los postes de alumbrado.

Enviar notificaciones ante fallas.

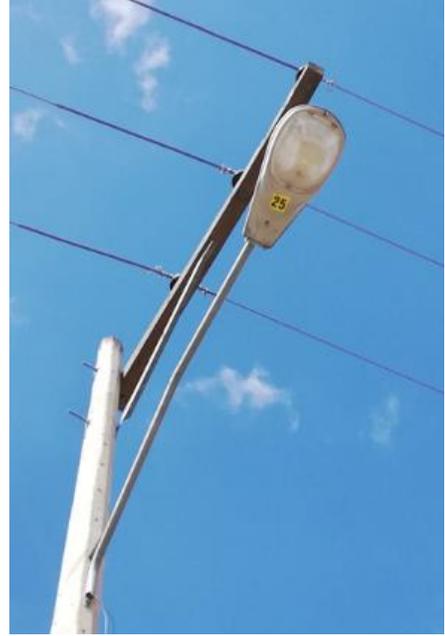
Tener un menor impacto en el ambiente.

**NOTA:** Todos los datos brindados, serán de uso estrictamente para fines académicos.

**Muchas gracias por sus respuestas**

**ANEXO 2. FOTOS DE LAS LUMINARIAS EN LA ZONA**





### ANEXO 3. AUTORIZACION ENCUESTA

Tegucigalpa, Francisco Morazan.

06/02/2019

Ariel Pascual  
Presidente  
Patronato Residencial Santa Cruz  
Residencial Santa Cruz, Tegucigalpa, Francisco Morazan, Honduras

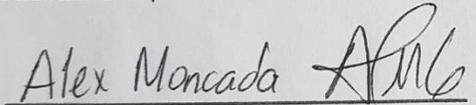
Estimado Señor: Ariel Pascual

Reciba un cordial y atento saludo. Por medio de la presente deseamos solicitar su apoyo, dado que somos alumnos de UNITEC y nos encontramos desarrollando el Trabajo de Tesis previo a obtener nuestro título de maestría en Dirección Empresarial.

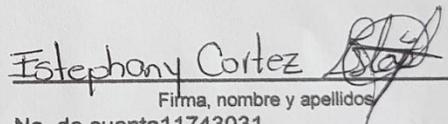
Hemos seleccionado como tema: "Análisis de un Sistema de Iluminación Inteligente para el Alumbrado Público en la Residencial Santa Cruz del Distrito Central", por lo que estaríamos muy agradecidos de contar con el apoyo de la directiva que usted representa para poder desarrollar nuestra investigación. En particular, dicha solicitud se circunscribe a petitionar que se nos autorice a realizar: Una encuesta y entrevistas de investigación sobre la percepción del sistema eléctrico en nuestro país.

A la espera de su aprobación, me suscribo de Usted.

Atentamente,

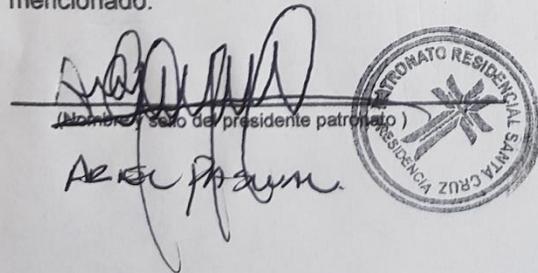


Firma, nombre y apellidos  
No. de cuenta: 11743013



Firma, nombre y apellidos  
No. de cuenta: 11743031

Por este medio, el patronato de la Residencial Santa Cruz autoriza la realización dentro de sus etapas de edificación el proyecto de investigación de Tesis de Postgrado antes mencionado.

  
(Nombre y cargo del presidente patronato)



Vo.Bo.

## ANEXO 4. ENTREVISTA EEH

A. Datos generales:			
Nombre Completo:	Oscar Julian Ravelo Chaparro		
Empresa:	EEH		
Cargo:	Director de Gestión de Distribución		
Edad:	29	Antigüedad:	2 años 8 meses
Firma:			

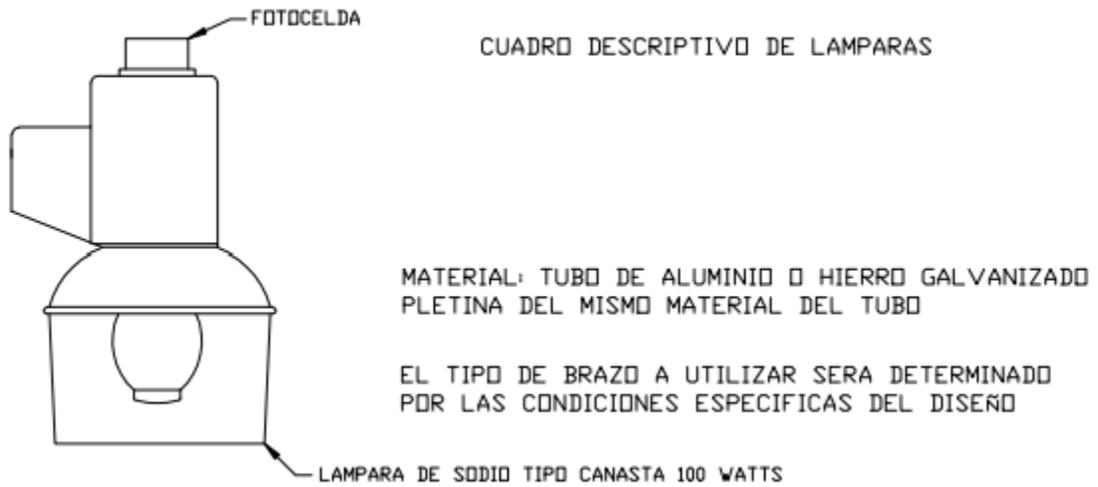
B. Consumo de kw/H
1.- ¿Actualmente, cuál considera usted que son nuestros recursos para producir energía eléctrica (kw/H) en el País? R./
2.- ¿Actualmente, cuál considera usted que es, la fuente de energía que más depende nuestro sistema eléctrico? R./
C. Monto cobrado en la facturación.
3.- ¿Considera sensato el monto que se le cobra la EEH por alumbrado público en su facturación mensual? ¿Porque? ___ SI. ___ NO. Porque: _____ _____
4.- ¿Cuál es el rango de cobro mensual en su factura de energía eléctrica correspondiente al pago de alumbrado público? ¿Como se calcula este cobro? R./

## ANEXO 5. ENTREVISTA ENEE

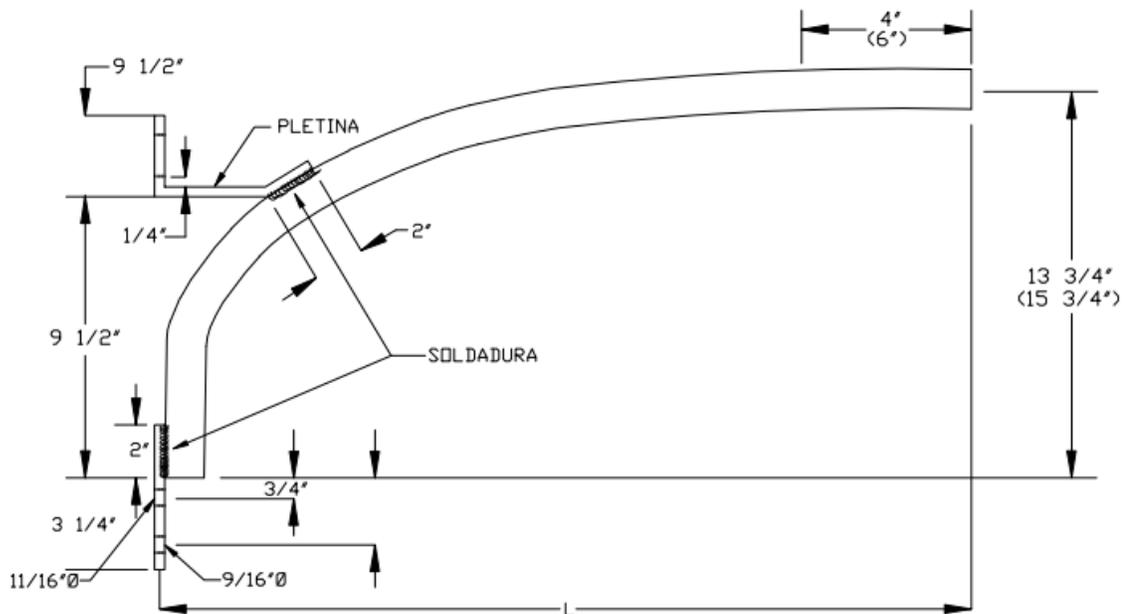
<b>A. Datos generales:</b>			
Nombre Completo:	<u>Rolando A. Castillo</u>		
Empresa:	<u>ENEE</u>		
Cargo:	<u>Subgerente Promoción y Gestión Comercial</u>		
Edad:	<u>46</u>	Antigüedad:	<u>18</u>
Firma:	<u></u>		
<b>B. Consumo de kw/H</b>			
1.- ¿Actualmente, cuál considera usted que son nuestros recursos para producir energía eléctrica (kw/H) en el País? R./			
2.- ¿Actualmente, cuál considera usted que es, la fuente de energía que más depende nuestro sistema eléctrico? R./			
<b>C. Monto cobrado en la facturación.</b>			
3.- ¿Considera sensato el monto que se cobra por alumbrado público en su facturación mensual? ¿Porque? ___ SI. ___ NO. Porque: _____ _____			
4.- ¿Cuál es el rango de cobro mensual en su factura de energía eléctrica correspondiente al pago de alumbrado público? ¿Como se calcula este cobro? R./			



**ANEXO 7. Lámpara de Sodio de 100 Watts con Fococelda.**



**Figura 76: Lámpara de Sodio con Fococelda 100 Watts**



**Figura 77: Dimensiones de Brazo**

## ANEXO 8. Solicitud de Lista de Precio a Proveedor TVILIGHT

### Tvilight Price List



**Estephany Paola Cortez** <ecortezsalgado@gmail.com>  
para a.parmar ▾

vie., 1 mar. 20:10

Good Afternoon,

My name is Estephany Cortez, I am studying a master career and I am in my project, that is about an Intelligent System for the public light in my city. I think your product is the best to implement . But I need to do a feasibility study for my investigation. Please can you give me a Price list about your device.

Fuente: (Propia)



**Estephany Paola Cortez** <ecortezsalgado@gmail.com>  
para Tim ▾

mié., 6 mar. 19:37 (hace 10 días) ☆ ↵

Good Afternoon Tim,

Thanks you for your disposition. The project that I am doing is for academics fines. I am studying a master career and I am finishing it, the project is about an Intelligent System for the public light in my city. I think your product is the best to implement . But I need to do a feasibility study for my investigation. Please can you give me a Price list about your device. I know that you can't give the real prices but I want to know if you can give approximate prices

The project will be implement in a neighbor in my country to help to energy saving, it have 165 lighting poles and 350 houses. They have traditional light . with the project we want to instalated LED.

The Product that we need are:

- City Sense
- CityManager
- Scan & Go
- Implementation costs
- Integration Cost
- Capacitation
- Installation software
- Useful Life

If you give to me and approximate prices about the product, I can finishes my tesis career and presentate a document to my university about the investigation for the intelligent System for the public light in my city.

Thanks You!!

Fuente: (Propia)



**Tim Grootendorst**

para mí ▾

🌐 inglés ▾ > español ▾ Traducir mensaje

Dear Estephany,

Please find attached our European Recommended Reseller pricelist.  
Hopefully this helps you further on your thesis.

Let me know if you have any other questions.

\*\*\*



Fuente: (Propia)

## ANEXO 9. Precios de Lista Proveedor TVILIGHT.

		<b>List Pricing</b> January 2019	
<b>SkyLite Prime (Zhaga) including 5-years warranty</b>		<b>Product Code</b>	<b>Unit price</b>
	<u>Outdoor Lighting Controller:</u> Skylite Prime Zhaga 24Vdc (+9.5 dBm), MOQ per 12 units	PR155101	€ 103,75
	<u>Additional Warranty:</u> Skylite Prime, additional 2 Years Warranty	-	€ 7,20
	Skylite Prime, additional 5 Years Warranty	-	€ 18,00
<b>CitySense+ including 2-years warranty</b>		<b>Product Code</b>	<b>Unit price</b>
	<u>Outdoor Lighting Controller:</u> CitySense+ Ext 230Vac (+9.5 dBm) Grey	PR150868	€ 220,00
	CitySense+ Ext 230Vac (+9.5 dBm) Black	PR151117	€ 220,00
	<u>Additional Warranty:</u> CitySense+, additional 1 Year Warranty	PR161442	€ 7,15
	CitySense+, additional 3 Year Warranty	PR161443	€ 21,45
<b>SkyLite Internal including 2-years warranty</b>		<b>Product Code</b>	<b>Unit price</b>
	<u>Outdoor Lighting Controller:</u> Skylite V3.1 Int 230Vac (+9.5 dBm), excluding antenna	PR161822	€ 99,00
	Skylite V3.1 Int 230Vac (+22 dBm), excluding antenna	PR161855	€ 99,00
	External Antenna for SkyLite Internal	PR161482	€ 11,00
	<u>Additional Warranty:</u> Skylite Internal, additional 1 Year Warranty	PR161444	€ 2,95
	Skylite Internal, additional 3 Years Warranty	PR161445	€ 8,85
<b>SkyLite External including 2-years warranty</b>		<b>Product Code</b>	<b>Unit price</b>
	<u>Outdoor Lighting Controller:</u> Skylite V3.1 Ext 230Vac (+9.5 dBm), built in antenna	PR161898	€ 120,00
	Skylite V3.1 Ext 230Vac (+22 dBm), built in antenna	PR161901	€ 120,00
	<u>Additional Warranty:</u> Skylite External, additional 1 Year Warranty	PR171966	€ 3,60
	Skylite External, additional 3 Years Warranty	PR171967	€ 10,80

<b>iDriver including 5-years warranty</b>		<b>Product Code</b>	<b>Unit price</b>
	<u><b>LED Driver with Integrated SkyLite</b></u>		
	Fulham LED driver (40W) w/ integrated SkyLite, including antenna	PR172180	
	Fulham LED driver (60W) w/ integrated SkyLite, including antenna	PR172181	
	Fulham LED driver (100W) w/ integrated SkyLite, including antenna	PR172182	On request
	Fulham LED driver (150W) w/ integrated SkyLite, including antenna	PR172183	
	Fulham LED driver (200W) w/ integrated SkyLite, including antenna	PR172184	
	<u><b>iDriver Software</b></u>		
Embedded Wireless control software per unit	PR172280	€ 27,00	
<b>Gateway including 2-years warranty</b>		<b>Product Code</b>	<b>Unit price</b>
	<u><b>Gateway concentrator (Maximum 200 OLC's)</b></u>		
	Gateway V3.1 Ext 100-240Vac (+9.5 dBm) external antenna	PR172141	€ 900,00
	Gateway V3.1 Ext 100-240Vac (+22 dBm) external antenna	PR161834	€ 900,00
	<u><b>Additional Warranty:</b></u>		
	Gateway, additional 1 Year Warranty	PR161446	€ 29,25
	Gateway, additional 3 Years Warranty	PR161447	€ 87,75
	<u><b>Sim Card:</b></u>		
	Sim Card - Region Europe - Subscription / Usage per year	PR161420	€ 205,00
	Sim Card - Region India - Subscription / Usage per year	PR161421	€ 340,00
	Sim Card - New Zealand, Canada, US - Subscription / Usage per year	PR161423	€ 410,00
Sim Card - Region Korea - Subscription / Usage per year	PR161422	€ 480,00	
<b>Cabinet Control</b>		<b>Product Code</b>	<b>Unit price</b>
	<u><b>Cabinet Controller</b></u>		
Base station incl. modem, 3 relays, S0 and Modbus interface	tbc		
Vandal resistant antenna	tbc		
	<u><b>Sim Card:</b></u>		
SIM Card - Activation fee	tbc		
SIM Card - Subscription / Usage per year	tbc		
	<u><b>Optional modules</b></u>		
Relais module (2x relays)	tbc	On request	
Battery module (8 hr battery back-up)	tbc		
I/O Module (RS485 / 2x Digital IO / 2x analog I/O)	tbc		
	<u><b>Accessories</b></u>		
Three Phase Current Sensor	tbc		
	<u><b>Software and Services</b></u>		
Cabinet software set-up per project	tbc		
Cabinet license fee per year	tbc		

Installation Materials	Product Code	Unit price
Mounting Strap Tool	PR140505	€ 155,00
<u>Installation kits</u>		
For Citysense Grey (2x Strap, 4x Wago, 1x M16)	PR182301	€ 6,00
For Citysense Black (2x Strap black, 4x Wago, 1x M16)	PR182302	€ 7,00
For SkyLite External (2x Strap, 2x Wago, 1x M16)	PR182303	€ 5,00
For Gateway (2x Strap, 2x Wago, 1x M20)	PR182304	€ 5,00
<u>Bulk packaging</u>		
Mounting Strap 521mm grey - 50 units	PR182323	€ 62,50
Wago terminal block 3way - 50 units	PR182324	€ 25,00
Grommet M16 - 50 units	PR182325	€ 25,00
Grommet M20 - 50 units	PR182326	€ 25,00
Lighting Management Software	Product Code	Price
<u>One-time setup cost</u>		
CityManager set-up per project	PR172111	€ 240,00
CityManager set-up per OLC	PR161438	€ 2,40
<u>Recurring cost</u>		
CityManager license fee per year per OLC	PR161436	€ 2,00
CityManager license fee per 3 year per OLC	PR171957	€ 6,00
CityManager license fee per 5 year per OLC	PR171958	€ 10,00
CityManager license fee per 10 year per OLC	PR172281	€ 20,00
3rd Party Software Integration (standard API)	Product Code	Price
<u>One-time setup cost</u>		
API integration, set-up, training & support	PR171962	€ 9.500,00
<u>Recurring cost</u>		
API Maintenance per API per year	PR171963	€ 1.950,00
API license fee per year per OLC	PR171959	€ 2,00
API license fee per 3 year per OLC	PR171960	€ 6,00
API license fee per 5 year per OLC	PR171961	€ 10,00
API license fee per 10 year per OLC	PR172282	€ 20,00
Managed Services	Product Code	Price
<u>Project Services</u>		
Design, Engineering & Support set up per project	PR172110	€ 600,00
Design, Engineering & Support per OLC	PR161437	€ 11,50
Project Management (support) per hour	PR171968	€ 80,00

Training	Product Code	Price
<u>Training @ Tvilight HQ per person</u>		
Sales Training Basic (1/2 day)	PR171971	€ 499,00
Sales Training Advanced (1 day)	PR171972	€ 899,00
Network Design, Engineering & Commissioning - pre-sales (1 day)	PR171973	€ 899,00
Network Design, Engineering & Commissioning - after-sales (1 day)	PR171974	€ 899,00
CityManger Training (1 day)	PR171975	€ 899,00
Level 1 Service Desk Training - Basic (1/2 day)	PR171976	€ 499,00
Level 2 Service Desk Training - Advanced (1 day)	PR171977	€ 899,00
Installation training - train the trainer (1/2 day)	PR171978	€ 499,00

#### Terms & Conditions

All mentioned prices are **excluding**:

- VAT
- Transport
- Tvilight products FOB Amsterdam, The Netherlands
- Fulham products FOB Beijing, China
- Import duties
- Travel & Lodging
- Installation costs
- All costs related to onsite installation services such as, not limited to:
  - Temporary illumination of the providing thereof;
  - Any and all road closure;
  - Repairs to ground, materials or equipment;
  - Any and all costs related to polluted ground;
  - Unspecified temporary measures or facilities for the execution of the works;
  - Any permits or safety precautions;
  - Any works of a special nature;

Tvilight Terms & Conditions apply.

Tvilight reserves the right to change prices without prior notification.

© 2014-2019 Tvilight B.V.

## ANEXO 10. Resumen escenarios de simulación.

### Escenario 1: Sistema de Iluminación Actual

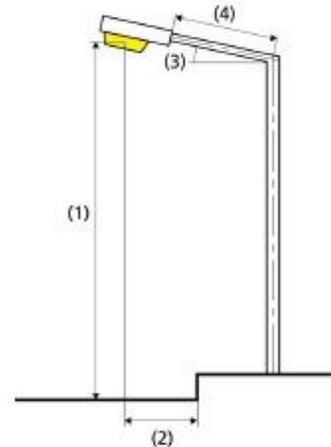
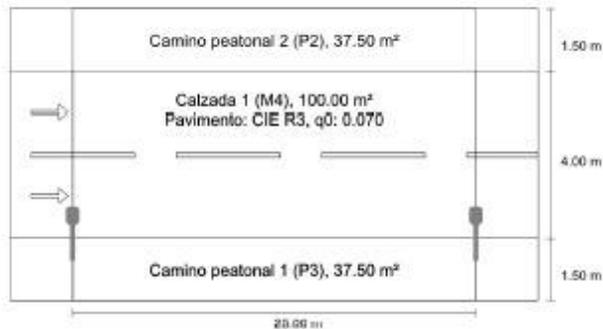
Sistema de Iluminación con lámparas Sodio 7/3/2019  
100W

Calle 1: Alternativa 1 / Resultados de planificación

# DIALux

Calle 1 hacia EN 13201:2015

Philips SGS253 GB 1xCDO-TT100W CR P1



Resultados para campos de evaluación  
Factor de degradación: 0.92

Camino peatonal 2 (P2)

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 10.00	≥ 2.00
≤ 15.00	
✗ 8.50	✓ 6.66

Calzada 1 (M4)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	EIR
≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✗ 0.44	✓ 0.84	✓ 0.71	✓ 5	* 0.94

Camino peatonal 1 (P3)

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 7.50	≥ 1.50
≤ 11.25	
✗ 6.35	✓ 4.61

\* Informativo, no es parte de la evaluación

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.097 W/lx·m <sup>2</sup>
Densidad de consumo de energía	
Organización: SGS253 GB 1xCDO-TT100W CR P1 (525.6 kWh/año)	3.0 kWh/m <sup>2</sup> año

Lámpara:	definido por el usuario
Flujo luminoso (luminaria):	7372.82 lm
Flujo luminoso (lámpara):	8800.00 lm
Horas de trabajo	
4380 h:	100.0 %, 120.0 W
W/km:	4800.0
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	25.000 m
Inclinación del brazo (3):	15.0°
Longitud del brazo (4):	1.007 m
Altura del punto de luz (1):	12.000 m
Saliente del punto de luz (2):	0.500 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valores máximos de la intensidad lumínica	
sobre 70°	648 cd/klm *
sobre 80°	360 cd/klm *
sobre 90°	33.6 cd/klm *
Clase de potencia lumínica:	/

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

\* Luminous intensity values in [cd/klm] for calculating luminous intensity class refer to the output flux of the luminaire, according EN 13201:2015.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.0

## Escenario 2: Sistema de Iluminación con Led Philips BGP762 T25 xLED110

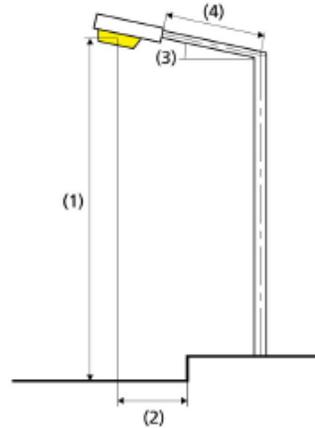
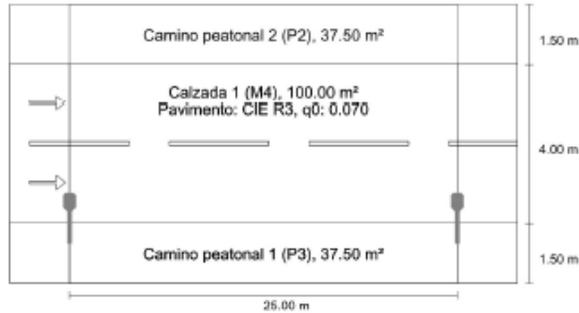
Sistema de Iluminación con Lámparas LED 7/3/2019

Calle 1: Alternativa 1 / Resultados de planificación

# DIALUX

Calle 1 hacia EN 13201:2015

Philips BGP762 T25 1 xLED110-4S/740 DM13



Resultados para campos de evaluación  
Factor de degradación: 0.92

Camino peatonal 2 (P2)

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 10.00	≥ 2.00
≤ 15.00	
✓ 12.56	✓ 10.35

Calzada 1 (M4)

Lm [cd/m²]	Uo	UI	TI [%]	EIR
≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✓ 0.82	✓ 0.83	✓ 0.90	✓ 4	* 0.79

Camino peatonal 1 (P3)

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 7.50	≥ 1.50
≤ 11.25	
✓ 9.94	✓ 6.34

\* Informativo, no es parte de la evaluación

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.029 W/lx·m²
Densidad de consumo de energía	
Organización: BGP762 T25 1 xLED110-4S/740 DM13 (262.8 kWh/año)	1.5 kWh/m² año

Lámpara:	definido por el usuario
Flujo luminoso (luminaria):	9089.09 lm
Flujo luminoso (lámpara):	10080.00 lm
Horas de trabajo	
4380 h:	100.0 %, 60.0 W
W/km:	2400.0
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	25.000 m
Inclinación del brazo (3):	15.0°
Longitud del brazo (4):	1.007 m
Altura del punto de luz (1):	12.000 m
Saliente del punto de luz (2):	0.500 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valores máximos de la intensidad lumínica	
sobre 70°	843 cd/klm *
sobre 80°	652 cd/klm *
sobre 90°	22.5 cd/klm *
Clase de potencia lumínica:	/

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

\* Luminous intensity values in [cd/klm] for calculating luminous intensity class refer to the output flux of the luminaire, according EN 13201:2015.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.0

## Escenario 3: Sistema de Iluminación Inteligente con Factor de Ahorro 0.5

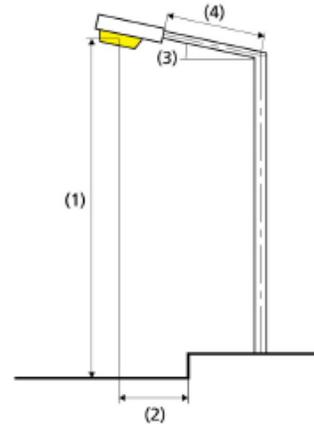
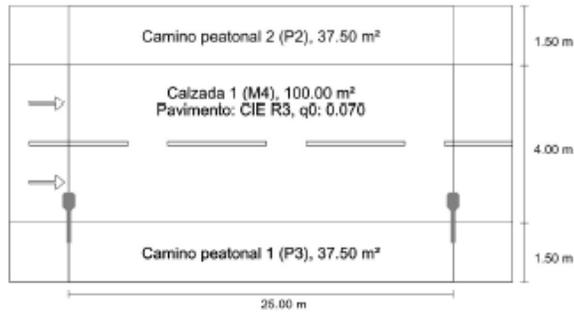
LED

Calle 1: Alternativa 1 / Resultados de planificación

# DIALUX

Calle 1 hacia EN 13201:2015

Philips BGP762 T25 1 xLED110-4S/740 DM13



### Resultados para campos de evaluación

Factor de degradación: 0.92

#### Camino peatonal 2 (P2)

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 10.00	≥ 2.00
≤ 15.00	
✓ 12.56	✓ 10.35

#### Calzada 1 (M4)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	EIR
≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✓ 0.82	✓ 0.83	✓ 0.90	✓ 4	* 0.79

#### Camino peatonal 1 (P3)

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 7.50	≥ 1.50
≤ 11.25	
✓ 9.94	✓ 6.34

Lámpara:	definido por el usuario
Flujo luminoso (luminaria):	9089.09 lm
Flujo luminoso (lámpara):	10080.00 lm
Horas de trabajo	
4380 h:	50.0 %, 30.0 W
W/km:	2400.0
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	25.000 m
Inclinación del brazo (3):	15.0°
Longitud del brazo (4):	1.007 m
Altura del punto de luz (1):	12.000 m
Saliente del punto de luz (2):	0.500 m

\* Informativo, no es parte de la evaluación

### Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.029 W/lxm <sup>2</sup>
Densidad de consumo de energía	
Organización: BGP762 T25 1 xLED110-4S/740 DM13 (131.4 kWh/año)	0.8 kWh/m <sup>2</sup> año

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valores máximos de la intensidad luminica	
sobre 70°	843 cd/klm *
sobre 80°	652 cd/klm *
sobre 90°	22.5 cd/klm *
Clase de potencia luminica:	/

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

\* Luminous intensity values in [cd/klm] for calculating luminous intensity class refer to the output flux of the luminaire, according EN 13201:2015.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.0

## Escenario 4: Sistema de Iluminación Inteligente con Horarios Variantes

\* Informativo, no es parte de la evaluación

### Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.029 W/lxm <sup>2</sup>
Densidad de consumo de energía	
Organización: BGP762 T25 1 xLED110-4S/740 DM13 (190.5 kWh/año)	1.1 kWh/m <sup>2</sup> año

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valores máximos de la intensidad lumínica	
sobre 70°	843 cd/klm *
sobre 80°	652 cd/klm *
sobre 90°	22.5 cd/klm *
Clase de potencia lumínica:	/

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

\* Luminous intensity values in [cd/klm] for calculating luminous intensity class refer to the output flux of the luminaire, according EN 13201:2015.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.0

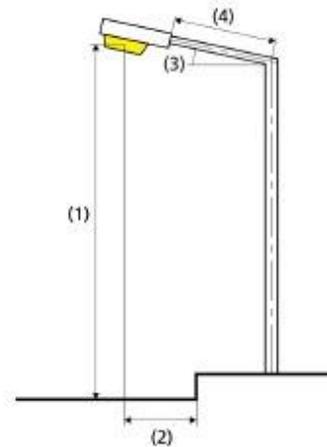
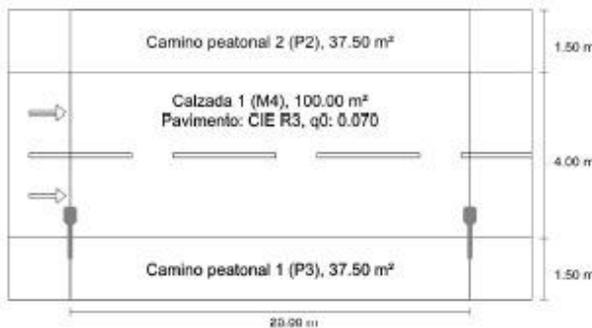
Sistema de Iluminación Inteligente con Lámpara 7/3/2019  
LED y Horarios Variantes

Calle 1: Alternativa 1 / Resultados de planificación

# DIALux

Calle 1 hacia EN 13201:2015

Philips BGP762 T25 1 xLED110-4S/740 DM13



### Resultados para campos de evaluación

Factor de degradación: 0.92

#### Camino peatonal 2 (P2)

Em [lx] ≥ 10.00 ≤ 15.00	Emin [lx] ≥ 2.00
✓ 12.56	✓ 10.35

#### Calzada 1 (M4)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	U1 ≥ 0.60	T1 [%] ≤ 15	EIR
✓ 0.82	✓ 0.83	✓ 0.90	✓ 4	* 0.79

#### Camino peatonal 1 (P3)

Em [lx] ≥ 7.50 ≤ 11.25	Emin [lx] ≥ 1.50
✓ 9.94	✓ 6.34

Lámpara:	definido por el usuario
Flujo luminoso (luminaria):	9085.09 lm
Flujo luminoso (lámpara):	10080.00 lm
Horas de trabajo	
1095 h:	100.0 %, 60.0 W
1095 h:	70.0 %, 42.0 W
2190 h:	60.0 %, 36.0 W
W/km:	2400.0
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	25.000 m
Inclinación del brazo (3):	15.0°
Longitud del brazo (4):	1.007 m
Altura del punto de luz (1):	12.000 m
Saliente del punto de luz (2):	0.500 m