

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**



**PLAN DE INVESTIGACION**

**TEMA:**

**“USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE ALTA EFICIENCIA Y MENOR COSTO,  
COMO ALTERNATIVA DE CAMBIO AL USO DE LAMPARAS DE VAPOR DE  
MERCURIO EN EL ALUMBRADO PÚBLICO”**

**Presentado por:**

**JUAN CARLOS DE LEON CHANONA**

**Previo a optar al título profesional que lo acredita como:**

**MAESTRO EN FORMULACIÓN Y  
EVALUACION DE PROYECTOS**

**QUETZALTENANGO, FEBRERO DEL 2,016**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES**

**RECTOR MAGNIFICO** Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

**SECRETARIO GENERAL** Dr. Carlos Enrique Camey Rodas

**CONSEJO DIRECTIVO**

**DIRECTORA GENERAL DEL CUNOC** M Sc. María del Rosario Paz Cabrera  
**SECRETARIA ADMINISTRATIVA** M Sc. Silvia del Carmen Recinos Cifuentes

**REPRESENTANTE DE CATEDRATICOS**

M Sc. Héctor Obdulio Alvarado Quiroa  
Ing. Edelman Cándido Monzón López

**REPRESENTANTES DE LOS EGRESADOS DEL CUNOC**

Dr. Luis Emilio Búcaro

**REPRESENTANTES DE ESTUDIANTES**

Br. Luis Ángel Estrada García  
Br. Edson Vitelio Amézquita Cutz

**DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE POSTGRADOS**

M Sc. Percy Ivan Aguilar Argueta

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ  
EL EXAMEN PRIVADO DE TESIS**

|              |                                  |
|--------------|----------------------------------|
| Presidente:  | Msc. Percy Aguilar Argueta       |
| Secretario:  | Msc. Edgar Benito Rivera García  |
| Coordinador: | Msc. Jorge Francisco Santisteban |
| Examinador:  | Msc. Victor Carol Hernández      |
| Examinador:  | Msc. Carlos Morales Lam          |

**PADRINO**

Msc. Victor Carol Hernández

Nota: Únicamente el autor es responsable de las doctrinas y opiniones sustentadas en la presente tesis. Artículo 31 del reglamento de exámenes Técnicos y Profesionales del Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala.



**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
**Centro Universitario de Occidente**  
**Departamento de Estudios de Postgrado**  
**Secretaría**



**EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

**CERTIFICA:**

Que ha tenido a la vista el libro de Actas de Exámenes Privados del Departamento de Estudios de Postgrado del Centro Universitario de Occidente en el que se encuentra el acta No. 124/2015 la que literalmente dice:-----

En la ciudad de Quetzaltenango, siendo las nueve horas del día viernes veintinueve de abril del año dos mil dieciséis, reunidos en el salón de sesiones del Departamento de Estudios de Postgrado, el Honorable Tribunal Examinador, integrado por los siguientes profesionales:-----

**Presidente:** M Sc. Percy Iván Aguilar Argueta; **Coordinador:** M Sc. Jorge Francisco Santisteban; **Asesor:** M Sc. Víctor Carol Hernández; **Examinador:** M Sc. Carlos Morales Lam; **Secretario:** M Sc. Edgar Benito Rivera García; con objeto de practicar el **Examen Privado** de la Maestría en **Formulación y Evaluación de Proyectos**, en el grado académico de **Maestro en Ciencias del Ing. Juan Carlos de León Chanona**, identificado con el número de carné **9110999** procediéndose de la siguiente manera:-----

**PRIMERO:** El sustentante practicó la evaluación oral correspondiente, de conformidad con el Reglamento respectivo.-----

**SEGUNDO:** Después de efectuadas las preguntas necesarias, los miembros del tribunal examinador procedieron a la deliberación, habiendo sido el dictamen **FAVORABLE**.-----

**TERCERO:** En consecuencia el sustentante **APROBO** con observaciones las cuales son entregadas al estudiante para su incorporación al trabajo de investigación en coordinación con su asesor cubriendo así todos los requerimientos académicos necesarios previo a otorgarle el título profesional de **MAESTRO EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**.-----

**CUARTO:** No habiendo más que hacer constar, se da por finalizada la presente, en el mismo lugar y fecha una hora con treinta minutos después de su inicio, firmando de conformidad, los que en ella intervinieron.-----

Y para los usos legales que al interesado convengan, se extiende, firma y sella la presente **CERTIFICACIÓN** en una hoja membretada del Departamento de Estudios de Postgrado del Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala a los veinte y cuatro días del mes mayo del año dos mil dieciséis.-----

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**

Certifica:

  
**Yamara Yamileth Rodas De**  
 Secretaria de Postgrados



Vo. Bo.

  
**M. Sc. Percy Iván Aguilar Argueta**  
 Director de Postgrados





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
**Centro Universitario de Occidente**  
**Departamento de Estudios de Postgrado**



**Secretaria**

ORDEN DE IMPRESIÓN POST-CUNOC-014-2016

El Infrascrito Director del Departamento de Estudios de Postgrado del Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de tener a la vista el dictamen correspondiente del asesor y la Certificación del acta No. 124-16 de fecha 29 de abril del año dos mil dieciséis, suscrita por los Miembros del Tribunal Examinador designados para realizar Examen Privado de la Tesis Titulada **“Uso de nuevas tecnologías de alta eficiencia y menor costo como alternativa de cambio al uso de lámparas de vapor de mercurio en el alumbrado público”**, presentada por el maestrante **Juan Carlos de León Chanona** con número de carné **9110999**, previo a conferírsele el título de **Maestro en Ciencias en Formulación y Evaluación de Proyectos**, autoriza la impresión de la misma.

Quetzaltenango 24 de mayo de 2016.

**IMPRIMASE**

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

  
*M. Sc. Percy Juan Aguilar Argueta*  
Director



cc. Archivo

Quetzaltenango, 21 de mayo del 2,016

Msc. Percy Aguilar Argueta  
Director Tribunal examinador  
Departamento de Estudios de Postgrados  
Centro Universitario de Occidente

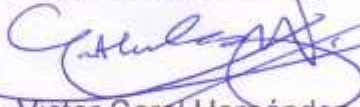
Respetable Msc. Percy Aguilar

Por medio de la presente me permito informa que he verificado las correcciones solicitadas al maestrante Lic. Juan Carlos de León Chanona, por el tribunal examinador el día 29 de abril de los corrientes, las mismas han sido realizadas e incorporadas a la Tesis denominada "USO DE NUEVAS TECNOLOGIAS DE ALTA EFICIENCIA Y MENOR COSTO, COMO ALTERNATIVA DE CAMBIO AL USO DE LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO EN EL ALUMBRADO PUBLICO".

En tal sentido doy el AVAL, para que el documento sea presentado al departamento de Post grado.

Agradeciendo la atención presentada me suscribo de usted.

✓  
"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Msc. Victor Carol Hernández  
Asesor

## **ACTO QUE DEDICO**

### **A DIOS**

Porque él es el principio de la sabiduría (Proverbios 1:7).

### **A MI ESPOSA**

Sindy Gabriela, por su apoyo, amor y comprensión.

### **A MIS HIJAS**

Rosita, Karlita y Stephanie, que puede ser un ejemplo a seguir.

### **A MI MADRE**

Hercilia por ser especial.

### **A MIS HERMANOS**

Erick, Rudy y Zully, con quienes comparto este éxito.

### **A MIS AMIGOSY COMPAÑEROS DE AULA**

A quiénes les deseo lo mejor.

### **A MI ASESOR**

Ing. Víctor C Hernández, por sus conocimientos y enseñanzas compartidas.

# INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUCCION .....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>1. TITULO DE LA TESIS .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>3. DEFINICION DEL PROBLEMA .....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>4. JUSTIFICACION .....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>5. OBJETIVOS.....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>5.1. OBJETIVO GENERAL.....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>6. DELIMITACION DEL PROBLEMA.....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>7. MARCO TEÓRICO.....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>7.1. DATOS HISTÓRICOS DEL MUNICIPIO DE COATEPEQUE .....</b>                         | <b>7</b>  |
| <b>7.2. DATOS GEOGRÁFICOS, EXTENSIÓN Y UBICACIÓN DEL MUNICIPIO .....</b>               | <b>8</b>  |
| <b>7.3. INFORMACIÓN BÁSICA DEL MUNICIPIO DE COATEPEQUE .....</b>                       | <b>10</b> |
| <b>7.4. INFORMACIÓN BÁSICA DE LOS BARRIOS OBJETO DE ESTUDIO .....</b>                  | <b>11</b> |
| <b>7.5. TIPOS DE SERVICIOS PÚBLICOS QUE TIENEN LOS BARRIOS OBJETO DE ESTUDIO .....</b> | <b>11</b> |
| <b>7.6. ALUMBRADO PÚBLICO.....</b>   | <b>11</b> |
| <b>7.7. CONCEPTOS BÁSICOS DE ILUMINACIÓN.....</b>                                      | <b>13</b> |
| <b>7.7.1. Tensión (V).....</b>   | <b>13</b> |
| <b>7.7.2. Potencia Eléctrica (P) .....</b>   | <b>13</b> |
| <b>7.8. ELEMENTOS NECESARIOS DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO.....</b>                 | <b>16</b> |



|                 |   |           |
|-----------------|---|-----------|
| <b>7.8.1.</b>   | <b><i>Lámparas</i></b> .....  | <b>16</b> |
| <b>7.8.1.1.</b> | <b><i>Lámparas de vapor de mercurio</i></b> .....   | <b>16</b> |
| <b>7.8.1.2.</b> | <b><i>Lámpara de vapor de mercurio con halogenuros metálicos</i></b> .....  | <b>18</b> |
| <b>7.8.1.3.</b> | <b><i>Lámparas de sodio de alta presión</i></b> .....   | <b>19</b> |
| <b>7.8.1.4.</b> | <b><i>Lámpara de vapor de sodio de baja presión</i></b> .....   | <b>20</b> |
| <b>7.8.1.5.</b> | <b><i>Lámparas tipo Led (Diodo emisor de luz)</i></b> .....   | <b>21</b> |
| <b>7.8.1.6.</b> | <b><i>Lámpara de fluorescencia</i></b> .....  | <b>22</b> |
| <b>7.8.2.</b>   | <b><i>Luminaria</i></b> .....   | <b>25</b> |
| <b>7.8.2.1.</b> | <b><i>Componentes de la luminaria</i></b> .....   | <b>25</b> |
| <b>7.8.2.2.</b> | <b><i>Luminaria tipo canasta</i></b> .....  | <b>30</b> |
| <b>7.8.2.3.</b> | <b><i>Luminaria tipo Cobra</i></b> .....  | <b>32</b> |
| <b>7.8.3.</b>   | <b><i>Tabla comparativa de diferentes lámparas y tipos de luminarias de Mercurio<br/>Vrs. Otras tecnologías</i></b> ..... | <b>35</b> |
| <b>7.8.4.</b>   | <b><i>Soportes (Postes)</i></b> .....   | <b>37</b> |
| <b>7.8.4.1.</b> | <b><i>Postes de concreto</i></b> .....  | <b>38</b> |
| <b>7.8.4.2.</b> | <b><i>Postes de madera</i></b> .....  | <b>38</b> |
| <b>7.8.4.3.</b> | <b><i>Postes de acero</i></b> .....   | <b>38</b> |
| <b>7.8.5.</b>   | <b><i>La altura de montaje</i></b> .....  | <b>38</b> |
| <b>7.9.</b>     | <b><i>INSTALACIÓN EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE COATEPEQUE</i></b> .....   | <b>39</b> |
| <b>8.</b>       | <b><i>FICHA METODOLOGICA</i></b> .....  | <b>40</b> |
| <b>8.1.</b>     | <b><i>FUENTES DE DATOS PRIMARIOS</i></b> .....  | <b>40</b> |
| <b>8.1.1.</b>   | <b><i>Enumeración completa o censo de población</i></b> .....   | <b>40</b> |
| <b>8.1.1.1.</b> | <b><i>Censo de Luminarias</i></b> .....   | <b>41</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>8.1.1.1.1. Luminarias removidas por nueva tecnología. ....</b>                           | <b>44</b> |
| <b>8.1.1.2. Censo de Soportes .....</b>   | <b>44</b> |
| <b>8.1.1.3. Medición de un soporte a otro en el cual existen lámparas .....</b>             | <b>46</b> |
| <b>8.1.1.4. Medición de la altura en que están instaladas las lámparas .....</b>            | <b>46</b> |
| <b>8.1.1.5. Medición de calles y banquetas.....</b>   | <b>46</b> |
| <b>8.1.1.6. Conteo de medidores o contadores de energía eléctrica .....</b>                 | <b>52</b> |
| <b>8.2. PROYECTOS A IMPLEMENTAR CON NUEVA TECNOLOGÍA.....</b>                               | <b>53</b> |
| <b>8.2.1. Proyecto A.....</b>   | <b>54</b> |
| <b>8.2.2. Proyecto B.....</b>   | <b>55</b> |
| <b>8.2.3. Proyecto C.....</b>   | <b>57</b> |
| <b>8.2.4. ¿Cuál es el impacto social de implementar el cambio de tecnología?.....</b>       | <b>59</b> |
| <b>8.3. FUENTES DE DATOS SECUNDARIOS.....</b>   | <b>60</b> |
| <b>8.3.1. Municipalidad del municipio de La Esperanza .....</b>                             | <b>60</b> |
| <b>8.3.2. Colonia Las Victorias del municipio de Palín, Departamento de Escuintla .....</b> | <b>63</b> |
| <b>8.4. MANTENIMIENTO DE LUMINARIAS UTILIZADAS EN ALUMBRADO PÚBLICO .</b>                   | <b>65</b> |
| <b>8.5. PLAN DE ANÁLISIS FINANCIERO .....</b>   | <b>68</b> |
| <b>8.5.1. Producto y/o servicio .....</b>   | <b>68</b> |
| <b>8.5.2. Oferta y Demanda.....</b>   | <b>69</b> |
| <b>8.5.3. Precio .....</b>  | <b>70</b> |
| <b>8.5.3.1. Comisión Nacional de Energía Eléctrica .....</b>                                | <b>71</b> |
| <b>8.5.3.2 ¿Cómo se calcula el cobro del Servicio de Alumbrado Público (SAP)? .....</b>     | <b>73</b> |
| <b>8.5.3.3. Cálculo del cobro de AP con lámparas de mercurio .....</b>                      | <b>76</b> |
| <b>8.5.3.4. Cálculo del cobro de AP de lámparas que no encienden.....</b>                   | <b>78</b> |

|   |     |
|---|-----|
| 8.5.3.5. Cálculo del cobro de AP con lámpara sodio de 100 Watts .....   | 80  |
| 8.5.3.6. Cálculo de cobro de AP utilizando lámparas LED de 120 W .....  | 81  |
| 8.5.3.7. Cálculo especulado del cobro de AP del municipio de Coatepeque .....   | 82  |
| 8.5.3.8. Comparativo en el cobro de AP con diferentes alternativas .....  | 84  |
| 8.5.4. Elaboración de presupuesto y Sostenibilidad .....  | 87  |
| 8.5.5. Costo de capital o Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) .....   | 91  |
| 8.5.6. Inversión Inicial .....  | 94  |
| 8.5.7. Periodo de recuperación de la inversión a través de la Línea de tiempo y los<br>diferentes escenarios (proyectos)..... | 95  |
| 8.5.7.1. Proyecto A. Luminarias tipo canasta con lámparas de sodio 100 W .....  | 97  |
| 8.5.7.2. Proyecto B. Luminarias tipo Cobra con lámparas de sodio 100 W .....  | 99  |
| 8.5.7.3. Proyecto C. Luminarias tipo Cobra con lámparas LED 120 W .....   | 101 |
| 8.5.8. Valor Presente Neto (VPN o VAN) .....  | 103 |
| 8.5.9. Tasa Interna de Rendimiento (TIR).....   | 106 |
| 9. CONCLUSIONES .....   | 110 |
| 10. RECOMENDACIONES .....   | 111 |
| 11. HALLAZGOS .....   | 112 |
| 12. BIBLIOGRAFÍA .....  | 113 |
| 12.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 113 |
| 12.2. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA DE INSTITUCIONES.....   | 114 |
| 12.3. BIBLIOGRAFÍA DIGITAL.....   | 114 |
| 13. ANEXOS GRAFICAS Y FOTOGRAFIAS.....  | 117 |
| 13.1. Censo de Luminarias .....   | 117 |

## INTRODUCCION

En la actualidad el servicio de alumbrado público es de vital importancia por factores como seguridad peatonal, seguridad vial, medios recreativos entre otros, por su bajo costo es común encontrar luminarias con lámparas de mercurio, basta solo con ver el poste de la esquina para comprobarlo; las lámparas de mercurio en otra épocas fue la tecnología del momento; sin embargo, en la actualidad en referencia a otras tecnologías, resulta obsoleta por el alto consumo energético y costo financiero.

Prensalibre en su edición dominical del día 13 de marzo de 2016, página No. 2, cita al señor Maynor Amézquita, vocero de Energuate quien manifiesta que el 80% de las lámparas en Guatemala son de vapor de mercurio, éstas luminarias son usadas para iluminar avenidas principales, carreteras, autopistas, parques, naves industriales y lugares poco accesibles, ya que el período de mantenimiento es muy largo.

La actual investigación se enfoca principalmente a presentar alternativas para sustituir las lámparas de mercurio teniendo como objetivos mejorar la calidad de iluminación y reducir el consumo de energía de tal manera que impacte en un ahorro en los costos financieros. Se presentan principalmente las tecnologías de Sodio y Led, haciendo un énfasis en el aspecto financiero de cada una. Se pretende que la municipalidad de Coatepeque pueda iniciar su proyecto directamente sin intermediarios ni contratos de terceros habiendo demostrado que puede ser un proyecto atractivo y rentable; sin olvidar todos los aspectos técnicos que se requieren como fácil acceso en el mercado de las luminarias de elección y repuestos.

## **1. TITULO DE LA TESIS**

“USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE ALTA EFICIENCIA Y MENOR COSTO, COMO ALTERNATIVA DE CAMBIO AL USO DE LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO EN EL ALUMBRADO PÚBLICO”.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El municipio de Coatepeque de acuerdo al censo poblacional realizado en el año 2,002 por el Instituto Nacional de Estadística (INE) reportó un total de 18,540 hogares de los cuales 16,521 contaban con el servicio de alumbrado eléctrico;<sup>1</sup> las facturas por éste servicio en la actualidad reporta adicionalmente al consumo un incremento de treinta y tres quetzales con cuarenta y cuatro centavos (Q33.44 sin IVA) por concepto del servicio de alumbrado público de acuerdo a las facturas emitidas por Energuate<sup>2</sup> con fecha del seis de diciembre del año 2,015; en el peor de los casos éste tipo de servicio no se presta por diferentes razones entre ellas podríamos mencionar la falta de postes, lámparas quemadas, luminarias quebradas o ausencia de las mismas.

El costo que presentan las facturas por concepto de alumbrado público es fijo siendo el usuario quien debe cancelar por este servicio deficiente por las razones anteriormente mencionadas.

Según información de la municipalidad del municipio de Coatepeque, en la actualidad la Ciudad de Coatepeque en los Barrios La Independencia, La Batalla y El Rosario, utilizan lámparas de vapor de mercurio de 175 watts.

---

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Estadística, Censo Nacional XI de Población y VI de Habitación, 2,002.

<sup>2</sup> Energuate: Distribuidora de energía eléctrica en el Oriente y Occidente de Guatemala.

De acuerdo a Energuate: “La luminaria de vapor de mercurio de 175 watts de potencia, la más usual en el área de cobertura de la empresa, tiene un consumo cercano a los 77 kWh/mes, lo cual representa, sin impuestos ni el porcentaje municipal destinado a mantenimiento y a expansión de la red, un gasto de Q130.88 mensuales; mientras que la bombilla de 100 watts de alta presión de sodio, con una capacidad de iluminación similar a la de 175 watts de vapor de mercurio, consume únicamente 44 kWh/mes, lo cual representa un ahorro de Q56.09 mensualmente por cada luminaria; sin inclusión de impuestos ni gastos de mantenimiento ni expansión”.<sup>3</sup>

La utilización de lámparas de vapor de mercurio por parte de la Municipalidad de Coatepeque en el alumbrado público hace que se incremente el consumo energético al igual que su costo, siendo trasladado al usuario.

Con el actual proyecto se presentan tecnologías de alta eficiencia y menor costo como lámparas de sodio y lámpara tipo led como alternativas de cambio de las lámparas de vapor de mercurio de 175 watts tradicionalmente utilizadas; se considera que el ahorro energético sería representativo y el ahorro en la factura muy importante, éste ahorro podría ayudar a financiar el proyecto por sí mismo; además, ayudaría a mejorar la calidad de iluminación y satisfacción de los usuarios. El estudio se realizará en los Barrios Independencia, Batalla y El Rosario sectores importantes de la Ciudad de Coatepeque, municipio de Quetzaltenango en donde se pretende posteriormente iniciar el proyecto.

---

<sup>3</sup>[http://energuate.com/sites/default/files/cp1118032015\\_alumbrado\\_publico\\_perdidas.pdf](http://energuate.com/sites/default/files/cp1118032015_alumbrado_publico_perdidas.pdf)  
Consulta realizada el 20/08/2015

Figura No. 1 Recibo de luz emitido por Energuate.

**ENERGUATE**  
 DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DE GUATEMALA (DEGESA)  
 DIAG. 6 10-50 ZONA 10 INTERAMERICAS WORLD CENTER TORRE SUR NIVEL 14 OF. 1401  
 GUATEMALA, GUATEMALA  
 R.L.T. 986214  
 Atención al Cliente 2305-2222  
 atencion@clienteenerguate.com

Factura No.: CID-000000195289  
**NIS: 2183609**  
 Dr. Rigina / Cliente

Med. sobre medidor No. 30314510530; 22-00-0033; No. 14476; 00000  
 www.energuate.com

MED: 0067107630  
 LOC: CUATEPEQUE  
 PISO/APTO: 8.1.1.04

Mes de Factura: DICIEMBRE  
 Fecha Emisión: 06/12/2015  
 Fecha Seguida de Pago: 23/12/2015

La luz es servida durante 30 días

| Tipo de Consumo | No. Medidor | LECTURA ANT. | LECTURA ACT. | MU/L | Consumo |
|-----------------|-------------|--------------|--------------|------|---------|
| Activa kWh      | 0067107630  | 6684         | 6767         | 1,0  | 73      |

Detalle de la Deuda

| 30 días | Proximos 12 meses  | Historial de Consumo |
|---------|--------------------|----------------------|
| 0.00    | Incluido el actual | sep-15 10            |
| 0.00    | 3.8 kWh            | oct-15 69            |
| 0.00    |                    | nov-15 66            |

Saldo Convenio Pago: 0.00

Periodo de Lectura  
 Desde: 06/11/2015 Hasta: 06/12/2015

| Conceptos de Facturación                                    | Consumos | Q/kWh     | S/IVA | Importe en Q |
|---|----------|-----------|-------|--------------|
| Cargo Fijo Mensual con IVA                                  | 0        | 15.481760 |       | 17.34        |
| Consumo Energía con IVA                                     | 73       | 1.710134  |       | 129.62       |
| Aporte INE a Tarifa Social con IVA                          | 73       | 1.210134  |       | -96.94       |
| Ajuste por Redondeo (-) sin IVA                             | 0        | 0.000000  |       | -0.37        |
| Redondeo Mes Anterior sin IVA                               | 0        | 0.000000  |       | 0.71         |
| <b>SUBTOTAL CONSUMO DE ELECTRICIDAD</b>                     |          |           |       | <b>56.56</b> |
| <b>Tasa por Alumbrado Público (Cobro Municipal) sin IVA</b> |          |           |       | <b>33.44</b> |
| <b>TOTAL FACTURA Q</b>                                      |          |           |       | <b>92.00</b> |

**TOTAL DEUDA Q 92.00**

Queda suelto en cuanto al día y el día pago, conforme a los datos recibidos:  
 1) Pago de consumo de la factura de 06/12/2015 de Q92.00.  
 2) Pago de tarifa social con IVA de Q96.94.  
 3) Pago de cargo fijo mensual con IVA de Q17.34.  
 4) Pago de ajuste por redondeo de Q0.37.  
 5) Pago de redondeo mes anterior de Q0.71.  
 6) Pago de tasa por alumbrado público de Q33.44.  
 7) Pago de IVA de Q17.34.  
 8) Pago de IVA de Q129.62.  
 9) Pago de IVA de Q-96.94.  
 10) Pago de IVA de Q-0.37.  
 11) Pago de IVA de Q0.71.

Fuente: Factura emitida el 6/12/2015 por Energuate en el cual se detalla el cobro por concepto de alumbrado público por valor de Q33.44, el cual es cancelado por los usuarios.

### **3. DEFINICION DEL PROBLEMA**

Dentro de la problemática que tiene el municipio de Coatepeque podemos mencionar el Servicio del Alumbrado Público, y sus consecuencias:

- Alto consumo energético: La utilización de lámparas de vapor de mercurio de 175 watts hace que el consumo energético sea elevado.
- Servicio caro: Como producto del consumo energético elevado, el costo es caro y se traslada a la factura del usuario.
- Servicio deficiente y de mala calidad: Por lámparas quemadas, luminarias quebradas o incompletas.
- Efecto cebra: Derivado de la ausencia de postes y luminarias, la luz es insuficiente para cubrir la distancia entre una luminaria y otra.

### **4. JUSTIFICACION**

Con el presente estudio se pretende presentar nuevas tecnologías de alta eficiencia y menor costo como alternativa de cambio de las lámparas de vapor de mercurio de 175 watts, éstas tecnologías deben ser capaz de mejorar la calidad del alumbrado público, reducir el consumo energético, mejorar la iluminación y ser financieramente viable, permitiendo que el proyecto se pueda financiar por sí mismo.



## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. OBJETIVO GENERAL**

Establecer el uso de nuevas tecnologías, como alternativas de cambio al uso de lámparas de vapor de mercurio en el alumbrado público, capaz de Mejorar la calidad y eficiencia de la iluminación reduciendo el consumo energético y costos económicos.

### **5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Presentar alternativas tecnológicas de alta eficiencia y menor costo, que contribuya a reducir el consumo energético en el alumbrado público y en la facturación.
- Demostrar a través de estudio técnico, características de las tecnologías propuestas en comparación a seguir utilizando lámparas de vapor de mercurio de 175 Watts.
- Realizar el estudio financiero de cada una de las tecnologías propuestas para establecer su viabilidad.

## **6. DELIMITACION DEL PROBLEMA**

La Ciudad de Coatepeque está formada por once Barrios en los cuales se carece de un servicio de alumbrado público eficiente debido a diferentes factores entre ellos podríamos mencionar: Lámparas quemadas, luminarias quebradas o

ausencia de las mismas, en algunos casos se manifiesta el efecto cebra<sup>4</sup> por la ausencia de postes y/o luminarias, la luz es insuficiente para cubrir la distancia entre luminarias cercanas. Las calles son de ocho metros y las aceras de uno a uno punto cinco metros, los postes están situados por lo regular a cincuenta metros de distancia uno de otro y las luminarias se encuentran instaladas de cinco punto cinco a seis metros de altura; las lámparas existentes son de vapor de mercurio tipo canasta de 175 Watts.

Con el presente proyecto se dan nuevas alternativas tecnológicas de alta eficiencia y menor costo como opciones para sustituir en el futuro las lámparas de vapor de mercurio tradicionalmente utilizadas en el alumbrado público, teniendo ahorros importantes que ayudarían a financiar el proyecto por sí mismo y que mejoraría la calidad de iluminación como también reduciría el consumo energético. De los once Barrios que existen en el municipio de Coatepeque únicamente fueron considerados los Barrios Independencia, Batalla y El Rosario por estar éstos densamente poblados, existir un estándar referente a medidas de las calles y aceras como en la colocación de los postes y luminarias que permitirá realizar de mejor manera un censo de contadores, luminarias y postes, datos importantes para el presente proyecto.

## **7. MARCO TEÓRICO.**

### **7.1. DATOS HISTÓRICOS DEL MUNICIPIO DE COATEPEQUE**

Todo esto era territorio de nadie por eso lo habitaban los aborígenes adoradores del dios "Mixcoalt" quienes habían escogido, un lugar estratégico llamado "El cerro de la serpiente" de donde proviene el vocablo "Coalt-Tepec".

---

<sup>4</sup> Efecto cebra: Cuando las distancias entre postes de alumbrado son muy distantes uno de otro, se crea regiones oscuras normalmente denominado efecto cebra.  
<http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/Docs/Informe%20Tecnico%20Alternativas%20Alumbrado%20Publico%20Ene%202013.pdf>

Coatepeque tardo unos 60 u 80 años en evolucionar de "Ejido" a "Comunidad" de "Comunidad" a "Villorrio" (significa "Aldehuela" o "Poblacho" de villorrio a "Villa"(significa población pequeña menor que ciudad y mayor que Aldea) villa fue por mucho tiempo hasta el 6 de noviembre de 1,951 que fue ascendida a Ciudad.

Su fundador fue Juan Bernardo el 24 de abril de 1,770, el 26 de noviembre de 1,770 se hizo la medida oficial quedando reconocida la comunidad como "Santiago de Coatepeque" y con ese nombre fue bautizado por Nicolás Maldonado de la tercera orden del señor San Francisco.

Los principales cultivos del municipio son: El maíz, frijol y arroz, algunas personas se dedican a la crianza de ganado.<sup>5</sup>

## **7.2. DATOS GEOGRÁFICOS, EXTENSIÓN Y UBICACIÓN DEL MUNICIPIO**

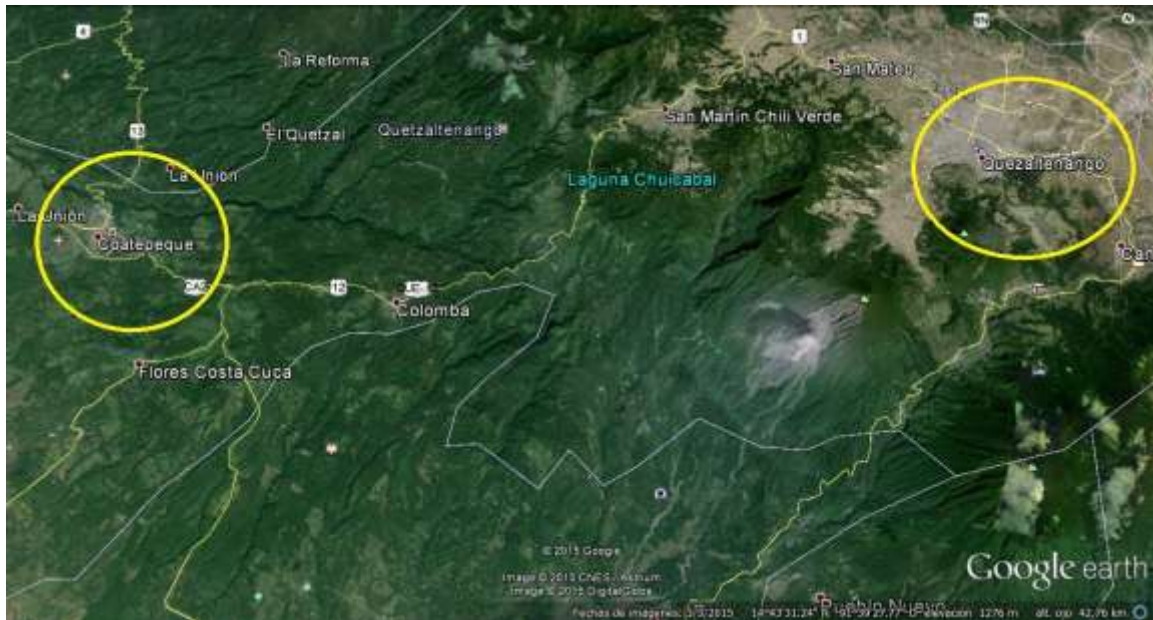
El municipio de Coatepeque posee una extensión territorial de 426 Km<sup>2</sup>, con una altura de 1,500 pies o 498 metros sobre el nivel del mar; el área que ocupa la cabecera municipal es de 8 Km<sup>2</sup>. Su temperatura mínima es de 13.0 grados Centígrados y máxima de 33.0 grados Centígrado.

Macro y micro localización: Coatepeque se encuentra a 220 Km de la Ciudad Capital y a 35 Km de la frontera con México y a una distancia de 55 Km en referencia a su cabecera departamental, siendo sus coordenadas Latitud 14°41'60.00"N y Longitud 91°51'59.97"O.

---

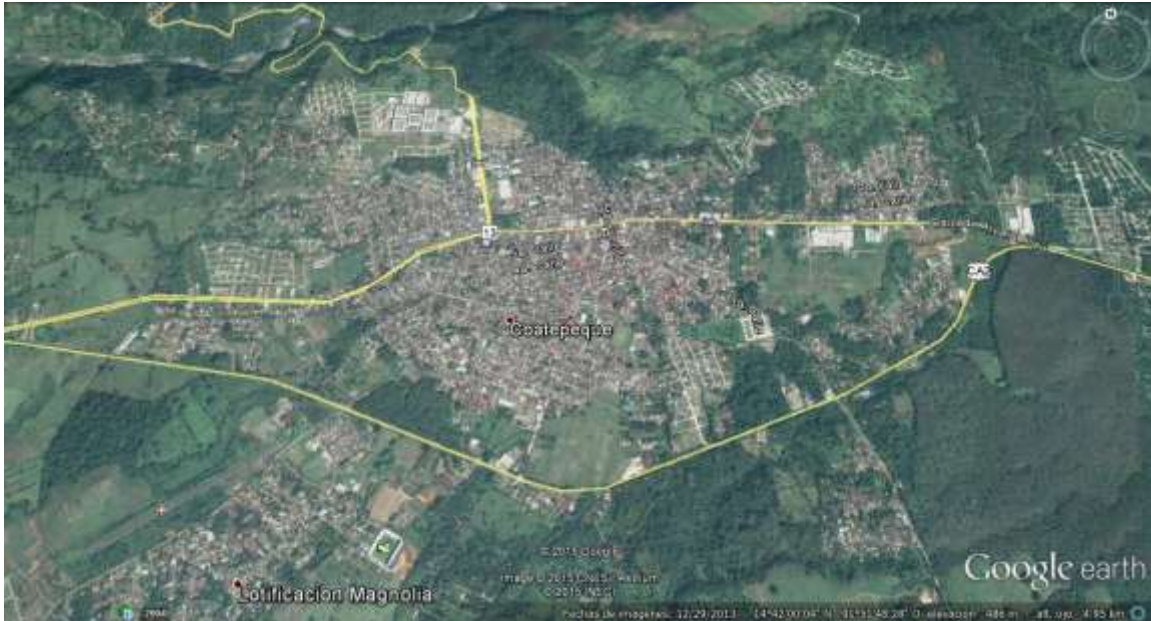
<sup>5</sup> Servicios Integrados de Salud, División de Malaria Región VI, Quetzaltenango (2007).

**Figura No. 2** Macro localización del municipio de Coatepeque en referencia al departamento de Quetzaltenango.



**Fuente:** Google earth consulta realizada el 21/09/2015, en la presente fotografía espacial se puede observar la ubicación del municipio de Coatepeque en el lado izquierdo y la ubicación de la cabecera departamental de Quetzaltenango del lado derecho. El acceso es montañoso, carretera asfaltada y en buen estado.

**Figura No. 3** Micro localización de la Ciudad de Coatepeque, municipio del Departamento de Quetzaltenango.



**Fuente:** Google earth consulta realizada el 21/09/2015, en la presente fotografía espacial se puede observar la ubicación de la cabecera municipal de Coatepeque.

### 7.3. INFORMACIÓN BÁSICA DEL MUNICIPIO DE COATEPEQUE

Según informe presentado en el año 2,007 por los servicios integrados de salud, División de Malaria Región VI de Quetzaltenango, indica que en el municipio de Coatepeque existían 23,963 casas y una población de 114,171 habitantes clasificados de la siguiente manera:

- **Área urbana 11,369 casas y 52,162 habitantes**
- **Área rural 12,594 casas y 62,009 habitantes<sup>6</sup>**

---

<sup>6</sup> Servicios Integrados de Salud, División de Malaria Región VI, Quetzaltenango (2007).

#### **7.4. INFORMACIÓN BÁSICA DE LOS BARRIOS OBJETO DE ESTUDIO**

Considerando el informe de los servicios integrados de salud, división de Malaria región VI de Quetzaltenango, del año 2,007, estos indican que en los Barrios Independencia, Rosario y Batalla existen 1,757 viviendas habitadas por 8,072 personas que representan el 15.47% del total de la población urbana. El 100% cuentan con el servicio de energía eléctrica y un servicio deficiente del servicio de alumbrado público por las razones mencionadas con anterioridad.<sup>7</sup>

#### **7.5. TIPOS DE SERVICIOS PÚBLICOS QUE TIENEN LOS BARRIOS OBJETO DE ESTUDIO**

Los Barrios Independencia, Batalla y Rosario cuentan con los siguientes servicios públicos: Agua entubada, drenaje, calles adoquinadas y de piedra, energía eléctrica residencial y alumbrado público.

El alumbrado público está compuesto por postes de concreto propiedad de la empresa Energuate, soportes improvisados de tubo y lámparas de vapor de mercurio de 175 watts, propiedad de la municipalidad de Coatepeque.

#### **7.6. ALUMBRADO PÚBLICO**

Atehortúa F, Bustamante R, y Valencia J (2008) definen el alumbrado público como: “la iluminación de las vías públicas, parques públicos y de más espacios de libre circulación que no se encuentra a cargo de ninguna persona natural o jurídica de derecho privado o público diferente del municipio, con el objeto de proporcionar

---

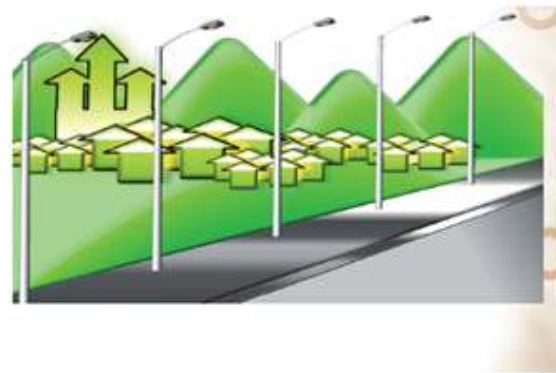
<sup>7</sup> Servicios Integrados de Salud, División de Malaria Región VI, Quetzaltenango (2007).

la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades tanto vehiculares como peatonales”.<sup>8</sup>

**Figura No. 4** Sistema de alumbrado público.

**Sistema de alumbrado público (AP)**

*“Comprende el conjunto de luminarias, redes, transformadores de uso exclusivo y en general, todos los equipos necesarios para la prestación del servicio de alumbrado público, que no formen parte del sistema de distribución”*



**Fuente:** Colombia, Ministerio de Minas y Energía. Decreto Número 2424 de julio 18 de 2006, Artículo 3ero. Por el cual se regula la prestación del servicio de Alumbrado Público. Bogotá, D.C.2006.

El servicio de alumbrado público es de vital importancia en el diario vivir de las pequeñas comunidades como de grandes ciudades; mejora la calidad de vida de los usuarios, ayuda a mejorar la seguridad previniendo robos y asaltos, facilita la libre locomoción tanto peatonal como en vehículo disminuyendo accidentes en la vía pública y además contribuye en la recreación a través de actividades deportivas y culturales. La falta o deficiencias del alumbrado público en las calles hace vulnerable a un pueblo y sus habitantes exponiéndolos a la delincuencia, a sufrir percances automovilísticos y los condena al encierro al no poder contar con horas nocturnas para ser utilizadas en una sana distracción que ayude a eliminar el stress de un día de trabajo.

<sup>8</sup> Atehortúa F, Bustamante R, y Valencia J (2008), “Sistema de gestión integral, una sola gestión, un solo equipo” , Pagina 25, Editorial Universidad de Antioquia.

En Coatepeque la municipalidad es el ente encargado del mantenimiento del servicio de alumbrado público el cual es deficiente y de mala calidad debido al alto consumo energético provocado por el uso de tecnología obsoleta como lo son las lámparas de vapor de mercurio que en su momento cumplieron su objetivo pero con el avance de la ciencia han surgido lámparas más eficientes que pueden contribuir a mejorar el servicio y se encuentran disponibles en el mercado.

## **7.7. CONCEPTOS BÁSICOS DE ILUMINACIÓN**

De acuerdo a la guía didáctica para el buen uso de la energía, presentado por la república de Colombia a través del Ministerio de Minas y Energía y su unidad de Planificación Minera Energética, a continuación se presentan los siguientes conceptos básicos:

### **7.7.1. Tensión (V)**

Se conoce comúnmente como voltaje; su unidad de medida es el voltio (V).

### **7.7.2. Potencia Eléctrica (P)**

La potencia es la energía consumida por unidad de tiempo. Su unidad de medida es el vatio (W).<sup>9</sup>

En la actualidad en los empaques de las lámparas, los fabricantes detallan la potencia para que el consumidor elija la que mejor le convenga de acuerdo a su necesidad y economía.

---

<sup>9</sup> Guía didáctica para el buen uso de la energía, presentado por la república de Colombia, a través del Ministerio de Minas y Energía y su Unidad de Planificación Minera Energética (2007).



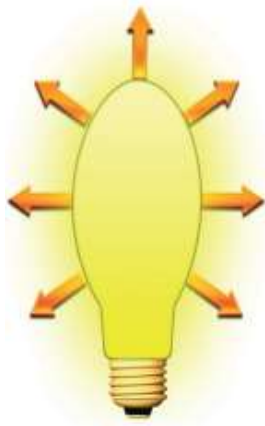
**Figura No. 5** Datos importantes que los fabricantes ponen a disposición del consumidor.



Los fabricantes proporcionan información de la potencia que consume cada bombilla mediante su valor en Vatios, por ejemplo, se consiguen en el mercado bombillas de vapor de sodio de alta intensidad de descarga (HID) de 70 W, 150 W, 250 W, 400 W y 1000 W.

**Fuente:** Guía didáctica para el buen uso de la energía, presentado por la república de Colombia a través del Ministerio de Minas y Energía y su Unidad de Planificación Minera Energética (2007).

**Figura No. 6** Expansión del flujo luminoso en una lámpara.



**Flujo luminoso ( $\phi$ )**

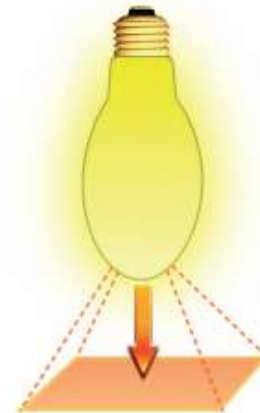
Es la cantidad de luz que emite una fuente luminosa en todas las direcciones por unidad de tiempo.

**Lumen (lm):** unidad de medida del flujo luminoso.

**Nivel de luz o iluminancia (E)**

La iluminancia es la densidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie.

**Lux (lx):** unidad de medida de Iluminancia. Un lux equivale a un lumen por metro cuadrado. ( $1lx = 1lm/m^2$ )



**Fuente:** Guía didáctica para el buen uso de la energía, presentado por la república de Colombia a través del Ministerio de Minas y Energía y su Unidad de Planificación Minera Energética (2007).

- **Flujo luminoso y lumen**

Wikipedia define “**flujo luminoso** como la medida de la potencia luminosa percibida. Difiere del flujo radiante, la medida de la potencia total emitida, en que está ajustada para reflejar la sensibilidad del ojo humano a diferentes longitudes de onda. Su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es el lumen (lm)”.<sup>10</sup>

“El lumen (símbolo: lm) es la unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso, una medida de la potencia luminosa emitida por la fuente.

El flujo luminoso se diferencia del flujo radiante en que el primero contempla la sensibilidad variable del ojo humano a las diferentes longitudes de onda de la luz y el último involucra toda la radiación electromagnética emitida por la fuente según las leyes de Wien y de Stefan-Boltzmann sin considerar si tal radiación es visible o no; es decir, si una fuente luminosa emite una candela de intensidad luminosa uniformemente en un ángulo sólido de un estereorradián, su flujo luminoso total emitido en ese ángulo es un lumen. Alternativamente, una fuente luminosa isótropa de una candela emite un flujo luminoso total de exactamente  $4\pi$  lúmenes. Se puede interpretar el lumen de forma menos rigurosa como una medida de la "cantidad" total de luz visible en un ángulo determinado, o emitida por una fuente dada.

Una bombilla incandescente de 100 vatios emite aproximadamente 1000 lúmenes, mientras que una lámpara de vapor de sodio de la misma potencia emite alrededor de 12.000 lúmenes, unas doce veces más, pudiendo llegar a emitir hasta 20 veces más que una lámpara de incandescencia, dependiendo del tipo de lámpara”.<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Flujo\\_luminoso](https://es.wikipedia.org/wiki/Flujo_luminoso). Consulta realizada 18/09/2015

<sup>11</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Lumen>. Consulta realizada 18/09/2015

## **7.8. ELEMENTOS NECESARIOS DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO**

Para conocer los elementos que forman el sistema de alumbrado público como también aspectos técnicos, a continuación se maneja el orden lógico de la tesis de Donis A. Villatoro H., a nivel de ingeniería mecánica eléctrica, publicada en octubre del 2,012, quien establece los siguientes elementos<sup>12</sup>:

### **7.8.1. Lámparas**

Wikipedia define lámpara “al dispositivo soportado que produce la luz, también llamado bombilla o foco”.<sup>13</sup> Actualmente existen distintas opciones que se pueden utilizar para la iluminación del alumbrado público, entre ellas podemos mencionar lámparas de vapor de mercurio, de sodio de alta presión, tipo led y otras.

#### **7.8.1.1. Lámparas de vapor de mercurio**

Fernando M. Domínguez, se refiere a la lámpara de mercurio de la siguiente manera: “este tipo de lámpara emplea para la descarga vapor de mercurio (Hg) dentro de una ampolla de cuarzo; para facilitar el encendido se introduce en ella una pequeña cantidad de gas argón.

La ampolla de cuarzo tiene cuatro electrodos de tungsteno recubiertos asimismo de materiales que como el torio, desprenden fácilmente electrones: dos electrodos son principales y dos auxiliares, que junto con una o dos resistencias auxiliares, se encierran en un bulbo o ampolla de cristal, parecida a la de las lámparas incandescentes.

---

<sup>12</sup> Estudio de eficiencia energética en el sistema de alumbrado público del poblado de Playa grande Ixcán, Quiché implementando tecnologías de ahorro y calidad de iluminación. Publicado: Guatemala, octubre de 2012, Autor: Donis Alexander Villatoro Hernández, Nivel: Ingeniero Electricista, Universidad: San Carlos de Guatemala

<sup>13</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1mpara> Consulta realizada 29/08/2015

Una vez cerrado el interruptor se producen dos arcos en el gas argón, entre los electrodos principal y auxiliar más próximos; esta descarga produce un calentamiento en el interior de la ampolla de cuarzo que vaporiza el mercurio y transcurridos unos minutos (de 1 a 3 generalmente), al hacerse conductor el interior de la ampolla, salta un arco entre los electrodos principales, encendiéndose la lámpara completamente.

La lámpara de vapor de mercurio y luz mezcla a diferencia de las fluorescentes, la descarga se produce a alta presión. Este tipo de lámparas también contienen vapor de mercurio y su espectro posee una gran cantidad de radiación ultravioleta, lo cual es muy perjudicial para la astronomía y el medio ambiente. Su eficiencia energética es mala en comparación con otras lámparas usadas en alumbrado público. Cada vez su uso es menor, incluso se prevé la prohibición de su utilización en Europa en los próximos años”.<sup>14</sup>

**Figura No. 7** Lámpara de mercurio.



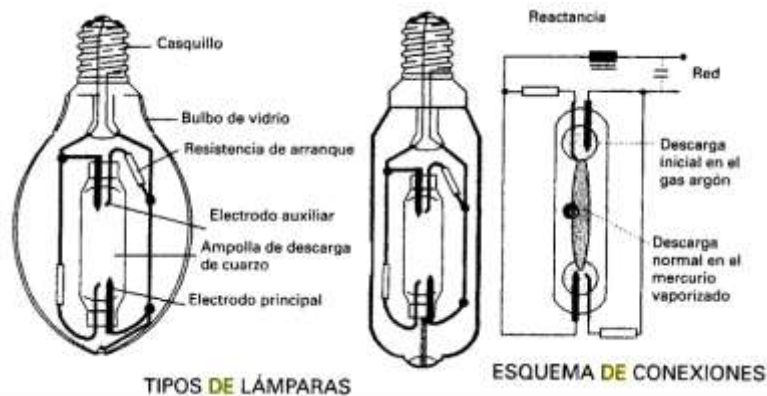
---

**Fuente:** Guía práctica de iluminación de exteriores, alumbrado eficiente y control de la contaminación lumínica.

---

<sup>14</sup> Instalaciones eléctricas de alumbrado e industriales, escrito por Fernando Martínez Domínguez. [https://books.google.com.gt/books?id=ZMcP1aKq5ksC&pg=PA48&dq=definicion+de+lampara&hl=es&sa=X&ved=0CBMQ6AEwAGoVChMIldKB\\_tfOxwIVQpkeCh2kRwA7#v=onepage&q=definicion%20de%20lampara&f=false](https://books.google.com.gt/books?id=ZMcP1aKq5ksC&pg=PA48&dq=definicion+de+lampara&hl=es&sa=X&ved=0CBMQ6AEwAGoVChMIldKB_tfOxwIVQpkeCh2kRwA7#v=onepage&q=definicion%20de%20lampara&f=false). Consulta realizada 29/09/2015

**Figura No. 8** Partes de la lámpara de mercurio.



**Fuente:** Instalaciones eléctricas de alumbrado e industria por Fernando M. Domínguez.

### 7.8.1.2. Lámpara de vapor de mercurio con halogenuros metálicos

Como otras lámparas de descarga de gas, la luz se genera pasando un arco eléctrico a través de una mezcla de gases. En una lámpara de halogenuro metálico, el tubo compacto donde se forma el arco contiene una mezcla de argón, mercurio y una variedad de halogenuros metálicos. Poseen una eficacia moderada y una vida corta (10.000 horas aproximadamente) pero su gran atractivo reside en la gran capacidad de reproducción cromática, que las hace apropiadas para instalaciones ornamentales, deportivas y recreativas. Existe una variedad de tipología, siendo la más recomendada, la nueva lámpara de halogenuros metálicos con tecnología cerámica y temperatura de color inferior a 3000°K, dada su menor radiación ultravioleta e impacto medioambiental.

**Figura No. 9** Lámpara de vapor de mercurio con halogenuros metálicos.



---

**Fuente:** Guía práctica de iluminación de exteriores, Alumbrado eficiente y control de la contaminación lumínica.

### 7.8.1.3. Lámparas de sodio de alta presión

La lámpara de vapor de sodio está compuesta de un tubo de descarga de cerámica translúcida, con el fin de soportar la alta corrosión del sodio y las altas temperaturas que se generan. En los extremos tiene dos electrodos que suministran la tensión eléctrica necesaria para que el vapor de sodio encienda. Su gran eficiencia unida a su gran duración (25.000 horas aproximadamente) la han hecho merecedora de ser la lámpara más usada en alumbrado público. Su rendimiento cromático no es alto aunque suficiente para la mayoría de las situaciones. Su gran capacidad para contrastar los objetos la hace bastante recomendable para zonas de circulación de vehículos.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Guía práctica de iluminación de exteriores, Alumbrado eficiente y control de la contaminación lumínica, IAC/OTPC - CONAMA AURA CARSO ESO/OPCC, Tenerife - Antofagasta, Julio de 2010. [http://www.iac.es/adjuntos/otpc/opcc-otpc\\_guia.pdf](http://www.iac.es/adjuntos/otpc/opcc-otpc_guia.pdf)

**Figura No. 10** Lámparas de sodio de alta presión.



---

**Fuente:** Guía práctica de iluminación de exteriores, alumbrado eficiente y control de la contaminación lumínica.

#### **7.8.1.4. Lámpara de vapor de sodio de baja presión**

Su funcionamiento es similar a las lámparas de vapor de sodio de alta presión, pero en este caso el gas está a baja presión. Esta lámpara es la que genera más lúmenes por vatio del mercado. Su uso se destina principalmente al alumbrado de grandes avenidas, autopistas, calles, parques y donde la reproducción de los colores no sea un factor importante (luz monocromática). Su vida media es bastante alta (23.000 horas) y desde el punto de vista astronómico y medioambiental es la mejor opción para usar en alumbrado exterior.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> Guía práctica de iluminación de exteriores, Alumbrado eficiente y control de la contaminación lumínica, IAC/OTPC - CONAMA AURA CARSO ESO/OPCC, Tenerife - Antofagasta, Julio de 2010. [http://www.iac.es/adjuntos/otpc/opcc-otpc\\_guia.pdf](http://www.iac.es/adjuntos/otpc/opcc-otpc_guia.pdf)

**Figura No. 11** Lámpara de vapor de sodio de baja presión.



---

**Fuente:** Guía práctica de iluminación de exteriores, alumbrado eficiente y control de la contaminación lumínica.

#### **7.8.1.5. Lámparas tipo Led (Diodo emisor de luz)**

Es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN del mismo y circula por él una corriente eléctrica. El alumbrado con LED (o alumbrado en estado sólido) ha revolucionado el modo de iluminar, ya que a diferencia de las lámparas de descarga, estos diodos no generan emisión de flujo radiante, pudiéndoseles acoplar diferentes tipos de ópticas, emitir luz de diversos colores y a su vez pueden ser controlados y modulados electrónicamente. En los últimos años su eficiencia ha crecido enormemente y se espera que los próximos años crezca aún más. Desde el punto de vista astronómico y medioambiental existen LED con temperatura de color cálido ( $<3000^{\circ}\text{K}$ ) con bajo contenido en el color azul que los hace óptimos para el uso ambiental (plazas, parques, peatonales, etc.). También se encuentran disponibles LED con un espectro similar al vapor de sodio, con lo



cual es posible que esta tecnología sustituya a todo lo anterior con el paso de los años.<sup>17</sup>

**Figura No. 12** Lámparas tipo Led (Diodo emisor de luz).



---

**Fuente:** Guía práctica de iluminación de exteriores, alumbrado eficiente y control de la contaminación lumínica.

#### **7.8.1.6. Lámpara de fluorescencia**

Es una lámpara con vapor de mercurio a baja presión y que es utilizada normalmente para la iluminación doméstica e industrial. Su gran ventaja frente a las incandescentes, es su eficiencia energética. En alumbrado exterior se utiliza normalmente en balizas y existen diversidad de potencias, temperaturas de color y sistemas de conexión. Su vida media es relativamente corta (10.000 horas). Es recomendable el uso de lámparas con temperatura de color inferior a 3000°K por su menor impacto en el medioambiente y la astronomía.

---

<sup>17</sup> Guía práctica de iluminación de exteriores, Alumbrado eficiente y control de la contaminación lumínica, IAC/OTPC - CONAMA AURA CARSO ESO/OPCC, Tenerife - Antofagasta, Julio de 2010. [http://www.iac.es/adjuntos/otpc/opcc-otpc\\_guia.pdf](http://www.iac.es/adjuntos/otpc/opcc-otpc_guia.pdf)

La guía práctica de iluminación de exteriores (Alumbrado eficiente y control de la contaminación lumínica), explica: “el resplandor luminoso es causado en las ciudades principalmente por la luz blanca. Por ello, es recomendable no utilizar este tipo de lámparas, además de recurrir a bajos paquetes de luz cuando sea posible. Adicionalmente, algunos tipos de lámparas consumen más energía que otras con el mismo flujo luminoso emitiendo en zonas del espectro no útiles para el ojo humano. Las mejores opciones son el uso de lámparas que se dispersen poco en la atmósfera, contaminen muy poco el espectro electromagnético, incluyendo el ultravioleta y el infrarrojo, o que al menos no inunden la zona del azul (inferior a 500nm). Por ello, las lámparas ideales, hoy en día, son las de vapor de sodio de baja presión (VSBP), alta presión (VSAP) o el LED cálido con baja emisión azul comentado anteriormente”.<sup>18</sup>

En la actualidad en el municipio de Coatepeque según indicó el señor Douglas López, encargado de la oficina de Alumbrado Público de la municipalidad de Coatepeque, existe un aproximado de 5,000 lámparas de vapor de mercurio de 175 watts y 240 de voltaje distribuida de la siguiente manera:

- Área urbana 2,100 lámparas
- Área rural 2,900

A demás se cuenta con 150 lámparas de sodio de 400 watts y 240 de voltaje ubicadas en las calzadas del municipio. El tipo de forma son las siguientes:

- Tipo cobra
- Tipo televisor

---

<sup>18</sup> Guía práctica de iluminación de exteriores, Alumbrado eficiente y control de la contaminación lumínica, IAC/OTPC - CONAMA AURA CARSO ESO/OPCC, Tenerife - Antofagasta, Julio de 2010. [http://www.iac.es/adjuntos/otpc/opcc-otpc\\_guia.pdf](http://www.iac.es/adjuntos/otpc/opcc-otpc_guia.pdf)

El obstáculo que han encontrado con este tipo de lámparas, ha sido el alto costo en su mantenimiento, por lo cual algunas han sido removidas pero no han sido reparadas o sustituidas por otras nuevas.<sup>19</sup>

El señor Edie A. Orozco, encargado de Administraciones Públicas Regional de Energuate indicó que para determinar el cobro del alumbrado público que debe realizar la municipalidad de Coatepeque, Energuate juntamente con delegados de la municipalidad hacen 2 conteos de lámparas anuales; es decir, cada 6 meses y determinan el potencial de cada una. El último dato que proporcionó fue el siguiente:

Lámparas que existen actualmente en el municipio de Coatepeque de acuerdo al conteo realizado con personal de la municipalidad de Coatepeque y de Energuate.

**Cuadro No. 1.** Cantidad de lámparas reportadas por Energuate.

| Cantidad de lámparas reportadas por Energuate |             |          |
|---|-------------|----------|
| No.   | Lugar       | Cantidad |
| 1   | Área Urbana | 2,322    |
| 2   | Área Rura   | 4,105    |
|   | Total       | 6,427    |

**Fuente:** Información proporcionada por el Sr. Edie Alberto Orozco Santizo, Administraciones Públicas Regional, Energuate.

---

<sup>19</sup> Douglas López, encargado de la oficina de Alumbrado Público de la municipalidad de Coatepeque.

Es importante resaltar que dentro del cobro que se realiza únicamente se consideran 12 horas de iluminación y no importa que la lámpara esté en malas condiciones o quemada; es decir, esté o no iluminando el cobro de igual manera se hará. En la actualidad de acuerdo al censo de luminarias realizado se encontraron apagadas 52 lámparas que significando un 14% y por cada una de ellas la municipalidad debe realizar el pago correspondiente dado que es responsabilidad del ente municipal darle el mantenimiento respectivo.

## **7.8.2. Luminaria**

De acuerdo a la web, “Las luminarias son los elementos encargados de cubrir las lámparas para protegerlas de los agentes externos, dirigir el flujo luminoso hacia la zona deseada y contener los elementos auxiliares para su funcionamiento”.<sup>20</sup>

La norma UNE-EN 60588-1, adoptada de la Norma Internacional CIE 598-1, recoge los requisitos generales y particulares de las luminarias. define luminaria como “Aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de lámparas, (excluyendo las propias lámparas) y, en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación”.<sup>21</sup>

### **7.8.2.1. Componentes de la luminaria**

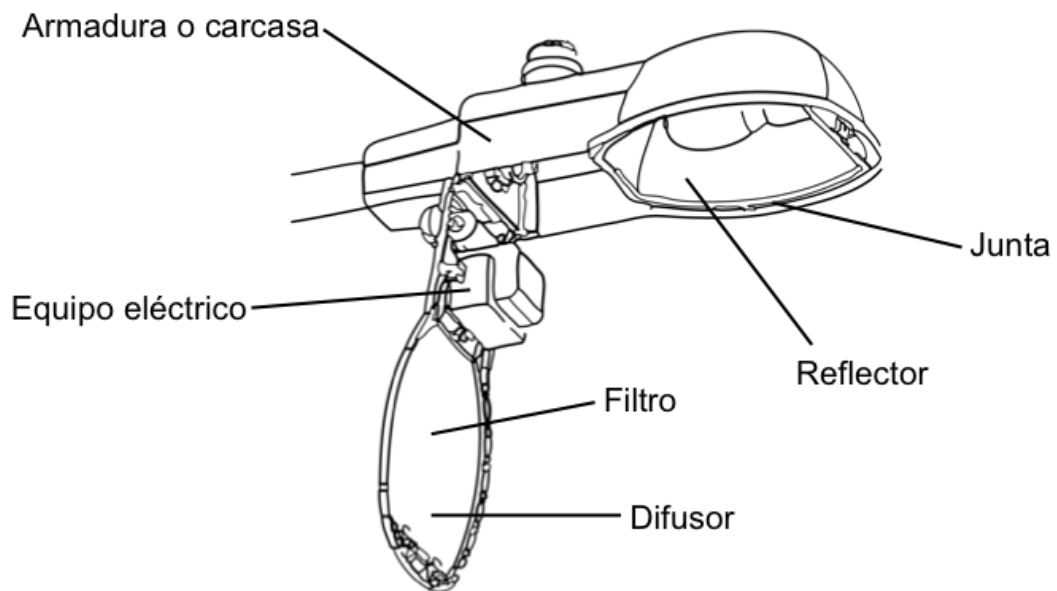
A continuación la figura No. 13 describe los elementos más característicos de una luminaria tipo cobra:

---

<sup>20</sup> Curso on-line de iluminación. <http://grlum.dpe.upc.edu/manual/index2.php> Consulta realizada el 23/09/2015.

<sup>21</sup> Curso on-line de iluminación. <http://grlum.dpe.upc.edu/manual/index2.php> Consulta realizada el 23/09/2015.

**Figura No. 13** Componentes de la luminaria.



---

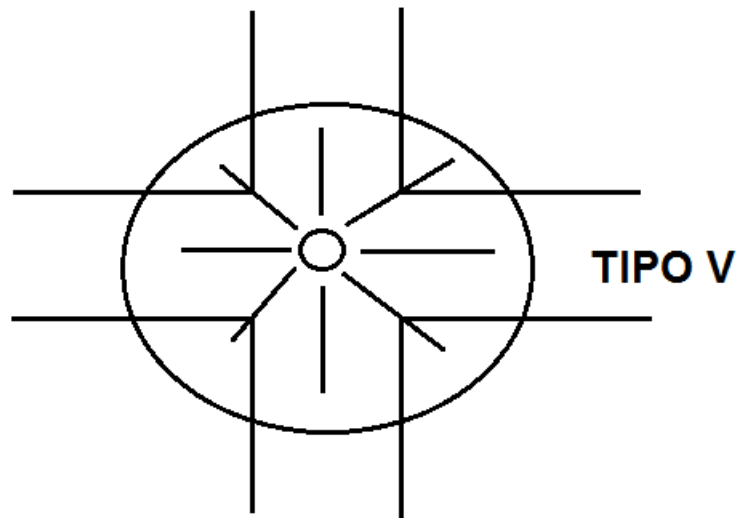
**Fuente:** Thomas & Betts Corporation.

- *Armadura o carcasa:* Está fabricada con materiales resistentes como la chapa de acero, chapa de aluminio o vidrio, debido a que en ella se integran los demás componentes de la luminaria.

- *Equipo eléctrico:* Formado por el portalámparas más los elementos necesarios para el arranque y funcionamiento de la lámpara.
- *Reflector:* Superficies diseñadas para reflejar el flujo luminoso de la lámpara en la dirección deseada. Suelen incorporar una pantalla para evitar deslumbramientos. Está fabricada con chapas de acero finas esmaltadas de aluminio anodizado, de aluminio de alta reflectancia.
- *Difusor:* Carcasa o pantalla que encierra la lámpara. Se usa para difundir el haz de luz y evitar deslumbramiento.
- *Filtro:* Se acoplan con los difusores, para potenciar o disminuir la radiación ultravioleta o infrarrojo, polarización de la luz en un plano o alteración de los colores de la radiación.
- *Refractor:* Superficie que modifica la distribución del flujo luminoso de la lámpara por refracción.
- *Junta:* Elemento de goma que aporta a la luminaria el grado de estanqueidad

El departamento de eficiencia energética, división de proyectos estratégicos de la comisión nacional de energía eléctrica de Guatemala describe lo siguiente: “En las instalaciones de Energuate las luminarias colocadas por las municipalidades son principalmente de tipo canasta, y cuya fotometría es de la clasificación Tipo V – produce una esfera de iluminación alrededor de la luminaria. La Tipo V está diseñada para aplicación y montaje a una altura no mayor a los 3 metros del nivel del suelo, por lo que se sugiere su sustitución por un conjunto de lámparas luminarias de alta eficiencia y que aporte la fotometría acorde a las necesidades de las vialidades, es decir la Tipo III – la cual posee características en el conjunto difusor – refractor que forman una diseminación de la iluminación principalmente hacia los lados y limitada hacia enfrente y atrás de la luminaria.

**Figura No. 14** Fotometría de clasificación Tipo V.

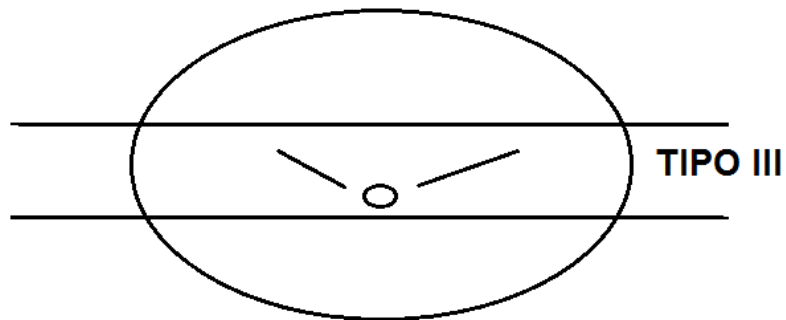


---

**Fuente:** El departamento de eficiencia energética, división de proyectos estratégicos de la comisión nacional de energía eléctrica de Guatemala.

La curva anterior muestra que la aplicación es principalmente para cruceros donde se requiere iluminación omnidireccional, pero para una altura de montaje no mayor a 3 metros –diseñada para uso en seguridad-. La limitada diseminación del flujo aunada a las distancias interpostales –distancia entre postes- crea regiones oscuras – normalmente denominado efecto cebra.

**Figura No. 15** Fotometría de clasificación Tipo III.



---

**Fuente:** El departamento de eficiencia energética, división de proyectos estratégicos de la comisión nacional de energía eléctrica de Guatemala.

La ilustración anterior muestra lo que consigue una luminaria que aporta la fotometría Tipo III. Su principal propósito y objeto es mantener la distribución de la iluminación principalmente a los lados –sobre la vía- y toma en consideración la distancia interpostal (que se puede prudentemente asumir con un promedio de 50 metros de separación entre postes para Guatemala), y sin invadir con luz en grado extremo las viviendas a uno y otro lado de la calle (iluminación indeseada e innecesaria), no obstante es de utilidad para el tránsito y considerando además el tránsito peatonal en aceras”.<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Alumbrado público de Guatemala, Alternativas para el ahorro y la eficiencia energética, Departamento de eficiencia energética, División de proyectos estratégicos, Comisión nacional de energía eléctrica, Enero 2,013.



### 7.8.2.2. Luminaria tipo canasta

Este tipo de luminaria se encuentra disponible en tecnología de sodio 100W o Mercurio de 175W, con voltajes de operación de 120V o 240V. El distribuidor Luxlite presenta las siguientes características en luminarias con lámpara de mercurio:

**Figura No. 16** Luminaria tipo canasta y sus componentes.

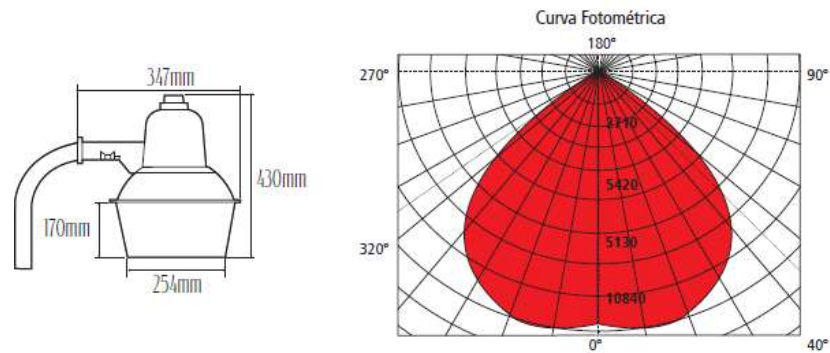


**Fuente:** Distribuidor Luxlite, catalogo 2013 página 26.

Características:

- Fotocelda electrónica multivoltaje.
- Estructura de aluminio de alta resistencia.
- Resistente a la corrosión.
- Reflector prismático que optimiza la intensidad de la luz.
- Lente de 12" que amplía el perímetro de iluminación.
- Para instalar en paredes o postes.

**Figura No. 17** Curva fotométrica de la luminaria tipo canasta.



**Fuente:** Distribuidor Luxlite, catalogo 2013 página 26.

Aplicaciones:

- Parques.
- Boulevares.
- Áreas peatonales.
- Áreas exteriores.
- Iluminación residencial.
- Áreas medianas exteriores.

**Cuadro No. 2.** Características de desempeño de la lámpara de mercurio.

| Características de desempeño |                       |                             |                          |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Flujo luminoso               | Temperatura           | Índice de creación de color | Tiempo de vida del bulbo |
| 7,900 lm                     | 3,500 K Mercurio (MC) | 20 CRI                      | > 10,000 Hrs.            |
| Características eléctricas   |                       |                             |                          |
| Voltaje de operación         | Frecuencia            | Consumo energético          | Rendimiento lumínico     |
| 240V                         | 60 Hz                 | 175 W                       | 45 (Lm/w)                |

**Fuente:** Distribuidor Luxlite, catalogo 2013 página 26 de lámpara de mercurio.

### 7.8.2.3. Luminaria tipo Cobra

Las luminarias tipo cobra en la actualidad han ganado campo principalmente para uso de boulevares, autopistas, calles y áreas públicas; se encuentran disponibles en el mercado en tecnologías Led y Sodio, el costo dependerá del tipo de tecnología y de su potencia el cual debe ser estudiado dependiendo el lugar en que se colocará. En Guatemala entre otras marcas podemos mencionar a Philips, Luxte, Light-tec. Éste tipo de tecnología mejora la calidad de iluminación del alumbrado público y su costo en comparación a las lámparas de mercurio es menor y de mayor eficiencia. El mantenimiento es fácil y se encuentra disponibles set de repuestos.

**Figura No. 18** Luminaria tipo cobra con lámpara de sodio y sus componentes.



**Fuente:** Distribuidor Luxlite, catalogo 2013 página 27.

**Cuadro No. 3.** Características de desempeño de la lámpara de sodio con luminaria tipo cobra.

| Características de desempeño |                      |                    |                             |                          |
|------------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Código                       | Flujo luminoso       | Temperatura        | Índice de creación de color | Tiempo de vida del bulbo |
| LUX0005                      | 10,000 lm            | 2,500 K Sodio (SN) | 21 CRI                      | > 10,000 Hrs.            |
| LUX0006                      | 28,000 lm            | 2,500 K Sodio (SN) | 60 CRI                      | > 10,000 Hrs.            |
| LUX0040                      | 49,000 lm            | 2,500 K Sodio (SN) | 60 CRI                      | > 10,000 Hrs.            |
| Características eléctricas   |                      |                    |                             |                          |
| Código                       | Voltaje de operación | Frecuencia         | Consumo energético          | Rendimiento lumínico     |
| LUX0005                      | 220V/240V            | 60 Hz              | 100 W                       | 100 (lm/w)               |
| LUX0006                      | 220V/240V            | 60 Hz              | 250 W                       | 112 (lm/w)               |
| LUX0040                      | 220V/240V            | 60 Hz              | 400 W                       | 122 (lm/w)               |

**Fuente:** Distribuidor Luxlite, catalogo 2013 página 27.

**Figura No. 19** Luminaria tipo cobra con lámpara led.



**Fuente:**

[http://www.ecoluxlite.com/home/docs/img\\_pdf\\_web/brochure.php?producto=LED0316](http://www.ecoluxlite.com/home/docs/img_pdf_web/brochure.php?producto=LED0316) consultado el día 04/11/2015.

**Cuadro No. 4.** Características de desempeño de la lámpara Led con luminaria tipo cobra.

| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FUNCIONAMIENTO  | CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rango de Voltaje (entrada): AC100-240V</li> <li>• Rango de Hertz: 50/60 Hz</li> <li>• Temperatura de Trabajo: 30°C-50°C</li> <li>• Humedad de Trabajo: 0%-95%</li> <li>• Factor de Potencia: 0.950</li> <li>• Rango de Voltaje (salida): DC48V</li> <li>• Potencia Nominal (Amp): 2.5A</li> <li>• Rango de Tolerancia: +5.0%</li> <li>• Tiempo de Carga: +2.0%</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca de Balastro: SOSEN</li> <li>• Marca de CHIP: Bridgelux</li> <li>• Cantidad y Tipo de CHIP: 2 Led's COB</li> <li>• Grados de Protección IP: IP65</li> <li>• Ángulos de Iluminación: 120°</li> <li>• Horas vida estimado: 18,000 Hrs</li> <li>• Material de luminaria: Aluminio</li> <li>• Unidades por Caja: 1 pcs</li> </ul> |
| ESPECIFICACIONES LUMINICAS   | ESPECIFICACIONES DE INSTALACION   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia Nominal (watts): 120W</li> <li>• Lúmenes Totales Emitidos: 10,800.00 Lm</li> <li>• Rendimiento Lumínico: 90.00 L/W</li> <li>• Índice de Reprod. Cromática: 75.00 CRI</li> <li>• Grados Kelvin: 6500K</li> <li>• Color de Luz: Luz Blanca</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de base: Para poste</li> <li>• Material del convertor: Vidrio Templado</li> <li>• Aplicación 1: Alumbrado Publico o Autopistas</li> <li>• Aplicación 2: Estacionamientos o Parqueos</li> <li>• Aplicación 3: Centros Recreativos</li> </ul>   |

**Fuente:**

[http://www.ecoluxlite.com/home/docs/img\\_pdf\\_web/brochure.php?producto=LE\\_D0316](http://www.ecoluxlite.com/home/docs/img_pdf_web/brochure.php?producto=LE_D0316) consultado el día 04/11/2015.

En la ciudad de Coatepeque en la actualidad existen las lámparas con luminaria tipo canasta de mercurio de 175W de 240V y lámparas de sodio con luminarias tipo cobra de 400W de 240V; sin embargo, no han recibido el mantenimiento adecuado debido al costo de acuerdo a lo expresado por el señor Douglas López, encargado de la oficina de Alumbrado Público de la municipalidad de Coatepeque.

### 7.8.3. Tabla comparativa de diferentes lámparas y tipos de luminarias de Mercurio Vrs. Otras tecnologías

A continuación se presenta la siguiente tabla como comparativo a la lámpara de mercurio que actualmente se utiliza en el alumbrado público en el municipio de Coatepeque, siendo las otras tecnologías lámparas de sodio y led.

**Cuadro No. 5.** Tabla comparativa de tecnologías y su consumo.

| TABLA COMPARATIVA DE TECNOLOGÍAS Y SU CONSUMO |         |            |                  |                |         |                      |         |                               |
|---|---------|------------|------------------|----------------|---------|----------------------|---------|-------------------------------|
| Código  | Estilo  | Tecnología | Consumo/<br>Watt | Flujo Luminoso | Voltaje | Horas vida estimado  | Marca   | Consumo Mercurio<br>Vr. Otras |
| LUX0029                                       | Canasta | Mercurio   | 175 w            | 7,900 lm       | 240 v   | 5,000 a 15,000 Hrs.  | Luxlite |                               |
| SRS730  | Canasta | Sodio      | 100 w            | 9,200 lm       | 240 v   | 10,000 a 28,500 Hrs. | Philips | (-) 75 W                      |
| LUX0005                                       | Cobra   | Sodio      | 100 w            | 10,000 lm      | 240 v   | 10,000 a 24,000 Hrs. | Luxlite | (-) 75 W                      |
| LED0316                                       | Cobra   | Led        | 120 w            | 10,800 lm      | 240 v   | 18,000 Hrs.          | Luxlite | (-) 55 W                      |

**Fuente:** Elaboración y [http://www.pantallasled.com.mx/articulos/080220-lumenes-vs-watts-en-alumbrado-publico-y-interiores.html#lamparas\\_mercurio](http://www.pantallasled.com.mx/articulos/080220-lumenes-vs-watts-en-alumbrado-publico-y-interiores.html#lamparas_mercurio) y [www.ecoluxlite.com](http://www.ecoluxlite.com) (La potencia de lúmenes dependerá de la marca).

#### Lámparas de sodio de alta presión tubular clara y elíptica difusa.

- Lámpara Tubular Clara: éste tipo de lámpara por su forma es utilizada en las luminarias tipo cobra para una fotometría tipo III; sin embargo, también puede ser utilizada en luminarias de canasta en este caso tenemos el ejemplo de la colonia Las Victorias, del municipio de Palín. El flujo luminoso dependerá de la marca y puede llegar hasta 10,000 lúmenes.

**Cuadro No. 6.** Características de lámpara de sodio tubular clara.



| Lucalox™ Estándar – Tubular Clara        |           |            |            |            |            |            |            |            |            |                 |
|--|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|
| Código de Producto                       | 99485     | 99486      | 99487      | 74265      | 99488      | 74267      | 99489      | 74269      | 99490      | 45751           |
| Descripción del Producto                 | LU70V/E27 | LU100V/E27 | LU100V/E40 | LU150V/E40 | LU150V/E40 | LU250V/E40 | LU250V/E40 | LU400V/E40 | LU400V/E40 | LU1000V/E40/4pk |
| Potencia Nominal [W]                     | 70        | 100        | 100        | 150        | 150        | 250        | 250        | 400        | 400        | 1000            |
| Tensión [V]                              | 90        | 100        | 100        | 100        | 100        | 100        | 100        | 100        | 100        | 110             |
| Base                                     | E27       | E27        | E40        | E40        | E40        | E40        | E40        | E40        | E40        | E40             |
| Lúmenes Nominales [lm]                   | 6100      | 9100       | 9100       | 15000      | 15000      | 28000      | 28000      | 48000      | 48000      | 130000          |
| Lúmenes Medidos [lm]                     | 6100      | 9100       | 9100       | 15000      | 15000      | 28000      | 28000      | 48000      | 48000      | 133340          |
| Eficiencia Efectiva de la Lámpara [lm/W] | 87        | 91         | 91         | 100        | 100        | 112        | 112        | 120        | 120        | 137             |
| Promedio de Vida Estimado [h]            | 24000     | 24000      | 24000      | 24000      | 24000      | 24000      | 24000      | 24000      | 24000      | 24000           |
| TCC [Ra]                                 | 2000      | 2000       | 2000       | 2000       | 2000       | 2000       | 2000       | 2000       | 2000       | 2000            |
| Temperatura Ambiente [°C]                | 25        | 25         | 25         | 25         | 25         | 25         | 25         | 25         | 25         | 25              |
| Bulbo                                    | Duro      | Duro       | Duro       | Duro       | Duro       | Duro       | Duro       | Duro       | Duro       | Duro            |
| Posición de Funcionamiento               | Universal | Universal  | Universal  | Universal  | Universal  | Universal  | Universal  | Universal  | Universal  | Universal       |
| Temperatura Mínima Inicial [°C]          | -40       | -40        | -40        | -40        | -40        | -40        | -40        | -40        | -40        | -40             |

**Fuente:** [http://www.gelighting.com/LightingWeb/la/south/images/Lucalox-Estandar-HojaTecnica\\_tcm403-49065.pdf](http://www.gelighting.com/LightingWeb/la/south/images/Lucalox-Estandar-HojaTecnica_tcm403-49065.pdf) consulta realizada el 18/11/2,015.

- Lámpara Elíptica Difusa: Las lámparas Elípticas son funcionales para las luminarias tipo canasta para una fotometría tipo V. El flujo luminoso dependerá de la marca y puede llegar hasta 10,000 lúmenes.

**Cuadro No. 7.** Características de lámpara de sodio elíptica difusa.



| Lucalox™ Estándar - Elíptica Difusa      |                  |                    |            |            |            |
|--|------------------|--------------------|------------|------------|------------|
| Código de Producto                       | 46217            | 91766              | 74266      | 74268      | 74268      |
| Descripción del Producto                 | LU70V90/MOVD/E27 | LU100/100/MOVD/E40 | LU150V/E40 | LU250V/E40 | LU250V/E40 |
| Potencia Nominal [W]                     | 70               | 100                | 150        | 250        | 250        |
| Potencia Medida [W]                      | 71               | 104                | 150        | 250        | 250        |
| Tensión [V]                              | 90               | 100                | 100        | 100        | 100        |
| Base                                     | E27              | E40                | E40        | E40        | E40        |
| Lúmenes Nominales [lm]                   | 5800             | 9200               | 14500      | 26000      | 26000      |
| Lúmenes Medidos [lm]                     | 6180             | 9230               | 14500      | 26000      | 26000      |
| Eficiencia Efectiva de la Lámpara [lm/W] | 87               | 89                 | 97         | 104        | 104        |
| Promedio de Vida Estimado [h]            | 28500            | 28500              | 24000      | 24000      | 24000      |
| TCC [Ra]                                 | 2000             | 2000               | 2000       | 2000       | 2000       |
| Temperatura Ambiente [°C]                | 25               | 25                 | 25         | 25         | 25         |
| Bulbo                                    | Suave            | Duro               | Duro       | Duro       | Duro       |
| Posición de Funcionamiento               | Universal        | Universal          | Universal  | Universal  | Universal  |
| Temperatura Mínima Inicial [°C]          | -40              | -40                | -40        | -40        | -40        |

**Fuente:** [http://www.gelighting.com/LightingWeb/la/south/images/Lucalox-Estandar-HojaTecnica\\_tcm403-49065.pdf](http://www.gelighting.com/LightingWeb/la/south/images/Lucalox-Estandar-HojaTecnica_tcm403-49065.pdf) consulta realizada el 18/11/2015

Existen dos factores muy importantes que deben ser resaltados:

- **Consumo:** Dependerá del consumo en watts tener ahorro económico éste ahorro con respecto a la utilización de lámparas de mercurio está entre 55 a 75 watts dependiendo la tecnología que prefiramos (sodio o led).
- **Flujo luminoso:** Es importante economizar; sin embargo, la economía no debe ser dada en detrimento de la calidad. En este caso se observa que la calidad se mejora sustituyendo las lámparas de mercurio por una nueva tecnología (sodio o led).

Se concluye que se puede utilizar una mejor tecnología mejorando la calidad y economizando en recursos financieros. No debe olvidarse que en esta tabla se presentan lámparas que con facilidad se encuentran disponibles en el mercado, existen marcas que aún pueden ser más eficientes tanto en su consumo en watts como en el flujo luminoso.

#### **7.8.4. Soportes (Postes)**

El análisis realizado sobre las redes de alumbrado público, va dirigido hacia la durabilidad y disponibilidad del material, los costos asociados y la seguridad de los distintos tipos de postes que pueden utilizarse, como los postes de concreto, madera y acero.

Donis A Villatoro presenta en su tesis de eficiencia energética, las características básicas de cada alternativa de postes que comúnmente son utilizados para el alumbrado público y que en la actualidad Energuate instala.



#### **7.8.4.1. Postes de concreto**

Este material presenta uniformidad dimensional en su fabricación, resistencia mecánica y elevada durabilidad. Por la aplicación masiva de este material en el mercado, se reducen sus costos de adquisición, instalación, herrajes y estructuras asociadas.

#### **7.8.4.2. Postes de madera**

Este tipo de postación sufre un deterioro mucho mayor que los de concreto y acero, lo que disminuye su vida útil e incrementa el costo de mantenimiento, pero representa una alternativa viable en lugares de difícil acceso y alta concentración de bosques.

#### **7.8.4.3. Postes de acero**

Presentan costos muy superiores a los de concreto, prestaciones similares y mayores costos de mantenimiento por los requerimientos periódicos de repintado.

#### **7.8.5. La altura de montaje**

Donis A Villatoro, define como la altura del centro geométrico de la luminaria por encima del nivel de la calzada. En la práctica las características fotométricas de la luminaria, los niveles fotométricos requeridos, las condiciones de mantenimiento, las facilidades de operación y las consideraciones presupuestales, determinan la escogencia de la altura.

En ciertos casos, se puede recurrir a luminarias de mayor potencia, colocadas a una altura mayor, con el fin de aumentar el espaciamiento entre postes para

reducir el número de éstos, el mantenimiento de tales instalaciones presenta algunas dificultades y requiere de un equipo especial; para la iluminación tipo peatonal se pueden utilizar luminarias tipo ornamental y si la situación local lo permite, instalarlas sobre las fachadas de las edificaciones adyacentes, con la ayuda de brazos murales.

El señor Douglas López, encargado de la oficina de Alumbrado Público de la municipalidad de Coatepeque, indicó: “La altura utilizada en el montaje de las luminarias de vapor de mercurio de 175 watts tipo canasta, en las calles de los Barrios de la Ciudad de Coatepeque es de cinco punto cincuenta metros y en las calzadas de ocho a diez metros y la distancia es de cincuenta metros entre cada poste; sin embargo, aclaró que en algunos casos no existen los postes necesarios prolongándose más la distancia afectando la iluminación”.

Comentó además “La empresa de Energuate es la encargada de proveer los postes necesarios y la municipalidad es quien coloca con recursos propios las luminarias. Debido a la falta o retraso en la colocación de los postes necesarios y la necesidad que los usuarios tienen de contar con el alumbrado público, se ha permitido que vecinos coloquen tubos no estandarizados en los cuales la municipalidad ha colocado luminarias”.<sup>23</sup>

## **7.9. INSTALACIÓN EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE COATEPEQUE**

Con el presente estudio no se pretende corregir las deficiencias existente en la planificación y ejecución de la instalación del sistema de alumbrado público dado que esto implicaría un costo mayor que no sería viable de manera económica, se pretende mejorar la iluminación sobre las bases existentes para que a un corto o

---

<sup>23</sup> Douglas López, encargado de la oficina de Alumbrado Público de la municipalidad de Coatepeque.

mediano plazo se pueda reflejar la disminución de costos que ayude a iniciar el cambio.

## **8. FICHA METODOLOGICA**

Para realizar la presente investigación los datos se obtuvieron de las siguientes fuentes:

### **8.1. FUENTES DE DATOS PRIMARIOS**

Ronald M. Weiers define datos primarios como: “toda la información que reúne o genera el investigador para alcanzar los objetivos del proyecto en que está trabajando”.<sup>24</sup>

La información fue tomada directamente en el campo a través de los siguientes métodos:

- Levantamiento de un censo de luminarias y soportes (postes) y contadores colocados a los usuarios del servicio en los Barrios de la Independencia, Batalla y Rosario.
- Entrevistas a entidades involucradas.
- Información Técnica de los fabricantes y distribuidores.

#### **8.1.1. Enumeración completa o censo de población**

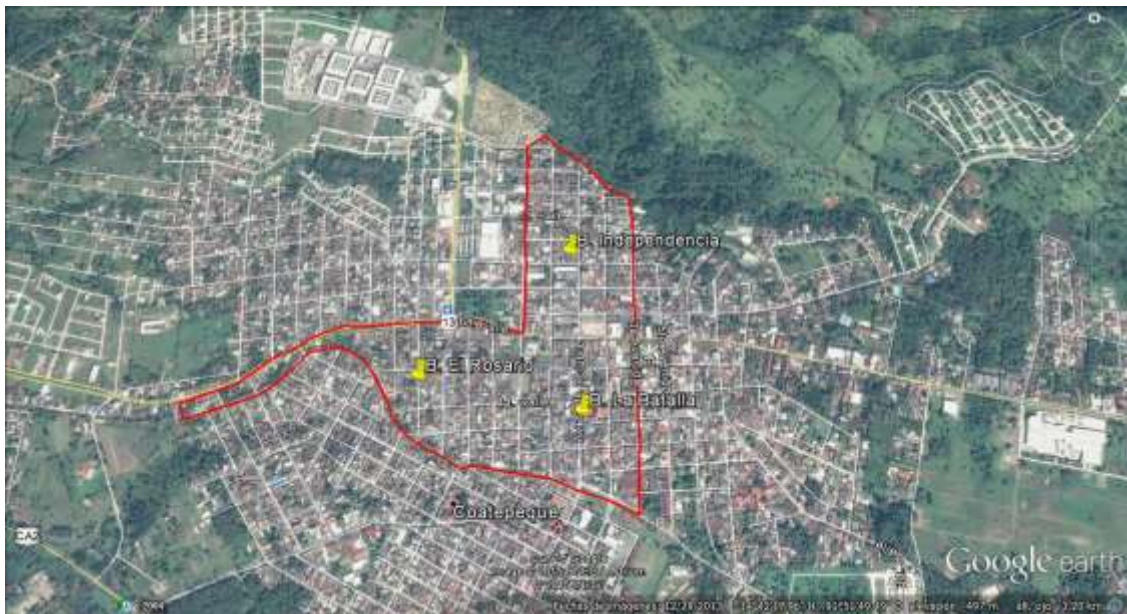
La enumeración completa o censo, se refiere a toda la población efecto de estudio, Levín R. Balderas comenta: “Los especialistas en estadística usan la

---

<sup>24</sup>Investigación de Mercados, Ronald M. weiers, Primera edición en español (1986)

palabra población para referirse no sólo a personas sino a todos los elementos que han sido escogidos para su estudio”<sup>25</sup> en este caso los elementos de estudio fueron: Las luminarias, tipos de soportes y contadores.

**Figura No. 20** Area geográfica de la ciudad de Coatepeque efecto del estudio.



---

**Fuente:** Google earth, consulta realizada el 16/10/2015.

#### **8.1.1.1. Censo de Luminarias**

El censo de luminarias y soportes fue levantado del 5 al 11 de octubre del 2,015 tanto de día como de noche, se realizó un conteo del tipo de luminaria y su lámpara, en este caso en la Ciudad de Coatepeque existen instaladas luminarias

---

<sup>25</sup> Estadística para Administración y Economía, Levín R. Balderas, séptima edición

de vapor de mercurio de 175 watts tipo canasta y luminarias de sodio de 400 watts tipo cobra. En el conteo de luminarias se consideraron tres factores:

- Luminarias en buen estado y lámparas en funcionamiento: Todas aquellas luminarias que estaban completas con todos los elementos de fábrica y que la lámpara estaba encendida por la noche.
- Luminarias y lámparas dañadas: Son todas aquellas que tienen diferentes daños físicos en sus elementos interiores y exteriores (base superior, plato de aluminio, prismático acrílico, fotocelda, base para fotocelda, bombilla, brazo).
- Luminarias con lámparas apagadas: Son todas aquellas que al momento de hacer el conteo por la noche se encontraban apagadas, la razón podría obedecer a los componentes internos (bombilla quemada o quebrada y balastro dañado).

Los resultados obtenidos del conteo de lámparas y el estado de las luminarias se presentan a continuación:

**Cuadro No. 8.** Conteo de lámparas de vapor de mercurio.

| <b>LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO</b>                   |            |
|--|------------|
| Luminarias en buen estado y lámparas en funcionamiento | 260        |
| Luminarias y lámparas dañadas                          | 39         |
| Luminarias con lámparas apagadas                       | 46         |
| <b>Total</b>   | <b>345</b> |

---

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro No. 9.** Conteo de lámparas de sodio.

| <b>LAMPARAS DE SODIO 400 WATT</b>                      |           |
|--|-----------|
| Luminarias en buen estado y lámparas en funcionamiento | 24        |
| Luminarias y lámparas dañadas                          | 2         |
| Luminarias con lámparas apagadas                       | 6         |
| <b>Total</b>   | <b>32</b> |

---

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro No. 10.** Unificación del conteo de las lámparas de mercurio y sodio.

| <b>UNIFICADAS</b>                                      |            |
|--|------------|
| Luminarias en buen estado y lámparas en funcionamiento | 284        |
| Luminarias y lámparas dañadas                          | 41         |
| Luminarias con lámparas apagadas                       | 52         |
| <b>Total</b>   | <b>377</b> |

---

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **8.1.1.1.1. Luminarias removidas por nueva tecnología.**

De acuerdo al cuadro No. 10, en el área objeto de estudio existen 377 luminarias de las cuales el 25% (95 luminarias) se encuentran con algún tipo de daño y el 75% están en buen funcionamiento (282 luminarias). Si se considera que en el área urbana existen 1,945 luminarias adicionales (ver cuadro No.1) se especularía que las luminarias dañadas podrían superar las 377 que se pretenden puedan ser removidas por nueva tecnología.

La figura No.16 ilustra los componentes de una luminaria tipo canasta:

- Internos (lámpara y balastro)
- Externos (Base superior, Plato de aluminio, Prismático acrílico 12", Fotocelda).

De concretarse la remoción de las 377 luminarias, éstas podrían ser reutilizadas de la siguiente manera:

- 282 luminarias en buen estado, sustituirían a las dañadas dentro del área urbana.
- 95 luminarias dañadas pero que dentro de sus componentes existen piezas que puedan ser reutilizadas, servirían como un stock de repuestos.

#### **8.1.1.2. Censo de Soportes**

Los soportes que en la actualidad existen en el municipio de Coatepeque han sido colocados por la empresa Energuate, la calidad y duración ha dependido del tipo de material que está fabricado (madera, acero o concreto). En la Ciudad de Coatepeque; se levantó un censo de soportes (postes) del 5 al 11 de octubre del

2,015 y se consideraron aquellos que tenían una lámpara instalada, los resultados se presentan a continuación:

**Cuadro No. 11.** Tipo de soportes existentes en el municipio de Coatepeque.

| TIPOS DE SOPORTES     |            |
|-----------------------|------------|
| Soportes de Concreto  | 356        |
| Soportes de Madera    | 3          |
| Soportes de Metal     | 12         |
| Soportes Improvisados | 6          |
| <b>Total</b>          | <b>377</b> |

---

**Fuente:** Elaboración propia.

Es común ver soportes de concreto en la Ciudad; sin embargo, el resto de soportes (madera, metal y otros) son más vistos en las orillas de los Barrios o final de avenidas y principalmente por sobre la "0" calle de los Barrios Rosario y Batalla donde se encuentra la antigua línea férrea la iluminación es escasa y deficiente porque no existen soportes, haciendo inseguras las calles para el peatón, en los casos de los soportes de metal y los improvisados hace que la altura de instalación no sea la adecuada y la iluminación no se disperse como debiera. Según indicó el Sr. Douglas J. López encargado del alumbrado público de la municipalidad de Coatepeque, la comuna ha solicitado a los usuarios que coloquen los soportes para poder instalar la lámpara que requieren y no han sido exigentes para que estos cumplan con la altura adecuada debido al costo que representa para el vecino.



#### **8.1.1.3. Medición de un soporte a otro en el cual existen lámparas**

La medición de la distancia entre los soportes permite identificar la distancia que debe iluminar la lámpara de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes e identificar los efectos cebra que puedan existir; así mismo, ayudará a elegir la mejor opción en luminaria para cada caso.

#### **8.1.1.4. Medición de la altura en que están instaladas las lámparas**

La medición de la altura ayuda a identificar el flujo luminoso que debe tener la lámpara para iluminar correctamente la vía pública; mientras más alta sea deberá aumentar más la potencia del flujo luminoso, es recomendado principalmente para autopistas y vías rápida vehicular, mientras menos altura exista en la instalación de la lámpara la iluminación será mejor principalmente si son vía peatonales y de baja circulación de vehículos.

#### **8.1.1.5. Medición de calles y banquetas.**

La medición de calles y banquetas permite identificar el tipo de lámpara que se debe utilizar de acuerdo a la distancia a cubrir.

A continuación se presentan dos ejemplos de acuerdo la norma UNE-EN 13201-2-3-4 alumbrado público de España.

## Ejemplo No. 1

**Cuadro No. 12.** Dimensiones de la vía de alta velocidad.

| DIMENSIONES DE LA VÍA (m) |     |           |         |           |     |         |       |                |
|---------------------------|-----|-----------|---------|-----------|-----|---------|-------|----------------|
| Acera 1                   | Pk1 | Calzada 1 | Mediana | Calzada 2 | Pk2 | Acera 2 | Total | Interdistancia |
| 3                         | -   | 10,5      | 1       | 10,5      | -   | 3       | 28    | 25             |

| CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN |             |                   |                   |                     |                     |
|-----------------------------------|-------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| Tipología Punto Luz               | Disposición | h Luminaria 1 (m) | n Luminaria 2 (m) | Lámpara luminaria 1 | Lámpara luminaria 2 |
| Simple                            | Enfrentada  | 10,0              | -                 | VSAP 150w           | -                   |
| Modelo luminaria 1                | LUMTIA      | LRA-76600G UB     |                   | IP-66               | Inclinación (°) 0   |
| Modelo luminaria 2                | -           | -                 |                   | -                   | Inclinación (°) -   |

| CLASIFICACIÓN DE LA VÍA (Según Reglamento) |                |                  |                    |                    |   |
|--|----------------|------------------|--------------------|--------------------|---|
| Clasificación                              | Tipo de Vía    | Velocidad (Km/h) | Situación Proyecto | Intensidad tráfico | Descripción de la Vía   |
| A  | Alta velocidad | v>60             | A1                 | IND<15.000         | Carreteras de calzada única con doble sentido de circulación (vías rápidas) |

**Fuente:** Norma UNE-EN 13201-2-3-4 alumbrado público de España.

**Figura No. 21** Diseño dimensión de vía de alta velocidad.



**Fuente:** Norma UNE-EN 13201-2-3-4 alumbrado público de España.

**Figura No. 22** Dimensiones reales de vía de alta velocidad.



**Fuente:** Norma UNE-EN 13201-2-3-4 alumbrado público de España.

## Ejemplo No. 2

**Cuadro No. 13.** Dimensiones de la vía de moderada velocidad.

| DIMENSIONES DE LA VÍA (m) |     |           |         |           |     |         |       |                |
|---------------------------|-----|-----------|---------|-----------|-----|---------|-------|----------------|
| Acera 1                   | Pk1 | Calzada 1 | Mediana | Calzada 2 | Pk2 | Acera 2 | Total | Interdistancia |
| 1,5                       | -   | 7         | -       | -         | -   | 1,5     | 10    | 24             |

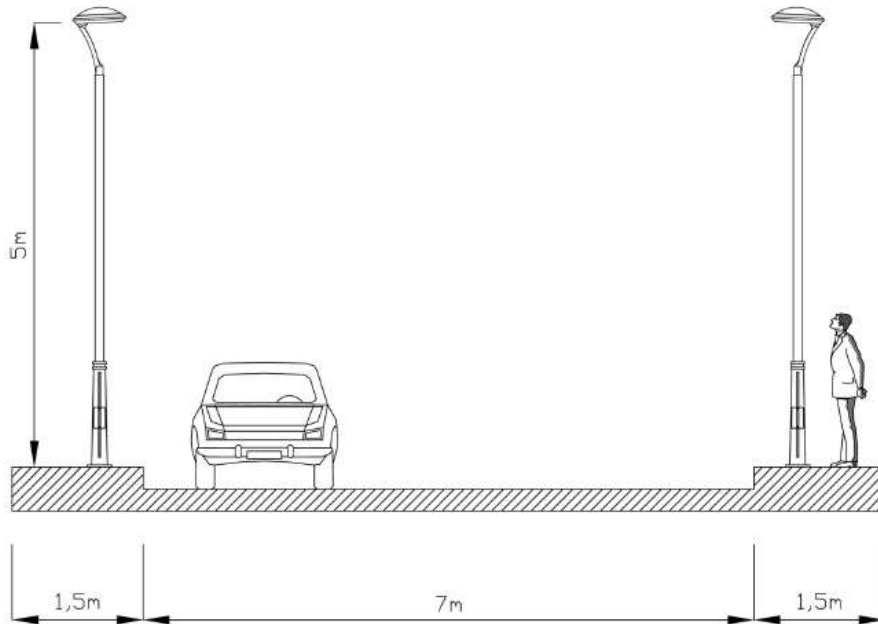
| CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN |                   |                   |                   |                     |                     |   |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---|
| Tipología Punto Luz               | Disposición       | h Luminaria 1 (m) | h Luminaria 2 (m) | Lámpara luminaria 1 | Lámpara luminaria 2 |   |
| Simple                            | Tresbolillo       | 5,0               | -                 | HM 35w              | -                   |   |
| Modelo luminaria 1                | GAMMA LRA-89600 D |                   |                   | IP-66               | Inclinación (°)     | 0 |
| Modelo luminaria 2                | -                 | -                 | -                 | -                   | Inclinación (°)     | - |

| CLASIFICACIÓN DE LA VÍA (Según Reglamento) |                    |                  |                    |                    |   |
|--|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|---|
| Clasificación                              | Tipo de Vía        | Velocidad (Km/h) | Situación Proyecto | Intensidad tráfico | Descripción de la Vía   |
| B  | Moderada velocidad | 30<v≤60          | B1                 | IMD<7.000          | Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales de fincas |

**Fuente:** Norma UNE-EN 13201-2-3-4 alumbrado público de España.

**Figura No. 23** Diseño dimensión de vía de moderada velocidad.



**Fuente:** Norma UNE-EN 13201-2-3-4 alumbrado público de España.

**Figura No. 24** Dimensiones reales de vía de moderada velocidad.



**Fuente:** Norma UNE-EN 13201-2-3-4 alumbrado público de España.

La medición física de las calles y avenidas, aceras, distancias entre poste y poste como también la medición de la altura en que se encuentra instalada la luminaria fue realizada entre las fechas del 28 de octubre al 10 de noviembre del año 2,015; los resultados obtenidos de las mediciones realizadas en los Barrios Independencia, Batalla y Rosario fueron los siguientes:

**Cuadro No. 14.** Mediciones de vía del área de estudio.

| <b>DIMENSIONES DE LA VIA, ALTURA DE LAS LUMINARIAS Y DISTANCIA ENTRE POSTES (SOPORTES)</b>                 |                      |                      |                      |                    |                                   |                               |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| <b>Dirección</b>   | <b>Acera 1 (mts)</b> | <b>Calzada (mts)</b> | <b>Acera 2 (mts)</b> | <b>Total (mts)</b> | <b>Altura luminaria en metros</b> | <b>Distancia entre postes</b> |
| 3era. avenida entre 8va. y 9na. calle zona 1, B. Independencia.  | 1                    | 6.6                  | 1                    | 8.6                | 6.3                               | 29.1                          |
| 11 calle entre 1era. y 2da. avenida zona 1, B. Independencia.  | 1                    | 7.45                 | 1.35                 | 9.8                | 6.05                              | 29.9                          |
| 4ta. avenida entre 1era. y 2da. calle; 3era. calle entre 3era. Y 4ta. avenida de la zona 1, B. La Batalla. | 1                    | 6.6                  | 1.4                  | 9                  | 6.2                               | 30.5                          |
| 3era. calle entre 2da. y 3era. avenida zona 1, B. La Batalla.  | 0.95                 | 6.6                  | 1.15                 | 8.7                | 6.15                              | 32                            |
| 2da. avenida entre 2da. Y 3ra. calle zona 2, B. Rosario.   | 1                    | 7.75                 | 1.25                 | 11                 | 6.27                              | 36.5                          |
| 4ta. calle 3era. y 4ta. avenida zona 2, B. Rosario.  | 1.25                 | 6.7                  | 1                    | 8.95               | 6.2                               | 35                            |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura No. 25** Medición de vías y distancias entre soportes.



**Fuente:** 3era. Avenida entre 8va. y 9na. calle zona 1, B. Independencia. 2da avenida entre 2da. Y 3ra. Calle zona 2, B. Rosario.

**Figura No. 26** Medición de la altura en que están colocadas las luminarias.



**Fuente:** 11 calle entre 1era. y 2da. avenida zona 1, B. Independencia, 3era. calle entre 2da. y 3era. avenida zona 1, B. La Batalla.

Con las mediciones anteriores, se corroboró lo dicho por el señor Marvin Palacios, montador de mantenimiento de Energuate al referirse a la ubicación de los postes el explicó: “La colocación de los postes por medio de Energuate se evalúa en base a un estudio técnico siendo la distancia promedio de 45 metros; sin embargo, en ocasiones dependerá del tipo de topografía existente pudiendo variar la distancia ya sea a menos o más metros. En la Ciudad de Coatepeque en el área de estudio se verificó como distancia mínima 29.10 metros y máxima de 36.50 metros lo que permite que la potencia requerida de las lámpara no sean demasiadas altas y consecuentemente el precio pueda ser menor. Las mediciones anteriores se asemejan a lo exigido por la Norma UNE-EN 13201-2-3-4 alumbrado público española.

#### **8.1.1.6. Cuento de medidores o contadores de energía eléctrica**

Medidor o contador de energía eléctrica, el diccionario de la web define de la siguiente manera: “Aparato para medir la cantidad de electricidad que circula por un circuito en un periodo de tiempo determinado”.

Cada contador identifica a un usuario quien debe hacer el pago respectivo del consumo realizado de energía eléctrica y además debe pagar por alumbrado público. El contador refleja el consumo el cual es detallado en la factura respectiva en la cual se adiciona el cobro por concepto de alumbrado público.

De acuerdo a información proporcionada por Edie A. Orozco S. de Administraciones Públicas Regional de Energuate, en el municipio existen 29,111 contadores que corresponde a igual número de usuario; sin embargo 3,417 usuarios se encuentran ubicados en área conflictiva y no realizan el pago respectivo.

**Cuadro No. 15.** Censo de medidores o contadores de energía eléctrica.

| <b>Contadores reportados por Energuate en el Municipio de Coatepeque</b> |                               |                                      |                                   |
|--|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Lugar</b>   | <b>Cantidad de contadores</b> | <b>Usuarios que no están pagando</b> | <b>Usuarios que están pagando</b> |
| <b>Área Urbana</b>   | <b>13,412</b>                 | <b>0</b>                             | <b>13,412</b>                     |
| <b>Área Rural</b>  | <b>15,699</b>                 | <b>3,417</b>                         | <b>12,282</b>                     |
| <b>Totales</b>   | <b>29,111</b>                 | <b>3,417</b>                         | <b>25,694</b>                     |

**Fuente:** Información proporcionada por el Sr. Edie Alberto Orozco Santizo, Administraciones Públicas Regional de Energuate

Con la finalidad de contar con un dato lo más confiable que fuera posible, se levantó un censo de contadores de energía eléctrica en los Barrios Independencia, La Batalla y El Rosario entre el 02 al 10 de noviembre del año 2,015. Obteniendo como resultado 2,478 contadores; este dato es de vital importancia para determinar el efecto financiero al realizar el cambio de lámparas, considerando que son los usuarios quienes cancelan el servicio del alumbrado público.

## **8.2. PROYECTOS A IMPLEMENTAR CON NUEVA TECNOLOGÍA.**

En la actualidad en la Ciudad de Coatepeque se utilizan luminarias tipo canasta con lámparas de vapor de 175 watts de 240 voltios con un flujo luminoso de 7,900 lúmenes, la altura en que están instaladas oscilan entre 6.2 metros mínima y 6.27 metros máxima (de acuerdo a medición realizada), esta se asemeja a la Norma UNE-EN 13201-2-3-4 alumbrado público española, citado en el ejemplo número dos del cuadro No. 14 y las figuras No. 23 y 24 por lo que se podría considerar las



siguientes opciones de cambio para ahorrar en el consumo de energía y su costo sin sacrificar la calidad:

### 8.2.1. Proyecto A.

**Utilizar luminarias tipo canasta con lámpara de sodio de 100 watts de 240 volteos.**

El utilizar luminarias tipo canasta con lámpara de sodio de 100 watts, en relación a las luminarias que actualmente se utilizan en la ciudad de Coatepeque en apariencia no cambiaría; sin embargo, habría una mejora:

- **En calidad:** La calidad mejoraría en un **20.25% al aumentar 1,600 lúmenes en el flujo luminoso** en relación a las lámparas de vapor de mercurio.

**Cuadro No. 16.** Flujo luminoso lámpara de mercurio vrs. Lámpara de sodio.

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>7,900 Lúmenes</b> | <b>Lámpara de vapor de Mercurio.</b>  |
|                      | Lámpara de Sodio (usando lámpara elíptica difusa, pero pueden utilizarse lámpara tubular clara, aumentando los lúmenes hasta 10,000.) |
| <u>9,500 Lúmenes</u> |   |
| 1,600 Lúmenes        | Mejoraría en un 20.25% en el flujo luminoso   |

---

Fuente: Elaboración propia. Y la potencia de lúmenes de 9,500 lúmenes se tomó de base la tabla comparativa de la página: [http://www.pantallasled.com.mx/articulos/080220-lumenes-vs-watts-en-alumbrado-publico-y-interiores.html#lamparas\\_mercurio](http://www.pantallasled.com.mx/articulos/080220-lumenes-vs-watts-en-alumbrado-publico-y-interiores.html#lamparas_mercurio)

- **En consumo de energía eléctrica:** El consumo de energía eléctrica disminuiría en un 43% en relación a las lámparas de vapor de mercurio.

**Cuadro No. 17.** Consumo lámpara de mercurio vrs. Lámpara de sodio

|                  |                              |
|------------------|------------------------------|
| 175 Watts        | Lámpara de vapor de Mercurio |
| <u>100 Watts</u> | Lámpara de Sodio             |
| 75 Watts         | Ahorro del 43%               |

---

Fuente: Elaboración propia.

- **En economía:** Al utilizar lámparas de 100 watts en sustitución de las lámparas de 175 watts que en la actualidad se utilizan, el consumo de energía eléctrica se reduciría, el costo de la factura sería menor. (este tema se ampliará en el estudio financiero).

### 8.2.2. Proyecto B.

**Utilizar luminarias tipo Cobra con lámpara de sodio de 100 watts de 240 volteos.**

Las luminarias tipo cobra con lámpara de sodio de 100 watts, en relación a las luminarias tipo canasta de vapor de mercurio de 175 watts que actualmente se utilizan en la Ciudad de Coatepeque mejoraría en los siguientes aspectos:

- **Presentación:** La luminaria tipo cobra en relación de la luminaria tipo canasta es mucho más estética, esto permite tener una mejor presentación en las calles y avenidas.

**Figura No. 27** Luminaria tipo cobra y tipo canasta.



---

**Fuente:** Distribuidor Luxlite, catalogo 2013 página 27.

- **En calidad:** La calidad mejoraría en un **26.58%** al aumentar 2,100 lúmenes en el flujo luminoso en relación a las lámparas de vapor de mercurio.

**Cuadro No. 18.** Flujo luminoso lámpara de mercurio vrs. Lámpara sodio luminaria tipo cobra.

|                     |  |
|---------------------|--|
| 7,900 Lúmenes       | Lámpara de vapor de Mercurio                   |
| 10,000 Lúmenes      | Lámpara de Sodio                               |
| <hr/> 2,100 Lúmenes | Mejoraría en un 26.58%<br>en el flujo luminoso |

---

**Fuente:** Elaboración propia.

- **Mayor dispersión en el flujo luminoso:** La luminaria tipo cobra por su forma aporta una fotometría de distribución de la iluminación principalmente a los lados, evitando los efectos cebra.

- **En consumo de energía eléctrica:** El consumo de energía eléctrica disminuiría en un 43% en relación a las lámparas de vapor de mercurio.

**Cuadro No. 19.** Consumo lámpara de mercurio vrs. Lámpara sodio con luminaria tipo cobra.

|                 |                              |
|-----------------|------------------------------|
| 175 Watts       | Lámpara de vapor de Mercurio |
| 100 Watts       | Lámpara de Sodio             |
| <u>75 Watts</u> | Ahorro del 43%               |

---

**Fuente:** Elaboración propia.

- **En economía:** Al utilizar lámparas de 100 watts en sustitución de las lámparas de 175 watts que en la actualidad se utilizan, el consumo de energía eléctrica se reduciría, el costo de la factura sería menor. (este tema se ampliará en el estudio financiero).

### 8.2.3. Proyecto C.

**Utilizar luminarias tipo Cobra con lámpara de Led de 120 watts de 240 volteos.**

- **Presentación:** La luminaria tipo cobra como se dijo anteriormente en relación de la luminaria tipo canasta es mucho más estética, esto permite tener una mejor presentación en las calles y avenidas.

**Figura No. 28** Lámpara led tipo cobra y luminaria tipo canasta.




---

**Fuente:** Distribuidor Luxlite, catalogo 2013 página 27.

- **En calidad:** La calidad mejoraría en un **36.70%** al aumentar 2,900 lúmenes en el flujo luminoso en relación a las lámparas de vapor de mercurio.

**Figura No. 29** Flujo luminoso lámpara de mercurio vrs. Lámpara led.

|                       |  |
|-----------------------|--|
| 7,900 Lúmenes         | Lámpara de vapor de Mercurio                   |
| <u>10,800 Lúmenes</u> | Lámpara de Led                                 |
| 2,900 Lúmenes         | Mejoraría en un 36.70%<br>en el flujo luminoso |

---

**Fuente:** Elaboración propia.

- **Mayor dispersión en el flujo luminoso:** La luminaria tipo cobra por su forma aporta una fotometría de distribución de la iluminación principalmente a los lados, adicionalmente si el flujo luminoso es mayor al que actualmente se utiliza y el brazo que la sostiene es más largo, los efectos resultados son mejores.
- **En consumo de energía eléctrica:** El consumo de energía eléctrica disminuiría en un 31.42% en relación a las lámparas de vapor de mercurio.

**Cuadro No. 20.** Consumo lámpara led con luminaria tipo cobra y lámpara de mercurio.

|           |                              |
|-----------|------------------------------|
| 175 Watts | Lámpara de vapor de Mercurio |
| 120 Watts | Lámpara Led                  |
| 55 Watts  | Ahorro del 31.42%            |

---

**Fuente:** Elaboración propia.

- **En economía:** Al utilizar lámparas tipo Led de 120 watts en sustitución de las lámparas de mercurio de 175 watts que en la actualidad se utilizan, el consumo de energía eléctrica se reduciría, el costo de la factura sería menor. (Este tema se ampliará en el estudio financiero).

#### 8.2.4. ¿Cuál es el impacto social de implementar el cambio de tecnología?

Al cambiar las lámparas de mercurios por nuevas tecnologías los resultados se reflejarían de la siguiente manera:

- A. Calidad:** La iluminación mejoraría dependiendo de la elección que se haga en referencia al uso de lámparas de mercurio, ayudando a evitar hechos delictivos en sectores mejor iluminados, mejoraría la visibilidad de vehículos y peatones previniendo accidentes y habría una mayor participación en actividades recreativas nocturnas.
- B. Disminución del consumo de energía:** Al reducir el consumo de energía los distribuidores pondrían a disposición del usuario una mayor oferta que puede ayudar a reducir el precio del Kilovatio, también ayudaría a expandirse hacia áreas que aún no cuentan con el servicio.

**C. Servicio:** Disminuirían los apagones, se contaría con un stock de repuestos para mejorar las lámparas pendientes de cambio.

**D. Económico:** A futuro habría una rebaja en el costo de las facturas, por el servicio del alumbrado público y residencial como consecuencia de contar con mayores ofertas de energía.

### **8.3. FUENTES DE DATOS SECUNDARIOS**

Ronald M. Weiers, hace mención referente a los datos secundarios como “información que ha sido recabada, por alguien que no es el investigador, para otros fines diversos al del proyecto en cuestión”.<sup>26</sup>

La información secundaria se obtuvo de internet, catálogo de empresas que fabrican y distribuyen lámparas y luminarias, facturas emitidas por Energuate, tesis relacionadas con el tema y otros municipios que han realizado el cambio de lámparas de vapor de mercurio por nuevas alternativas tecnológicas de alta eficiencia y menor costo.

#### **8.3.1. Municipalidad del municipio de La Esperanza**

De acuerdo a información proporcionada por Lic. Armando Monterroso Rivera, director de servicios públicos de la municipalidad del municipio de La Esperanza indicó “En el municipio de La Esperanza en el año 2,014 se hizo el cambio de 1,201 lámpara de Mercurio por lámparas tipo Led, se hizo un contrato con una

---

<sup>26</sup> Investigación de Mercados, Ronald M. Weiers, Primera edición en español (1986)

empresa particular por 3 años, quien se encargaría del cambio, los resultados obtenidos han sido positivos y se ha reflejado principalmente en dos aspectos:

- Monetario: Se tiene un ahorro aproximado al mes de Q100,000.
- Calidad: Se ha mejorado la calidad de la iluminación”.

Las luminarias puestas fueron tipo cobra y de canasta modificadas.

**Figura No. 30** Lámpara led tipo cobra colocadas en municipio de La Esperanza, departamento de Quetzaltenango.



**Fuente:** Calzada principal de acceso al municipio de La Esperanza, Departamento de Quetzaltenango. Se observa Luminaria tipo Cobra con lámpara Led.



**Figura No. 31** Lámpara led tipo canasta colocadas en el municipio de la Esperanza, departamento de Quetzaltenango.



---

**Fuente:** 5ta calle de la zona 1, municipio de La Esperanza, Departamento de Quetzaltenango, se observa Luminaria tipo canasta modificada con lámpara Led.

**Figura No. 32** Lámpara led utilizada en el municipio de La Esperanza, departamento de Quetzaltenango.



---

**Fuente:** municipalidad del municipio de La Esperanza, Departamento de Quetzaltenango; se puede observar una lámpara tipo Led que se utiliza para la luminaria de canasta.

### 8.3.2. Colonia Las Victorias del municipio de Palín, Departamento de Escuintla

Se pudo observar la existencia de luminarias tipo canasta con lámparas de sodio de la clase tubular clara con un flujo luminoso de 9,500 lúmenes colocadas aproximadamente de 6.50 a 8.00 metros de altura, tanto en calles de doble vía como en calzadas de cuatro carriles. La iluminación es superior y de mejor calidad en comparación a las lámparas de mercurio.

**Figura No. 33** Lámpara de sodio Tubular colocada en una luminaria tipo canasta.



---

**Fuente:** Colonia Las Victorias del municipio de Palín, departamento de Escuintla; se observa luminaria tipo canasta con lámpara de sodio tubular clara.

**Figura No. 34** Lámparas de sodio con luminaria tipo canasta utilizada en el alumbrado público.



**Fuente:** Colonia Las Victorias del municipio de Palín, Departamento de Escuintla; se observa el flujo luminoso en calle de doble vía, utilizando luminarias tipo canasta con lámpara de sodio tubular clara.

**Figura No. 35** Tipo de luminarias colocadas en vías de cuatro carriles.



**Fuente:** Colonia Las Victorias del municipio de Palín, Departamento de Escuintla; se observa en calzada de cuatro carriles la instalación de luminarias tipo canasta con lámparas de sodio, se considera que si el brazo fuese mayor, la iluminación sería mejor.

#### 8.4. MANTENIMIENTO DE LUMINARIAS UTILIZADAS EN ALUMBRADO PÚBLICO

Cristian García explica “Todos los equipos, instalaciones y montajes, reciben durante su vida útil, influencia de las condiciones de operación y del medio donde está operando, esta influencia puede afectar de varias formas las condiciones iniciales de su funcionamiento y las características físicas o químicas existentes inicialmente, disminuyendo su vida útil, por lo tanto es esencial llevar a cabo inspecciones y mantenimiento a todos los elementos de la instalación periódicamente”.

Las 377 luminarias que se instalarían en los Barrios Independencia, Rosario y Batalla, tendrán un mantenimiento correctivo y preventivo. Éste mantenimiento está a cargo de la unidad de Alumbrado público de la municipalidad de Coatepeque.

- Mantenimiento correctivo se realizaría de manera bimestral, haciéndose una verificación de campo del estado de las 377 luminarias, para su inmediata corrección de daños, se tendrá que contar con el soporte de repuestos necesarios para recambios.
- Mantenimiento Preventivo se realizará una vez al año, haciendo correcciones preventivas si se observan daños potenciales por depreciación.

**Cuadro No. 21.** Plan de mantenimiento de luminarias del alumbrado público

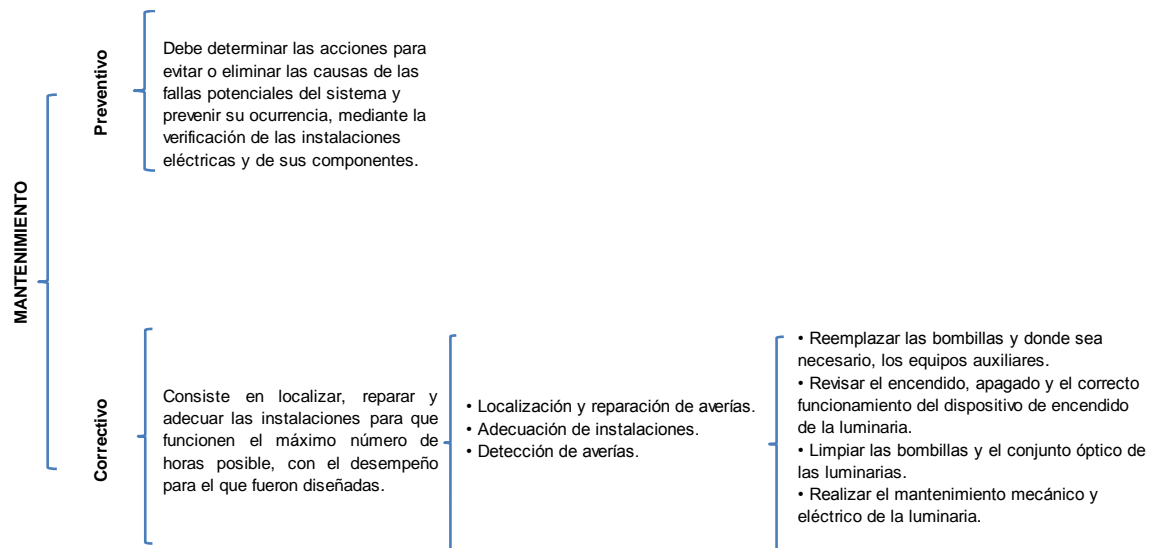
| PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS 377 LUMINARIAS QUE SE INSTALARÍAN   |  |
|--|--|
| Correctivos  | Preventivos  |
| Verificación física Bimestral del funcionamiento y estado de las luminarias. Para su inmediata corrección de daños | Una vez al año, haciendo correcciones preventivas si se observan daños potenciales por depreciación. |

---

**Fuente:** Propia

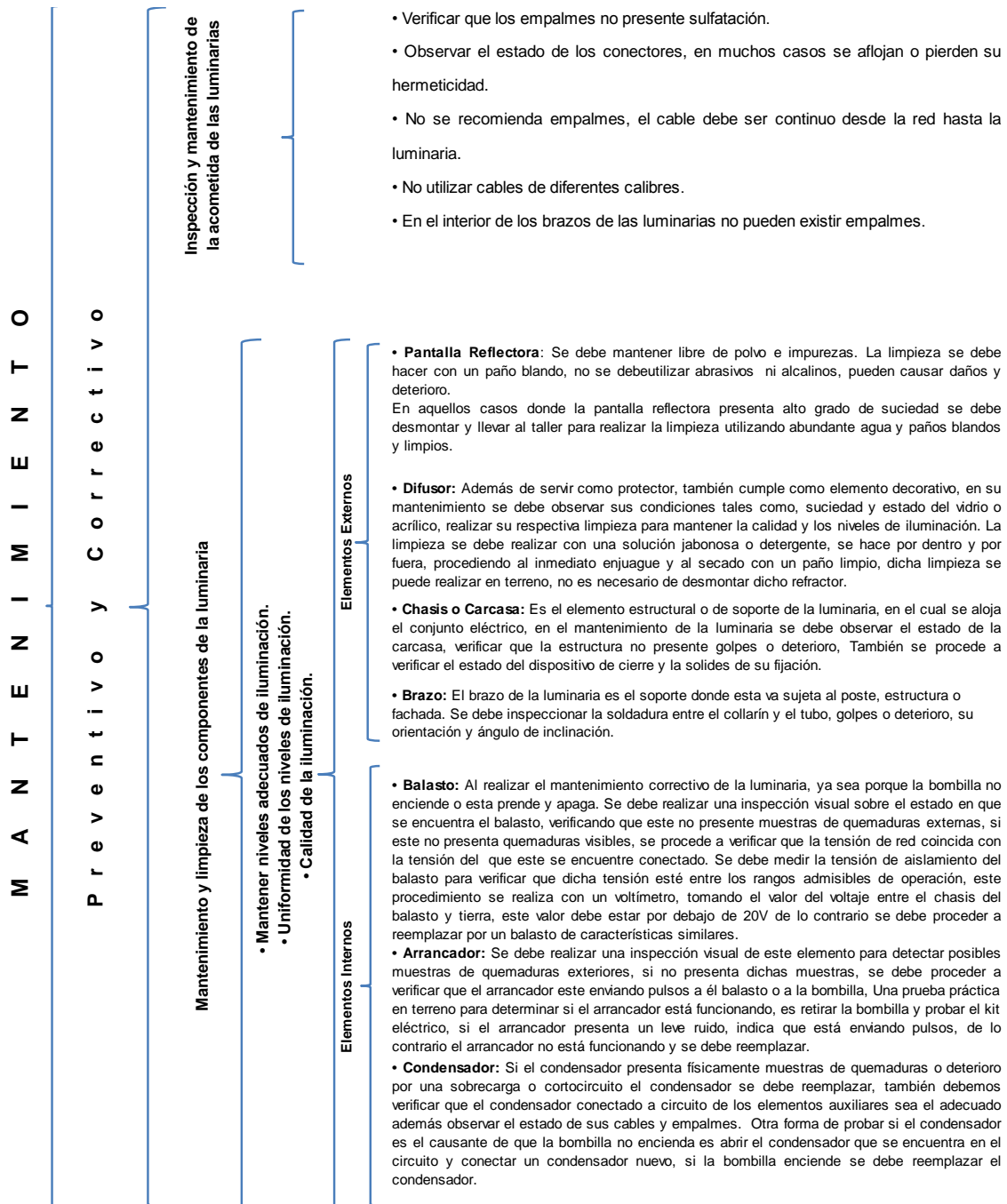
A continuación los esquemas de mantenimiento preventivo y correctivos que se deben seguir, se tomó como base el manual de procedimientos correctivos y preventivos de luminarias tipo exterior, elaborado por Cristian Eduardo García. Éste manual nos da una guía a seguir con cada uno de los elementos que forman parte de las luminarias.

**Esquema No. 1** Mantenimiento preventivo y correctivo



**Fuente:** Propia basado en el manual de procedimientos correctivos y preventivos de luminarias, por García, C. E. (2011). <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2571/1/62132G216.pdf>

## Esquema No. 2 Mantenimiento correctivo y preventivo y sus elementos.



**Fuente:** Propia basado en el manual de procedimientos correctivos y preventivos de luminarias, por García, C. E. (2011). <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2571/1/62132G216.pdf>

## **8.5. PLAN DE ANÁLISIS FINANCIERO**

Es un proceso por medio del cual a través de evaluar indicadores y fuentes de financiamiento al igual que rendimientos, nos permite tomar decisiones de inversión.

Con el presente plan de análisis financiero se pretende establecer las principales variables existentes para determinar la viabilidad del presente proyecto; es decir, presentar nuevas tecnologías de alta eficiencia y menor costo, como alternativa de cambio al uso de lámparas de vapor de mercurio en el alumbrado público, que en la actualidad se utiliza en la Ciudad de Coatepeque.

Los indicadores financieros serán de herramientas básicas para la toma de decisiones futuras en relación a éste tema. Coadyuvando al desarrollo de Coatepeque y de otras comunidades que estén dispuestas a realizar el cambio.

### **8.5.1. Producto y/o servicio**

Philip Kotler y Gary Armostrong, definen los siguientes conceptos:

Producto como Cualquier cosa que puede ofrecerse a un mercado para su atención, adquisición, uso o consumo y que podría satisfacer una necesidad o deseo; se incluyen objetos físicos, servicios, personas, lugares, organizaciones e ideas.

Servicio como actividades, beneficios o satisfacciones que se ofrecen para su venta, cualquier actividad o beneficio que una parte puede ofrecer a otra y que es esencialmente intangible y no resulta en la propiedad de nada.

En la actualidad el servicio de energía eléctrica utilizado en el alumbrado público es suministrado por la empresa Energuate, la colocación de lámpara es responsabilidad de la municipalidad de Coatepeque quien se encarga también de su mantenimiento.<sup>27</sup>

### **8.5.2. Oferta y Demanda**

Milton H Spencer, describen la oferta y demanda de la siguiente manera:

Oferta es la relación que muestra las distintas cantidades de una mercancía que los vendedores estarían dispuestos y serían capaces de poner a la venta a precios alternativos durante un período dado de tiempo, suponiendo que todas las demás cosas permanecen constantes.

Demanda es una relación que muestra las distintas cantidades de un producto o mercancía que los compradores estarían dispuestos y serían capaces de adquirir a precios alternativos posibles durante un cierto período de tiempo, suponiendo que todas las demás mercancías permanecen constantes.<sup>28</sup>

La oferta del servicio de energía eléctrica está a cargo de la empresa Energuate y los demandantes del servicio son todos los usuarios que se encuentran ubicado en el municipio de Coatepeque quienes utilizan el servicio en el interior de las viviendas para usos variados; así mismo, La responsable de introducir, ampliar y dar mantenimiento al alumbrado público es la Municipalidad (Código Municipal, Decreto 12-2002 y sus Reformas: Artículos 68, 72, 73 y 74).

---

<sup>27</sup>Fundamentos de Mercadotecnia, 2da edición, Philip Kotler y Gary Armstrong, (1991)

<sup>28</sup>Economía Contemporánea, Milton H Spencer, 3era Edición (1993).



El Código Municipal (Decreto 12-2002 y sus Reformas), en los artículos 68, 72, 73 y 74, define la responsabilidad de las Municipalidades en la operación de servicios públicos, entre ellos, el Servicio de Alumbrado Público (SAP).

Para este servicio, la responsabilidad incluye:

- Ampliación e introducción de alumbrado en localidades y/o incremento en el número de lámparas instaladas.
- Mantenimiento del alumbrado existente, sustitución de focos, fotoceldas, traslado de lámparas, entre otras.
- Delimitación de las comunidades que integran su municipio para la aplicación del cargo de servicio de alumbrado público.<sup>29</sup>

### **8.5.3. Precio**

“Uno de los errores más grandes que cometen los gerentes es asumir que valor y precio significan lo mismo para los clientes” (Leonard Berry)

Posiblemente el precio sea el factor más crítico de la función comercial, ya que es la única variable que produce ingresos, en tanto las otras funciones están vinculadas con inversiones o gastos para producir, comunicar y hacer accesibles los servicios. A demás es señal muy clara: los clientes pueden estar mejor o peor preparados para juzgar la calidad del servicio ofrecido, pero el monto de la cifra del precio posee un significado para cualquier cliente, al margen de su capacidad económica, asociada al valor.<sup>30</sup>

---

<sup>29</sup> Energuate, luz de mi tierra. [http: www.energuate.com//alumbrado-publico](http://www.energuate.com//alumbrado-publico)

<sup>30</sup> Administración de Servicios, Estrategias de Marketing, Operaciones y Recursos Humanos, Primera edición, Christopher Lovelock, Javier Reynoso, Guillermo, D'Andrea y Luis Huete (2,004)

### 8.5.3.1. Comisión Nacional de Energía Eléctrica

**Figura No. 36** Logotipo de Comisión Nacional de Energía Eléctrica.



---

**Fuente:** <http://www.cnee.gob.gt/wp/index.php>

#### **Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE)**

Es el ente regulador de los precios en Guatemala, referente a la energía eléctrica.

La CNEE, publicó el ajuste a la nueva tarifa el cual dice:

Ajuste Tarifario para Trimestre Noviembre 2015 a Enero 2016

Publicado en 30/10/2015 por wproot

La Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) informa las tarifas vigentes para el trimestre comprendido de noviembre 2015 a enero 2016, las cuales en términos generales muestran estabilidad. El presente ajuste tarifario se calculó con base en las compras de energía realizadas por las Distribuidoras EEGSA, DEOCSA y DEORSA durante los meses de julio a septiembre de 2015. Las tarifas de distribución de energía eléctrica de dichas distribuidoras que estarán vigentes a partir del 1 de noviembre 2015 hasta el 31 de enero de 2016 son las siguientes:

**Figura No. 37** Tarifa social.

| <b>TARIFA SOCIAL</b> |                                     |                                     |                            |                        |
|----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|------------------------|
| <b>Tarifa</b>        | <b>Ago - Oct<br/>2015<br/>Q/kWh</b> | <b>Nov - Ene<br/>2016<br/>Q/kWh</b> | <b>Variación<br/>Q/kWh</b> | <b>Variación<br/>%</b> |
| <b>EEGSA TS</b>      | <b>1.142</b>                        | <b>1.1421</b>                       | <b>Q0.00</b>               | <b>0.00%</b>           |
| <b>DEOCSA TS</b>     | <b>1.7102</b>                       | <b>1.7101</b>                       | <b>Q0.00</b>               | <b>0.00%</b>           |
| <b>DEORSA TS</b>     | <b>1.6566</b>                       | <b>1.6564</b>                       | <b>Q.0.00</b>              | <b>0.00%</b>           |

**Fuente:** Comisión nacional de energía eléctrica  
<http://www.cnee.gob.gt/wp/index.php>

Como se observa, las Tarifas Sociales presentan un comportamiento estable, sin variaciones significativas.

**Figura No. 38** Tarifa no social.

| <b>TARIFA NO SOCIAL</b> |                                     |                                     |                            |                        |
|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|------------------------|
| <b>Tarifa</b>           | <b>Ago - Oct<br/>2015<br/>Q/kWh</b> | <b>Nov - Ene<br/>2016<br/>Q/kWh</b> | <b>Variación<br/>Q/kWh</b> | <b>Variación<br/>%</b> |
| <b>EEGSA TS</b>         | <b>1.1527</b>                       | <b>1.1516</b>                       | <b>Q0.00</b>               | <b>0.00%</b>           |
| <b>DEOCSA TS</b>        | <b>1.64</b>                         | <b>1.66</b>                         | <b>Q0.02</b>               | <b>1.00%</b>           |
| <b>DEORSA TS</b>        | <b>1.5605</b>                       | <b>1.5604</b>                       | <b>Q.0.00</b>              | <b>0.00%</b>           |

**Fuente:** Comisión nacional de energía eléctrica  
<http://www.cnee.gob.gt/wp/index.php>

Igualmente las Tarifas No Sociales mantienen la estabilidad, con una leve variación al alza del 1% en el caso de la Tarifa No Social de DEOCSA. Al observar

los dos cuadros anteriormente expuestos, es posible notar cómo las tarifas de las distribuidoras han mantenido un comportamiento estable. Cabe mencionar que con el objetivo de evitar variaciones significativas en las tarifas, se aplicó el último párrafo del artículo 87 del Reglamento de la Ley General de Electricidad, donde se amplía la recuperación de saldos para el siguiente trimestre, ascendiendo dichos saldos a favor de los usuarios a 296 MQ para EEGSA y 161 MQ para el caso de DEOCSA y DEORSA.

Guatemala, 30 de octubre de 2015.<sup>31</sup>

En todo caso el valor de la tarifa social, es el valor que se utilizará por cada kilovatio en el alumbrado público; es decir, Q1.7101.

#### **8.5.3.2 ¿Cómo se calcula el cobro del Servicio de Alumbrado Público (SAP)?**

Energuate en su página web explica la manera de cálculo del alumbrado público considerando los factores siguientes:

Desde antes de la creación de la Ley General de Electricidad, se estableció el modelo actual de cobro del SAP, el cual toma en cuenta las siguientes variables para realizar el cálculo:

- Cantidad de lámparas instaladas en el municipio
- Potencia de las lámparas
- Horas utilizadas (Solo se cobra 12 horas de utilización aunque este encendida todo el día)
- Días del mes en que se utilizó el servicio

---

<sup>31</sup> Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) <http://www.cnee.gob.gt/wp/?p=2107>

- Efecto balastro
- Tarifa Vigente de alumbrado público, la cual es establecida y ajustada trimestralmente por la CNEE.

A continuación en el cuadro No. 22 se presentan las fórmulas para realizar el cálculo del cobro del servicio de alumbrado público.

**Cuadro No. 22.** Fórmulas para cálculo del cobro del servicio de alumbrado público.

| ¿Cómo se calcula el cobro del Servicio de Alumbrado Público (SAP)? |   |                                   |
|--|---|-----------------------------------|
| Cantidad de lámparas   | 1180  | Lamparas                          |
| Potencia de las lámparas   | 0.175   | Watts 175/1000                    |
| Horas utilizadas= 12 Horas   | 12  | Horas Esté o no funcionando       |
| Días del mes en que se utilizó el servicio                         | 31  | Días                              |
| Efecto de balastro   | 1.216400  |                                   |
| Consumo mes  | (Cantidad de lámparas * Potencia de las lámparas * Horas utilizadas * Días del mes en que se utilizó el servicio * Efecto de balastro) = Consumo me en Kilovatios |                                   |
| Costo del kWh  | 1.824345  |                                   |
| Factura AP (sin IVA)   | (consumo mes * Costo del kWh)   |                                   |
| Factura AP con IVA   | Factura AP (sin IVA) + 12% IVA  |                                   |
| Expansión y mantenimiento (establecido por la municipalidad)       | 5%  | % variable                        |
| Clientes del municipio   | 3,950   | Usuarios (contadores de servicio) |
| Servicio de Alumbrado Público (SAP)                                | ((Factura AP sin IVA * Expansión y mantenimiento) + Factura AP con IVA)/Clientes del municipio  |                                   |

**Fuente:** Energuate, [www.energuate.com//alumbrado-publico](http://www.energuate.com//alumbrado-publico)

En el cuadro No. 23 se presenta un ejemplo para poder entender mejor la manera de hacer el cálculo del servicio de alumbrado público aplicando las fórmulas especificadas en el cuadro No. 22.

**Cuadro No. 23.** Ejemplo del cálculo del cobro del servicio de alumbrado público.

**Ejemplo de cómo se calcula el cobro del Servicio de Alumbrado Público (SAP)?**

|  |                      |                                   |
|--|----------------------|-----------------------------------|
| Cantidad de lámparas   | 1,180                | Lamparas                          |
| Potencia de las lámparas                                     | 0.175                | Watts 175/1000                    |
| Horas utilizadas= 12 Horas                                   | 12                   | Horas                             |
| Días del mes en que se utilizó el servicio                   | 31                   | días                              |
| Efecto de balastro   | 1.216400             | 1.2164 FIJO                       |
| <b>Consumo mes</b>   | <b>93,441.415200</b> |                                   |
| Costo del kWh  | Q1.824345            |                                   |
| Factura AP (sin IVA)   | <b>Q170,469.38</b>   |                                   |
| Factura AP con IVA   | <b>Q190,925.70</b>   | 12% IVA                           |
| Expansión y mantenimiento (establecido por la municipalidad) | 5%                   | % variable y no incluye IVA       |
| Clientes del municipio                                       | 3,950                | Usuarios (contadores de servicio) |
| <b>Servicio de Alumbrado Público (SAP)</b>                   | <b>Q50.49</b>        |                                   |

**Fuente:** Energuate, [www.energuate.com//alumbrado-publico](http://www.energuate.com//alumbrado-publico)

A continuación se interpreta la forma de cálculo del servicio de alumbrado público para poder comprender de mejor manera el cuadro No. 23.

En el presente ejemplo se consideraron 1,180 lámparas de mercurio y se multiplicó por la potencia que es de 0.175 Watts por 12 horas de consumo por 31 días del mes y por el efecto de balastro, componente de la **luminaria (1,180 lámparas \* 0.175 Watts de potencia \* 12 horas utilizadas \* 31 días del mes \* 1.2164 efecto de balastro = 93,441.41)** esta operación da como resultado 93,441.41 kWh de consumo. El total del consumo que fue de 93,441.41 luego se multiplica por el valor del kWh **(93,441.41 \* Q1.824345 = Q170,469.38)** que es de Q1.824345 por cada uno, como resultado el monto en quetzales para la factura es de Q170,469.38 sin Iva, al multiplicarlo por el 12% de IVA **(Q170,469.38 \* 12% = Q20,456.32; 170,469.38 + Q20,456.32 = Q190,925.70)** y luego sumarlo el resultado es de Q190,925.70. Al valor de Q170,469.38 (sin IVA) se le multiplica por el 5% (que será el valor que las municipalidades incrementan para poder realizar expansión y mantenimiento del servicio, el % cada una la establece) y luego es sumado al valor de la factura con IVA, **(Q170,469.38 \* 5% = Q8,523.47 + Q190,925.70 = Q199,449.16)** el resultado será de Q199,449.16; por último este resultado es dividido por los usuarios en este caso son 3,950 **(Q199,449.16 / 3,950 = Q50.49)** el valor obtenido que fue de Q50.49 será el cobro por alumbrado público que aparecerá en la factura de cada usuario.

### **8.5.3.3. Cálculo del cobro de AP con lámparas de mercurio**

A continuación se presenta el posible cobro que realiza la empresa de Energuate a la municipalidad por concepto de alumbrado público por 377 lámparas que en la actualidad existen en los Barrios Independencia, Rosario y Batalla.

**Cuadro No. 24.** Cálculo cobro por el alumbrado público de 377 lámparas de mercurio.

| <b>Cálculo cobro del servicio de Alumbrado Público Lámparas de Mercurio de 175 Watts de acuerdo a censo.</b> |                      |   |
|--|----------------------|---|
| <b>Cantidad de lámparas</b>  | 377                  | Lamparas  |
| <b>Potencia de las lámparas</b>  | 0.175                | Watts 175/1000  |
| <b>Horas utilizadas= 12 Horas</b>  | 12                   | Horas   |
| <b>Días del mes en que se utilizó el servicio</b>  | 31                   | días  |
| <b>Efecto de balastro</b>  | 1.216400             | 1.2164 FIJO   |
| <b>Consumo mes</b>   | <b>29,853.740280</b> |   |
| <b>Costo del kWh</b>   | Q1.568494            | Tarifa para noviembre 2,015 - enero 2,016   |
| <b>Factura AP (sin IVA)</b>  | <b>Q46,825.41</b>    |   |
| <b>Factura AP con IVA</b>  | <b>Q52,444.46</b>    | 12% IVA   |
| <b>Costo de cada lámpara con IVA</b>   | <b>Q139.11</b>       | Factura con IVA/Cantidad de lámparas (No incluye cobro municipal)                           |
| <b>Expansión y mantenimiento (establecido por la municipalidad)</b>  | 64.95%               | % variable, el dato es especulativo, de acuerdo a datos obtenido en energuate y facturación |
| <b>Expansión y mantenimiento (establecido por la municipalidad) en valor absoluto del % aplicado</b>         | <b>Q 30,413.11</b>   | No incluye IVA (Información adicional para efecto de análisis)                              |
| <b>Clientes del municipio</b>  | 2,478                | Usuarios (contadores de servicio)   |
| <b>Servicio de Alumbrado Público (SAP)</b>   | <b>Q33.44</b>        | este dato es el que debe aparecer en la factura de fin de mes                               |

**Fuente:** Elaboración propia agregando otros campos a las fórmulas de Energuate para efecto de análisis.



De acuerdo a información brindada por el señor Edie A. Orozco S. encargado de administraciones públicas regional de Energuate, el costo del Kwh consumido para alumbrado público del trimestre de noviembre 2,015 – enero 2,016 será de Q1.568494. El concepto de expansión y mantenimiento establecido por la municipalidad solamente se puede especular que pueda ser del 64.95% este dato permite coincidir con el cálculo del cobro reportado en las facturas emitidas por Energuate.

Se consideraron como lámpara de mercurio la totalidad del conteo; sin embargo, existen algunas que son de sodio con un consumo de 400 watts que no fueron tomadas en cuenta como tal lo que incrementaría el costo y bajaría el porcentaje de expansión y mantenimiento.

#### **8.5.3.4. Cálculo del cobro de AP de lámparas que no encienden**

En el cuadro No. 10 se observa que de 377 lámparas tanto de mercurio como de sodio, ubicadas en el área de estudio, 52 de ellas no encienden y representan un 14% de la totalidad que no prestan el servicio de iluminación de acuerdo a la gráfica No. 3; sin embargo, por ser parte de la responsabilidad de la municipalidad de Coatepeque y estar reportada en el conteo de lámparas a la empresa Energuate, se debe pagar el costo correspondiente, funcione o no. En el cuadro No. 24 se presenta el cálculo de ese costo, asciendo a la cantidad de Q7,233.72 quetzales que mensualmente se cancela lo que representa al año Q86,804.64 y debe considerarse como una pérdida. Éste valor debería ser suficiente para cubrir parte del mantenimiento de las lámparas.

**Cuadro No. 25.** Pago que la municipalidad debe hacer a Energuate no importando que las lámparas no enciendan.

| <b>Cálculo cobro del servicio de Alumbrado Público Lámparas de Mercurio de 175 Watts que no encienden de acuerdo a censo.</b> |                     |  |
|---|---------------------|--|
| Cantidad de lámparas  | 52                  | Lamparas   |
| Potencia de las lámparas  | 0.175               | Watts 175/1000   |
| Horas utilizadas= 12 Horas  | 12                  | Horas  |
| Días del mes en que se utilizó el servicio  | 31                  | días   |
| Efecto de balastro  | 1.216400            | 1.2164 FIJO  |
| <b>Consumo mes</b>  | <b>4,117.757280</b> |  |
| Costo del kWh   | Q1.568494           | Tarifa para noviembre 2,015 - enero 2,016                      |
| Factura AP (sin IVA)  | <b>Q6,458.68</b>    |  |
| Factura AP con IVA  | <b>Q7,233.72</b>    |  |
| <b>Costo de cada lámpara con IVA</b>  | <b>Q139.11</b>      |  |
| Expansión y mantenimiento (establecido por la municipalidad)  | 0.00%               |  |
| <b>Expansión y mantenimiento (establecido por la municipalidad) en valor absoluto del % aplicado</b>                          | <b>Q -</b>          | No incluye IVA (información adicional para efecto de análisis) |
| Cientes del municipio   | 0                   | Usuarios (contadores de servicio)                              |
| <b>Servicio de Alumbrado Público (SAP)</b>  | <b>#¡DIV/0!</b>     | este dato es el que debe aparecer en la factura de fin de mes  |

El pago de las 52 lámparas aunque estén apagadas debe realizarse, lo que significa una pérdida para la municipalidad y un mal servicio de iluminación para el usuario.

**Fuente:** Elaboración propia agregando otros campos a las fórmulas de Energuate para efecto de análisis.

### 8.5.3.5. Cálculo del cobro de AP con lámpara sodio de 100 Watts

**Cuadro No. 26.** Cálculo cobro por el alumbrado público de 377 lámparas de sodio.

| <b>Cálculo cobro del servicio de Alumbrado Público Lámparas sodio de 100 Watts de acuerdo a censo.</b> |                      |   |
|--|----------------------|---|
| Cantidad de lámparas   | 377                  | Lamparas  |
| Potencia de las lámparas   | 0.100                | Watts 100/1000  |
| Horas utilizadas= 12 Horas   | 12                   | Horas   |
| Días del mes en que se utilizó el servicio   | 31                   | días  |
| Efecto de balastro   | 1.216400             | 1.2164 FIJO   |
| <b>Consumo mes</b>   | <b>17,059.280160</b> |   |
| Costo del kWh  | Q1.568494            | Tarifa para noviembre 2,015 - enero 2,016   |
| Factura AP (sin IVA)   | <b>Q26,757.38</b>    |   |
| Factura AP con IVA   | <b>Q29,968.26</b>    | 12% IVA   |
| <b>Costo de cada lámpara con IVA</b>   | <b>Q79.49</b>        | Factura con IVA/Cantidad de lámparas (No incluye cobro municipal)                           |
| Expansión y mantenimiento (establecido por la municipalidad)   | 197.70%              | % variable, el dato es especulativo, de acuerdo a datos obtenido en energuate y facturación |
| <b>Expansión y mantenimiento (establecido por la municipalidad) en valor absoluto del % aplicado</b>   | <b>Q 52,899.34</b>   | No incluye IVA (Información adicional para efecto de análisis)                              |
| Clientes del municipio   | 2,478                | Usuarios (contadores de servicio)   |
| <b>Servicio de Alumbrado Público (SAP)</b>   | <b>Q33.44</b>        | este dato es el que debe aparecer en la factura de fin de mes                               |

**Fuente:** Elaboración propia agregando otros campos a las fórmulas de Energuate para efecto de análisis.

### 8.5.3.6. Cálculo de cobro de AP utilizando lámparas LED de 120 W

**Cuadro No. 27.** Cálculo cobro por el alumbrado público de 377 lámparas led.

| <b>Cálculo cobro del servicio de Alumbrado Público Lámparas de LED de 120 Watts de acuerdo a censo.</b> |                      |   |
|---|----------------------|---|
| Cantidad de lámparas  | 377                  | Lamparas  |
| Potencia de las lámparas  | 0.120                | Watts 120/1000  |
| Horas utilizadas= 12 Horas  | 12                   | Horas   |
| Días del mes en que se utilizó el servicio  | 31                   | días  |
| Efecto de balastro  | 0.000000             | No trae balastro  |
| <b>Consumo mes</b>  | <b>16,829.280000</b> |   |
| Costo del kWh   | Q1.568494            | Tarifa para noviembre 2,015 - enero 2,016   |
| Factura AP (sin IVA)  | <b>Q26,396.62</b>    |   |
| Factura AP con IVA  | <b>Q29,564.22</b>    | 12% IVA   |
| <b>Costo de cada lámpara con IVA</b>  | <b>Q78.42</b>        | Factura con IVA/Cantidad de lámparas (No incluye cobro municipal)                           |
| Expansión y mantenimiento (establecido por la municipalidad)  | 201.95%              | % variable, el dato es especulativo, de acuerdo a datos obtenido en energuate y facturación |
| <b>Expansión y mantenimiento (establecido por la municipalidad) en valor absoluto del % aplicado</b>    | <b>Q 53,307.98</b>   | No incluye IVA (Información adicional para efecto de análisis)                              |
| Clientes del municipio  | 2,478                | Usuarios (contadores de servicio)   |
| <b>Servicio de Alumbrado Público (SAP)</b>  | <b>Q33.44</b>        | este dato es el que debe aparecer en la factura de fin de mes                               |

**Fuente:** Elaboración propia agregando otros campos a las fórmulas de Energuate para efecto de análisis.

### **8.5.3.7. Cálculo especulado del cobro de AP del municipio de Coatepeque**

De acuerdo a datos anteriormente mencionados, en el municipio existen 25,694 usuarios (contadores) que están pagando a través de sus facturas el servicio de alumbrado público (3,417 usuarios no pagan por ser zonas de conflicto, esto se da únicamente en el área rural) y 6,427 lámparas instaladas de ellas 150 son de sodio con potencia de 400 watts, el resto de mercurio de 175 watts. Para efecto de cálculo se tomó en cuenta los watts por la cantidad de lámparas haciendo una conversión de 6,620 lámparas de 175 watts.

En el cuadro No. 15 se especula de acuerdo al cálculo que el saldo para la municipalidad de Coatepeque es negativo; es decir, tiene que subsidiar a los 3,417 usuarios que no pagan el servicio, (ver cuadro No. 24) el costo por lámpara es de Q139.11 quetzales con IVA incluido, sin agregarle el porcentaje por concepto de expansión y mantenimiento correspondiente a la municipalidad, si este costo se multiplica por la cantidad de lámparas totales, que equivale a 6,620 entonces la factura a pagar sería de Q61,667.95 quetzales mensual equivalente y que en términos porcentuales representaría un 7.50%, éste monto si se proyecta a un año ascendería a la cantidad de Q740,015.40 quetzales considerado pérdida. Éste monto sería suficiente para cubrir con fondos propios el 100% del presupuesto de colocación de 377 lámparas de sodio tipo canasta de acuerdo al cuadro No. 31 (que asciende a Q198,510.86), el 100% de lámparas de sodio tipo cobra de acuerdo al cuadro No. 34 (que asciende Q576,681.82) y 68.38% del presupuesto de colocación de lámparas led tipo cobra de acuerdo al cuadro No. 36 (que asciende a Q1,082,169.08); además, este saldo negativo impide que exista un mantenimiento, expansión y mejoras en el servicio del alumbrado público en el municipio de Coatepeque al no existir presupuesto.

**Cuadro No. 28.** Cálculo del cobro de alumbrado público de la totalidad de lámparas instaladas en el municipio de Coatepeque.

| <b>Cálculo del cobro de Alumbrado Público , totalidad de Lámparas en el municipio de Coatepeque en conversión a 175 Watts</b> |                       |   |
|---|-----------------------|---|
| Cantidad de lámparas  | 6,620                 | Lamparas  |
| Potencia de las lámparas  | 0.175                 | Watts 175/1000  |
| Horas utilizadas= 12 Horas  | 12                    | Horas   |
| Días del mes en que se utilizó el servicio  | 31                    | días  |
| Efecto de balastro  | 1.216400              | 1.2164 FIJO   |
| <b>Consumo mes</b>  | <b>524,222.176800</b> |   |
| Costo del kWh   | Q1.568494             | Tarifa para noviembre 2,015 - enero 2,016   |
| Factura AP (sin IVA)  | <b>Q822,239.34</b>    |   |
| Factura AP con IVA  | <b>Q920,908.06</b>    | 12% IVA   |
| <b>Costo de cada lámpara con IVA</b>  | <b>Q139.11</b>        | Factura con IVA/Cantidad de lámparas (No incluye cobro municipal)                           |
| Expansión y mantenimiento (establecido por la municipalidad)  | -7.50%                | % variable, el dato es especulativo, de acuerdo a datos obtenido en energuete y facturación |
| <b>Expansión y mantenimiento (establecido por la municipalidad) en valor absoluto del % aplicado</b>                          | <b>Q (61,667.95)</b>  | No incluye IVA (Información adicional para efecto de análisis)                              |
| Clientes del municipio  | 25,694                | Usuarios (contadores de servicio)   |
| <b>Servicio de Alumbrado Público (SAP)</b>  | <b>Q33.44</b>         | este dato es el que debe aparecer en la factura de fin de mes                               |

**Fuente:** Elaboración propia

### 8.5.3.8. Comparativo en el cobro de AP con diferentes alternativas

Figura No. 39 Cuadro comparativo de tecnologías.

| Concepto   | Lamparas de mercurio de 175 watt | Lamparas de sodio de 100 watt | Lamparas Led de 120 watt | Totalidad de lámparas de mercurio 175watt |
|--|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|---|
| Cantidad de lámparas   | 377                              | 377                           | 377                      | 6,620                                     |
| Potencia de las lámparas   | 0.175                            | 0.100                         | 0.120                    | 0.175                                     |
| Horas utilizadas= 12 Horas   | 12                               | 12                            | 12                       | 12  |
| Días del mes en que se utilizó el servicio   | 31                               | 31                            | 31                       | 31  |
| Efecto de balastro   | 1.216400                         | 1.216400                      | no tiene balastro        | 1.216400                                  |
| <b>Consumo mes</b>   | <b>29,853.740280</b>             | <b>17,059.280160</b>          | <b>16,829.280000</b>     | <b>524,222.176800</b>                     |
| Costo del kWh  | Q1.568494                        | Q1.568494                     | Q1.568494                | Q1.568494                                 |
| Factura AP (sin IVA)   | <b>Q46,825.41</b>                | <b>Q26,757.38</b>             | <b>Q26,396.62</b>        | <b>Q822,239.34</b>                        |
| Factura AP con IVA   | <b>Q52,444.46</b>                | <b>Q29,968.26</b>             | <b>Q29,564.22</b>        | <b>Q920,908.06</b>                        |
| <b>Costo de cada lámpara con IVA</b>   | <b>Q139.11</b>                   | <b>Q79.49</b>                 | <b>Q78.42</b>            | <b>Q139.11</b>                            |
| Expansión y mantenimiento (establecido por la municipalidad)   | 64.95%                           | 197.70%                       | 201.95%                  | -7.50%                                    |
| <b>Expansión y mantenimiento (establecido por la municipalidad) en valor absoluto del % aplicado</b> | <b>Q 30,413.11</b>               | <b>Q 52,899.34</b>            | <b>Q 53,307.98</b>       | <b>Q (61,667.95)</b>                      |
| Clientes del municipio   | 2,478                            | 2,478                         | 2,478                    | 25,694                                    |
| Servicio de Alumbrado Público (SAP)  | <b>Q33.44</b>                    | <b>Q33.44</b>                 | <b>Q33.44</b>            | <b>Q33.44</b>                             |

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro anterior se presentan cuatro escenarios:

- **Primer escenario y el actual:** En los Barrios sujetos de estudio existen 377 lámparas de mercurio (tomando como de mercurio las lámparas de sodio existentes de 400 watts y el costo por consumo es de Q139.11 por cada una, los usuarios que están pagando el AP son 2,478 y el costo de la factura es de Q52,444.46 IVA incluido, más un aumento del 64.95% por concepto de expansión y mantenimiento establecido por la municipalidad en el costo total del consumo sin IVA sumado al costo total con IVA dividido entre los usuarios el resultado será de Q33.44 quetzales que en la actualidad Energuate agrega en la factura del usuario por concepto de AP, ( $Q46,825.41 \times 64.95\% = Q30,413.10 + Q52,444.46 = Q82,857.56 / 2,478 \text{ usuarios} = Q33.44$  costo facturado al usuario), **Lo importante a resaltar es el remanente monetario que recibe la municipalidad por expansión y mantenimiento que es la cantidad de Q30, 413.10 valor que no debe perderse de vista para efectos de estudio**; sin embargo, se notará en el cuarto escenario que la municipalidad está subsidiando la factura total por consumo AP en el municipio por la cantidad de Q61,667.95 que representa un 7.50% de pérdida por aquellos usuarios que en áreas conflictivas no están haciendo el pago del servicio.
- **Segundo escenario:** Al hacer el cambio de 377 lámparas de mercurio de 175 watts por lámparas de sodio de 100 watts, mejora la calidad de iluminación con un flujo luminoso mayor y genera una baja en el costo de consumo por cada lámpara siendo el valor de Q79.49 quetzales, si la baja monetaria no es trasladada al consumidor final, el porcentaje de expansión y mantenimiento para la municipalidad aumentaría de un 64.95% a 197.70% que representa Q53,307.98; es decir, tendría un aumento en relación a los Q30,413.10 que recibe de **Q22,486.23 éste excedente podría financiar el proyecto sin que la municipalidad comprometa más**



**sus ingresos, y a mediano plazo podría eliminar el subsidio o pérdidas por las áreas conflictivas.**

- **Tercer escenario:** Con la colocación de lámparas tipo Led de 120 watts, habría una mejora sustancial en la calidad de iluminación como consecuencia del flujo luminoso mayor en comparación a las lámparas de mercurio, adicionalmente en el campo financiero, es decir en valores monetarios y porcentuales representaría un aumento en expansión y mantenimiento del 201.95%; equivalentes a Q53,307.98 con un valor excedente de Q22,894.87, superando por Q408.64 a las lámparas de sodio, **éste excedente podría financiar el proyecto sin que la municipalidad comprometa más sus ingresos, y a mediano plazo podría eliminar el subsidio o pérdidas por las áreas conflictivas;** ¿por qué si las lámparas Led son de 120 watts y las lámparas de sodio son de 100 watts? La diferencia radica en el consumo que tiene el balastro en su encendido, elemento parte de la luminaria y que las lámparas led no tienen por consiguiente no tiene ese consumo adicional en su encendido.
- **Cuarto escenario:** En el cuarto escenario se observa el consumo de la totalidad de las lámparas de mercurio de 175 watts que existen en el municipio de Coatepeque en la actualidad (las lámparas de sodio de 400 watts que se encuentran colocadas en zona urbana, se hizo el equivalente para tomarlas como lámparas de mercurio) y a la cantidad de usuarios que están pagando por el servicio. La factura total es de Q920,908.06 teniendo que subsidiar la municipalidad con un 7.50% equivalente a Q61,667.95 lo que ayuda a explicar por qué existen lámpara dañadas y quemadas las cuales no han recibido mantenimiento. Con el cambio a lámparas de sodio o led, habría una mejora en la calidad y en lo financiero el proyecto podría financiarse por sí mismo y contribuir a eliminar el subsidio o pérdida que en la actualidad tiene la municipalidad de Coatepeque.

## 8.5.4. Elaboración de presupuesto y Sostenibilidad

Lawrence J. Gitman y Chad J. Zutter, se refieren a La elaboración del **presupuesto de capital** como “el proceso de evaluación y selección de las inversiones a largo plazo que son congruentes con la meta de maximización de la riqueza de los dueños de la empresa”<sup>32</sup>

A continuación se presentan presupuestos de tres proyectos, al costo de las luminarias, se le incluyeron elementos necesarios para su instalación, (en el caso de luminarias tipo canasta existen los brazos de las luminarias que se sustituirán por lo cual no se incluye en el costo), **Se consideró un incremento de 10% del costo total de las luminarias como parte del presupuesto para ser utilizado en la compra y mantenimiento de un stock de repuestos, con la finalidad de que las luminarias estén en perfectas condiciones el primer años, posteriormente se puede utilizar del ahorro obtenido cada mes por el cambio de la nueva tecnología.**

- **Proyecto A.** Instalación de luminarias con lámpara de Sodio 100W de 240V tipo canasta. Marca Philips.

**Cuadro No. 29.** Cotización lámpara sodio tipo canasta.

|   |                          |   |   |  |                |
|---|--------------------------|---|---|--|----------------|
|   |                          |  |   | Fecha: 19/11/15<br>Hora: 13:39:47<br>Página: 1 |                |
| N.I.T.  | C.F.                     |   |   | Proforma No.                                   | 1336754        |
| Nombre  | JUAN CARLOS              |   |   | Guatemala,                                     | 19/11/15       |
| Dirección   | ZONA GUATEMALA GUATEMALA |   |   | Forma de Pago:                                 | EF EFECTIVO    |
| Comentario (Obra)   |                          |   |   |  |                |
| <b>Código</b>   | <b>Cantidad</b>          | <b>Catalogo</b>   | <b>Descripción</b>  | <b>Precio Unitario</b>                         | <b>Totales</b> |
| L0404   | 1                        | 885730  | NPS100/24 LAMPARA DE SODIO 100W 240V T/CANASTA C/BOMB S/BRAZO PHILIPS | 434.0400                                       | 434.04         |
| <b>Entrega</b>  |                          |   |   | <b>Valor Total en Quetzales Q.</b>             | <b>434.04</b>  |
| Vigencia  | 1                        | días  |   |  |                |
| LOS PRECIOS YA INCLUYEN I.V.A.<br>PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO<br>MATERIAL SUJETO A PREVIA VENTA<br>PREGUNTE POR VISA-CUOTAS<br>SI PAGA CON CHEQUE EMITIR A NOMBRE DE:<br>CELASA, INGENIERIA Y EQUIPOS, S.A. |                          |   |   |  |                |
| Pl _____<br>Vendedor: 50047 Tp: 01d<br>MINOR MARTINEZ /ZONA 01/ 22707333  |                          |   |   |  |                |

**Fuente:** Celasa

<sup>32</sup>Principios de Administración Financiera, Decimoprimer edición, Lawrence J. Gitman (2007)

**Cuadro No. 30.** Cotización Lámpara Led tipo cobra.



Fecha: 19/11/15  
 Hora: 13:29:09  
 Página: 1

N.I.T. C.F.  
 Nombre: JUAN CARLOS  
 Dirección: zona GUATEMALA, GUATEMALA  
 Comentario (Obra):

Proforma No. 1336741  
 Guatemala, 19/11/15  
 Forma de Pago: EF EFECTIVO

| Código | Cantidad | Catalogo     | Descripción  | Precio Unitario | Totales |
|--------|----------|--------------|--|-----------------|---------|
| L1116  | 1        | LED0316      | LAMPARA LED TIPO COBRA 120W W/ DL 'LUXLITE'          | 2355.7500       | 2355.75 |
| F0701  | 1        | FP7673C-J000 | FOTOCELDA MULTIVOLTAJE 105-305V ABUL 'FISHER PIERCE' | 55.9600         | 55.96   |
| BRA13  | 1        |              | BRADO GALVANIZADO PARA LAMPARA TIPO COBRA 6"         | 174.0800        | 174.08  |
| CSJ10  | 3        | S-24992      | CABLE TSJ 3X10 (METRO)                               | 16.3700         | 49.11   |

Entrega: Valor Total en Quetzales Q. 2,634.90  
 Vigencia 0 días  
 LOS PRECIOS YA INCLUYEN I.V.A.  
 PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO  
 MATERIAL SUJETO A PREVIA VENTA  
 PREGUNTE POR VISA-CUOTAS  
 SI PAGA CON CHEQUE EMITIR A NOMBRE DE:  
 CELASA, INGENIERIA Y EQUIPOS, S.A.

F) \_\_\_\_\_  
 Vendedor: W0047 Tp: 01n  
 MYNOR MARTINEZ / ZONA 01/ 22707333

**Fuente:** Celasa.

**Cuadro No. 31.** Presupuesto lámpara de sodio tipo canasta y accesorios.

| Presupuesto Luminarias tipo Canasta con lámparas de Sodio de 100 W de 240 V marca Philips, incluye accesorios y stock de repuestos |   |                 |              |
|--|---|-----------------|--------------|
| Cantidad   | Descripción   | Precio Unitario | Total        |
| 377  | Luminarias tipo canasta con lámpara de Sodio de 100 W 240 V | Q 434.04        | Q 163,633.08 |
| 1,131  | Cable TSJ 3x10 (metros)                                     | Q 16.37         | Q 18,514.47  |
| 10%  | Costo total de luminarias para stock de repuestos           |                 | Q 16,363.31  |
|  | <b>Total</b>  |                 | Q 198,510.86 |

**Fuente:** Elaboración propia y Celasa.

En los presupuestos no se contemplan precio de instalación; la municipalidad de Coatepeque cuenta con personal para hacer éste trabajo, si se consideró el stock de repuestos para su funcionamiento.

- **Proyecto B.** Instalación de luminarias con lámpara de Sodio 100W de 240V tipo cobra.

**Cuadro No. 32.** Cotización accesorios.



Fecha: 19/11/15  
 Hora: 13:29:09  
 Pagina: 1

|                   |                          |  |                |             |
|-------------------|--------------------------|--|----------------|-------------|
| N.I.T.            | C.F.                     |  | Proforma No.   | 1336741     |
| Nombre            | JUAN CARLOS              |  | Guatemala,     | 19/11/15    |
| Dirección         | ZONA GUATEMALA GUATEMALA |  |                |             |
| Comentario (Obra) |                          |  | Forma de Pago: | EF EFECTIVO |

| Codigo | Cantidad | Catalogo     | Descripcion   | Precio Unitario | Totales |
|--------|----------|--------------|---|-----------------|---------|
| L1116  | 1        | LED0316      | LAMPARA LED TIPO COBRA 120W MV DL 'LUXLITE'         | 2355.7500       | 2355.75 |
| F0701  | 1        | FP7673C-3000 | FOTOCELA MULTIVOLTAJE 105-305V AZUL 'FISHER PIERCE' | 55.0600         | 55.06   |
| BRA13  | 1        |              | BRASO GALVANIZADO PARA LAMPARA TIPO COBRA 6'        | 174.0800        | 174.08  |
| CR10   | 3        | 5.26M02      | CABLE T6J 3X10 (METRO)                              | 16.3700         | 49.11   |

Entrega \_\_\_\_\_ Valor Total en Quetzales Q. 2,634.90

Vigencia 0 días

LOS PRECIOS YA INCLUYEN I.V.A.  
 PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO  
 MATERIAL SUJETO A PREVIA VENTA  
 PREGUNTE POR VISA-CUOTAS  
 SI PAGA CON CHEQUE EMITIR A NOMBRE DE:  
 CELASA, INGENIERIA Y EQUIPOS, S.A.

Fl. \_\_\_\_\_

Vendedor V0047 Tp: 010  
 MYNOR MARTINEZ / ZONA 01/ 22707333

**Fuente:** Celasa

**Cuadro No. 33.** Cotización lámpara de sodio tipo cobra.



Fecha: 03/11/15  
 Hora: 11:43:15  
 Pagina: 1

|                   |                             |  |                |             |
|-------------------|-----------------------------|--|----------------|-------------|
| N.I.T.            | C.F.                        |  | Proforma No.   | 1324788     |
| Nombre            | JUAN CARLOS DE LEON CHANONA |  | Guatemala,     | 03/11/15    |
| Dirección         | CIUDAD                      |  |                |             |
| Comentario (Obra) |                             |  | Forma de Pago: | EF EFECTIVO |

| Codigo | Cantidad | Catalogo     | Descripcion   | Precio Unitario | Totales |
|--------|----------|--------------|---|-----------------|---------|
| L1058  | 1        | 210923004442 | LAMPARA TIPO COBRA HPS100W HPP C/BOMBILLA 'PHILIPS' | 1187.7000       | 1187.70 |

Entrega \_\_\_\_\_ Valor Total en Quetzales Q. 1,187.70

Vigencia 0 días

LOS PRECIOS YA INCLUYEN I.V.A.  
 PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO  
 MATERIAL SUJETO A PREVIA VENTA  
 PREGUNTE POR VISA-CUOTAS  
 SI PAGA CON CHEQUE EMITIR A NOMBRE DE:  
 CELASA, INGENIERIA Y EQUIPOS, S.A.

Fl. \_\_\_\_\_

Vendedor V0023 Tp: 0100  
 KARIN GOMEZ / COATEPEQUE / 77747611

**Fuente:** Celasa.

**Cuadro No. 34.** Presupuesto lámpara sodio tipo cobra.

| Presupuesto Luminarias tipo Cobra marca Philips con lámparas de Sodio de 100 W de 240 V, incluye accesorios y stock de repuestos |   |                 |                     |
|--|---|-----------------|---------------------|
| Cantidad   | Descripción   | Precio Unitario | Total               |
| 377  | Luminarias tipo canasta con lámpara de Sodio de 100 W 240 V | Q 1,187.70      | Q 447,762.90        |
| 377  | Brazos Galvanizado para lámpara tipo cobra 6'               | Q 174.08        | Q 65,628.16         |
| 1,131  | Cable TSJ 3x10 (metros)                                     | Q 16.37         | Q 18,514.47         |
| 10%  | Costo total de luminarias para stock de repuestos           |                 | Q 44,776.29         |
|  | <b>Total</b>  |                 | <b>Q 576,681.82</b> |

**Fuente:** Elaboración propia y Celasa.

- **Proyecto C.** Instalación de luminarias con lámpara Led 120W de 240V tipo cobra.

**Cuadro No. 35.** Cotización lámpara led tipo cobra y accesorios.

|   |                          |   |   |                        |                 |
|---|--------------------------|---|---|------------------------|-----------------|
|   |                          |  | Fecha: 19/11/15<br>Hora: 13:29:09<br>Página: 1                      |                        |                 |
| N.I.T.  | C.F                      |   | Proforma No. 1336741  |                        |                 |
| Nombre  | JUAN CARLOS              |   | Guatemala, 19/11/15   |                        |                 |
| Dirección   | ZONA GUATEMALA GUATEMALA |   |   |                        |                 |
| Comentario (Obra)   |                          |   | Forma de Pago: EF EFECTIVO  |                        |                 |
| <b>Código</b>   | <b>Cantidad</b>          | <b>Catalogo</b>   | <b>Descripción</b>  | <b>Precio Unitario</b> | <b>Totales</b>  |
| L1116   | 1                        | LED0116   | LAMPARA LED TIPO COBRA 120W MV DEL 'LUXLITE'                        | 2355.7500              | 2355.75         |
| F0701   | 1                        | FP7673C-3000  | FOTOCELDA MULTIVOLTAJE 105-305V AZUL 'PISHEN PIERCE'                | 55.9600                | 55.96           |
| BRA11   | 1                        |   | BRAZO GALVANIZADO PARA LAMPARA TIPO COBRA 6'                        | 174.0800               | 174.08          |
| CSJ10   | 3                        | 5.36HME   | CABLE TSJ 3X10 (METRO)  | 16.3700                | 49.11           |
| Entrega   |                          |   | <b>Valor Total en Quetzales Q.</b>                                  |                        | <b>2,624.90</b> |
| Vigencia  | 0                        | días  |   |                        |                 |
| LOS PRECIOS YA INCLUYEN I.V.A.<br>PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO<br>MATERIAL SUJETO A PREVIA VENTA<br>PREGUNTE POR VISA-CUOTAS<br>SI PAGA CON CHEQUE EMITIR A NOMBRE DE:<br>CELASA, INGENIERIA Y EQUIPOS. S.A. |                          |   | Fj<br>Vendedor: 00047 Tp: 01n<br>MAYOR MARTINEZ / ZONA 01/ 22707333 |                        |                 |

**Fuente:** Celasa.

**Cuadro No. 36.** Presupuesto lámpara Led tipo cobra.

| Presupuesto Luminarias tipo Cobra con lámparas LED marca Luxlite de 120 W de 240 V, incluye accesorios y stock de repuestos |  |               |                       |
|---|--|---------------|-----------------------|
| Cantidad  | Artículos  | Precio/Unidad | Total                 |
| 377   | Luminarias LED, tipo cobra de 120 W 240 V          | Q 2,355.75    | Q 888,117.75          |
| 377   | Brazos Galvanizado para lámpara tipo cobra 6'      | Q 174.08      | Q 65,628.16           |
| 1,131   | Cable TSJ 3x10 (metros)                            | Q 16.37       | Q 18,514.47           |
| 377   | Fotocelda Multivoltaje 105-305V Azul Fisher Pierce | Q 55.96       | Q 21,096.92           |
| 10%   | Costo total de luminarias para stock de repuestos  |               | Q 88,811.78           |
|   | <b>Total</b>                                       |               | <b>Q 1,082,169.08</b> |

**Fuente:** Elaboración propia y Celasa.

### 8.5.5. Costo de capital o Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)

Gabriel B. Urbina, define la tasa mínima aceptable de rendimiento como:

$$\text{TMAR} = i + f + if; \quad i = \text{premio al riesgo}; \quad f = \text{inflación}.$$

“Antes de invertir, una persona siempre tiene en mente una tasa mínima de ganancia sobre la inversión propuesta, llamada tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR), además debe sumarse la inflación que existirá para que la inversión mantenga su poder adquisitivo”.<sup>33</sup>

<sup>33</sup> Formulación de Proyectos, Quinta Edición, Gabriel Baca Urbina (2006).

El objetivo de manejar la TMAR, es para contemplar utilizar financiamiento externo, en este caso podría ser un financiamiento Bancario y también contemplar la tasa de inflación que puede darse. Lo anterior contribuirá para que el proyecto pueda financiarse por sí mismo.

- Inflación: Se conoce como inflación al aumento generalizado de los precios, en la tabla se presenta la inflación total ritmo inflacionario de los años 1996 al 2015 que ha existido en Guatemala, este dato es importante para poder contemplar el tipo de inflación que consideraremos para el presente proyecto y agregarlo a la fórmula de TMAR. Considerando un escenario pesimista por los acontecimientos políticos, económicos y sociales ocurridos en el país en este año 2,015 y la incertidumbre existente para el año 2,016 por la toma de posesión de un nuevo gobierno y falta de recursos, se tendrá como base el año 2,008 con una tasa inflacionaria del 9.40%.

**Cuadro No. 37.** Inflación total años 1996 – 2015

**INFLACIÓN TOTAL RITMO INFLACIONARIO  
AÑOS 1996 - 2015 EN PORCENTAJES**

| Periodo    | 1996  | 1997  | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005  | 2006 | 2007 | 2008  | 2009  | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| Enero      | 9.76  | 10.80 | 7.29 | 6.29 | 5.27 | 6.05 | 8.85 | 6.20 | 6.21 | 9.04  | 8.08 | 6.22 | 8.39  | 7.88  | 1.43 | 4.90 | 5.44 | 3.86 | 4.14 | 2.32 |
| Febrero    | 10.83 | 12.66 | 5.45 | 5.17 | 6.62 | 5.99 | 9.01 | 6.00 | 6.26 | 9.04  | 7.26 | 6.62 | 8.76  | 6.50  | 2.48 | 5.24 | 5.17 | 4.18 | 3.50 | 2.44 |
| Marzo      | 11.48 | 11.51 | 6.11 | 3.99 | 8.28 | 5.42 | 9.13 | 5.78 | 6.57 | 8.77  | 7.28 | 7.02 | 9.10  | 5.00  | 3.93 | 4.99 | 4.55 | 4.34 | 3.25 | 2.43 |
| Abril      | 11.95 | 10.13 | 6.94 | 3.47 | 9.07 | 4.87 | 9.25 | 5.67 | 6.65 | 8.88  | 7.48 | 6.40 | 10.37 | 3.62  | 3.75 | 5.76 | 4.27 | 4.13 | 3.27 | 2.58 |
| Mayo       | 11.02 | 9.61  | 7.32 | 3.73 | 7.36 | 6.05 | 9.31 | 5.56 | 7.27 | 8.52  | 7.62 | 5.47 | 12.24 | 2.29  | 3.51 | 6.39 | 3.90 | 4.27 | 3.22 | 2.55 |
| Junio      | 10.34 | 8.97  | 7.43 | 4.22 | 7.23 | 6.30 | 9.14 | 5.24 | 7.40 | 8.80  | 7.55 | 5.31 | 13.56 | 0.62  | 4.07 | 6.42 | 3.47 | 4.79 | 3.13 | 2.39 |
| Julio      | 11.60 | 7.98  | 7.27 | 5.22 | 6.14 | 6.97 | 9.10 | 4.65 | 7.64 | 9.30  | 7.04 | 5.59 | 14.16 | -0.30 | 4.12 | 7.04 | 2.86 | 4.74 | 3.41 | 2.32 |
| Agosto     | 12.03 | 8.05  | 6.31 | 6.03 | 4.71 | 8.79 | 7.73 | 4.96 | 7.66 | 9.37  | 7.00 | 6.21 | 13.69 | -0.73 | 4.10 | 7.63 | 2.71 | 4.42 | 3.70 | 1.96 |
| Septiembre | 11.77 | 8.33  | 5.49 | 6.79 | 4.29 | 8.99 | 7.10 | 5.68 | 8.05 | 9.45  | 5.70 | 7.33 | 12.75 | 0.03  | 3.76 | 7.25 | 3.28 | 4.21 | 3.45 | 1.88 |
| Octubre    | 10.64 | 8.48  | 4.97 | 7.57 | 3.84 | 9.47 | 6.60 | 5.84 | 8.64 | 10.29 | 3.85 | 7.72 | 12.93 | -0.65 | 4.51 | 6.65 | 3.35 | 4.15 | 3.64 | 2.23 |
| Noviembre  | 10.44 | 7.66  | 7.35 | 5.15 | 4.17 | 9.51 | 6.34 | 5.84 | 9.22 | 9.25  | 4.40 | 9.13 | 10.85 | -0.61 | 5.25 | 6.05 | 3.11 | 4.63 | 3.38 | 2.51 |
| Diciembre  | 10.85 | 7.13  | 7.48 | 4.92 | 5.08 | 8.91 | 6.33 | 5.85 | 9.23 | 8.57  | 5.79 | 8.75 | 9.40  | -0.28 | 5.39 | 6.20 | 3.45 | 4.39 | 2.95 |      |

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística (INE)  
<http://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=/imm/imm01>

- Tasa activa o de colocación: Es la tasa de interés que reciben los intermediarios financieros de los demandantes por los préstamos otorgados; es decir, la que te cobra el banco por el dinero que te presta.<sup>34</sup>

En el sistema financiero guatemalteco existen bancos que ofrecen diferentes tasas de interés de acuerdo al tipo de inversión y garantía, en este caso se están consideraron tres bancos, siendo ellos Banco Industrial, Banco G y T y Banrural, la información se obtuvo vía telefónica y de internet, la información de tasas obtenidas únicamente son referenciales.

**Cuadro No. 38.** Tasas activas en el sistema financiero de Guatemala

| TASAS ACTIVAS EN BANCOS DEL SISTEMA |                   |                  |           |
|-------------------------------------|-------------------|------------------|-----------|
|                                     | G Y T CONTINENTAL | BANCO INDUSTRIAL | BANRURAL  |
| TASA INTERES SOBRE SALDO            | 14% - 16%         | 8% - 12.60%      | 15% - 19% |

**Fuente:**

tp://www.gytcontinental.com.gt/portal/portal/productos.asp?idprod=h  
 hipotecario // Banco Industrial, teléfono 2420-3000 señorita Lourdes  
 Calderón y Banrural, Agencia 4 calle 4-42 zona 1 Teléfono 7775-  
 1641 señorita Elsa Cifuentes.

Para el presente proyecto se considerará el escenario más pesimista que será del 19% anual; es decir, el 1.5833% mensual.

Con los datos ya obtenidos se aplicará la fórmula para encontrar la tasa de interés que debe tener en cuenta el presente proyecto si los fondos son externos y no propios.

<sup>34</sup> <http://www.gestiopolis.com/tasa-activa-y-tasa-pasiva-que-son/>



- i** = Premio al riesgo, en este caso corresponde a la tasa que cobrará el banco que otorgue el financiamiento, en un escenario pesimista se consideró la tasa del 19% sobre saldos.
- f** = La tasa de inflación contemplada para el presente proyecto, en un escenario pesimista se consideró del 9.40%

**Cuadro No. 39.** Fórmula Tmar.

$$\text{TMAR} = i + f + if; \quad i = \text{premio al riesgo}; \quad f = \text{inflación.}$$

$$\text{TMAR} = 0.19 + 0.0940 + (0.19 * 0.0940)$$

$$\text{TMAR} = 0.30186 * 100$$

$$\text{TMAR} = 30.19\%$$

---

**Fuente:** Formulación de Proyectos, Quinta Edición, Gabriel Baca Urbina (2006).

La tasa del 30.19% será la base para poder encontrar la tasa interna de rendimiento y el valor presente neto para determinar si es factible realizar la inversión.

### 8.5.6. Inversión Inicial

Se entiende por **inversión inicial** a la cantidad de capital necesario para iniciar un proyecto, sea éste privado o social.

La inversión inicial será el establecido en los presupuestos anteriores:

- **Proyecto A.** Luminarias con lámpara de Sodio de 100W de 240V tipo canasta. Marca Philips inversión inicial de Q 198,510.86.
- **Proyecto B.** Luminarias con lámpara de Sodio 100W de 240V tipo cobra. Marca Philips inversión inicial de Q576,681.82

- **Proyecto C.** Luminarias con lámpara Led 120W de 240V tipo cobra. Marca Luxlite inversión inicial de Q1,082,169.08.

**Cuadro No. 40.** Presupuesto total de lámparas (integrado)

| Presupuesto total de lámparas (incluye cada una sus accesorios para instalar y Stock de Repuestos) |          |  |                |
|--|----------|--|----------------|
| Opción   | Cantidad | Descripción  | Total          |
| No. 1  | 377      | Luminarias tipo Canasta con lámpara de sodio de 100 W de 240 V, accesorios y stock de repuestos. | Q 198,510.86   |
| No. 2  | 377      | Luminarias tipo Cobra con lámpara de sodio de 100 W de 240 V, accesorios y stock de repuestos.   | Q 576,681.82   |
| No. 3  | 377      | Lampara Led tipo cobra 120 W, accesorios y stock de repuestos.                                   | Q 1,082,169.08 |
|  |          |  |                |

**Fuente:** Elaboración propia.

### 8.5.7. Periodo de recuperación de la inversión a través de la Línea de tiempo y los diferentes escenarios (proyectos)

Periodo de recuperación de la inversión a través de la línea de tiempo requerido para que una empresa recupere su inversión inicial en un proyecto, calculado a partir de las entradas de efectivo.

Aunque popular, el periodo de recuperación de la inversión es visto por lo general como una técnica sencilla del presupuesto de capital porque **no considera explícitamente el valor temporal del dinero.**

## **Criterios de decisión**

Cuando el periodo de recuperación de la inversión se usa para tomar decisiones de aceptar o rechazar, se aplican los siguientes criterios de decisión.

- Si el periodo de recuperación de la inversión es menor que el periodo de recuperación máximo aceptable, aceptar el proyecto.
- Si el periodo de recuperación de la inversión es mayor que el periodo de recuperación máximo aceptable, rechazar el proyecto.

La administración determina la duración del periodo de recuperación máximo aceptable.

Este valor se establece subjetivamente según diversos factores, incluyendo el tipo de proyecto (expansión, reemplazo, renovación), el riesgo percibido del proyecto, y la relación percibida entre el periodo de recuperación y el valor de las acciones. Sólo es un valor que la administración considera que, en promedio, conducirá a decisiones de inversión creadoras de valor.

Se consideran tres escenarios en el supuesto que se recurra a recursos externos y flujos de ingresos adicionales proporcionados como efecto positivo del cambio.

**Para efectos del proyecto y la vida útil de las lámparas que van desde las 24,000 horas, se manejará el criterio de 4 años máximo para la recuperación de la inversión. En esta técnica no se toma en cuenta el dato obtenido de la TMAR calculado anteriormente en 30.19%, solamente se aplica la tasa de interés que el banco cobre (quedando fuera el % de inflación); estos factores serán importantes para calcular más adelante el Valor Presente Neto (VPN).**

### 8.5.7.1. Proyecto A. Luminarias tipo canasta con lámparas de sodio 100 W

En el financiamiento se consideró la opción del Banco de Desarrollo Rural, S.A. (Banrural) con la tasa del 19%.

**Cuadro No. 41.** Tabla de amortizaciones proyecto A.

**Capital de Q198,510.86, tasa de Interés del 19% anual para 12 meses con una cuota mensual de Q22,486.23**

| Tiempo/<br>Meses | Saldo               | Capital            | Intereses       | Cuota              |
|------------------|---------------------|--------------------|-----------------|--------------------|
|                  | Q 198,510.86        |                    |                 |                    |
| 1                | Q 179,228.00        | Q 19,282.86        | Q 3,203.37      | Q22,486.23         |
| 2                | Q 159,633.97        | Q 19,594.03        | Q 2,892.20      | Q22,486.23         |
| 3                | Q 139,723.75        | Q 19,910.22        | Q 2,576.01      | Q22,486.23         |
| 4                | Q 119,492.24        | Q 20,231.51        | Q 2,254.72      | Q22,486.23         |
| 5                | Q 98,934.25         | Q 20,557.99        | Q 1,928.24      | Q22,486.23         |
| 6                | Q 78,044.52         | Q 20,889.73        | Q 1,596.50      | Q22,486.23         |
| 7                | Q 56,817.70         | Q 21,226.83        | Q 1,259.40      | Q22,486.23         |
| 8                | Q 35,248.33         | Q 21,569.36        | Q 916.87        | Q22,486.23         |
| 9                | Q 13,330.91         | Q 21,917.43        | Q 568.80        | Q22,486.23         |
| <b>10</b>        | <b>Q (8,940.20)</b> | <b>Q 22,271.11</b> | <b>Q 215.12</b> | <b>Q 22,486.23</b> |
| 11               | Q (31,570.70)       | Q 22,630.50        | Q (144.27)      | Q22,486.23         |
| 12               | Q (54,566.39)       | Q 22,995.69        | Q (509.46)      | Q22,486.23         |

**Fuente:** Elaboración propia, se cuenta con un flujo de efectivo de Q22,486.23 y los intereses son calculados sobre saldo, por consiguiente se tiene la capacidad de amortizar más de lo que puede ser la cuota de capital.

**Cuadro No. 42.** Línea de tiempo proyecto A.

(+)

↑

| PROYECTO A. CAMBIO DE 377 LUMINARIAS TIPO CANASTA CON LAMPARA DE SODIO 100 W de 240 V |              |              |              |              |              |             |             |             |             |             |             |             |             |            |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| Ingreso Mensual en ahorro adicional por las nuevas lámparas                           |              | Q 22,486.23  | Q 22,486.23  | Q 22,486.23  | Q 22,486.23  | Q22,486.23  | Q 22,486.23 | Q 22,486.23 | Q 22,486.23 | Q 22,486.23 | Q22,486.23  | Q22,486.23  | Q22,486.23  | Q22,486.23 |
| Meses   | 0            | 1            | 2            | 3            | 4            | 5           | 6           | 7           | 8           | 9           | 10          | 11          | 12          |            |
| Inversión Inicial y su recuperación mensual   | Q 198,510.86 | Q 179,228.00 | Q 159,633.97 | Q 139,723.75 | Q 119,492.24 | Q 98,934.25 | Q 78,044.52 | Q 56,817.69 | Q 35,248.33 | 13,330.90   | (8,940.21)  | -           | -           |            |
| Egresos   |              | -            | -            | -            | -            | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           |            |
| Abono capital considerando 12 meses. (deuda de Q198,510.86)                           |              | Q 19,282.86  | Q 19,594.03  | Q 19,910.22  | Q 20,231.51  | Q 20,557.99 | Q 20,889.73 | Q 21,226.83 | Q 21,569.36 | Q 21,917.43 | Q 22,271.11 | Q -         | Q -         |            |
| Interes s/saldos 19% anual (1.58% mensual)  |              | Q 3,203.37   | Q 2,892.20   | Q 2,576.01   | Q 2,254.72   | Q 1,928.24  | Q 1,596.50  | Q 1,259.40  | Q 916.87    | Q 568.80    | Q 215.12    | Q -         | Q -         |            |
| Efectivo final o neto   |              | Q -          | Q -          | Q (0.00)     | Q -          | Q (0.00)    | Q -         | Q (0.00)    | Q -         | Q -         | Q 8,940.21  | Q 22,486.23 | Q 22,486.23 |            |
| Acumulado   |              | Q -          | Q -          | Q -          | Q -          | Q (0.00)    | Q -         | Q (0.00)    | Q (0.00)    | Q -         | Q (0.00)    | Q 8,940.21  | Q 31,426.44 |            |
| Total del acumulado   |              | Q -          | Q -          | Q (0.00)     | Q -          | Q (0.00)    | Q -         | Q (0.00)    | Q (0.00)    | Q -         | Q 8,940.21  | Q 31,426.44 | Q 53,912.67 |            |

(-)

↓

**Fuente:** Elaboración propia.

En la presente tabla podemos observar que la inversión inicial de Q198,510.86 necesaria para hacer el cambio las lámparas de sodio con luminaria tipo canasta, el flujo de ingreso por concepto de ahorro energético será de Q22,486.23 (dejando las condiciones actuales que tienen la municipalidad en el cobro mensual) y con un financiamiento bancario a la tasa del 19% anual, la inversión se estaría recuperando en el mes 10 con un acumulado positivo de Q8,940.21 y al final del año se tendría un saldo positivo de Q53,912.67 después de haber cubierto la inversión, sin haber utilizado fondos propios. **Por el tiempo corto en recuperar la inversión éste proyecto es el más atractivo de los tres.**

### 8.5.7.2. Proyecto B. Luminarias tipo Cobra con lámparas de sodio 100 W

Financiamiento considerando la opción de Banco de Desarrollo Rural, S.A. (Banrural) con la tasa del 19%

**Cuadro No. 43.** Tabla de amortizaciones proyecto B.  
Capital de Q576,681.82, tasa de Interés del 19% anual para 36 meses con una cuota mensual de Q22,486.23

| Tiempo/<br>Meses | Saldo         | Capital     | Intereses  | Cuota       |
|------------------|---------------|-------------|------------|-------------|
|                  | Q 576,681.82  |             |            |             |
| 1                | Q 563,501.50  | Q 13,180.32 | Q 9,305.91 | Q 22,486.23 |
| 2                | Q 550,108.48  | Q 13,393.01 | Q 9,093.22 | Q 22,486.23 |
| 3                | Q 536,499.35  | Q 13,609.14 | Q 8,877.09 | Q 22,486.23 |
| 4                | Q 522,670.60  | Q 13,828.75 | Q 8,657.48 | Q 22,486.23 |
| 5                | Q 508,618.70  | Q 14,051.90 | Q 8,434.33 | Q 22,486.23 |
| 6                | Q 494,340.04  | Q 14,278.66 | Q 8,207.57 | Q 22,486.23 |
| 7                | Q 479,830.97  | Q 14,509.07 | Q 7,977.16 | Q 22,486.23 |
| 8                | Q 465,087.76  | Q 14,743.20 | Q 7,743.03 | Q 22,486.23 |
| 9                | Q 450,106.65  | Q 14,981.12 | Q 7,505.11 | Q 22,486.23 |
| 10               | Q 434,883.78  | Q 15,222.87 | Q 7,263.36 | Q 22,486.23 |
| 11               | Q 419,415.27  | Q 15,468.52 | Q 7,017.71 | Q 22,486.23 |
| 12               | Q 403,697.14  | Q 15,718.13 | Q 6,768.10 | Q 22,486.23 |
| 13               | Q 387,725.36  | Q 15,971.77 | Q 6,514.46 | Q 22,486.23 |
| 14               | Q 371,495.85  | Q 16,229.51 | Q 6,256.72 | Q 22,486.23 |
| 15               | Q 355,004.44  | Q 16,491.41 | Q 5,994.82 | Q 22,486.23 |
| 16               | Q 338,246.91  | Q 16,757.53 | Q 5,728.70 | Q 22,486.23 |
| 17               | Q 321,218.97  | Q 17,027.94 | Q 5,458.29 | Q 22,486.23 |
| 18               | Q 303,916.25  | Q 17,302.72 | Q 5,183.51 | Q 22,486.23 |
| 19               | Q 286,334.31  | Q 17,581.94 | Q 4,904.29 | Q 22,486.23 |
| 20               | Q 268,468.65  | Q 17,865.66 | Q 4,620.57 | Q 22,486.23 |
| 21               | Q 250,314.70  | Q 18,153.96 | Q 4,332.27 | Q 22,486.23 |
| 22               | Q 231,867.79  | Q 18,446.91 | Q 4,039.32 | Q 22,486.23 |
| 23               | Q 213,123.21  | Q 18,744.58 | Q 3,741.65 | Q 22,486.23 |
| 24               | Q 194,076.15  | Q 19,047.06 | Q 3,439.17 | Q 22,486.23 |
| 25               | Q 174,721.72  | Q 19,354.43 | Q 3,131.80 | Q 22,486.23 |
| 26               | Q 155,054.97  | Q 19,666.75 | Q 2,819.48 | Q 22,486.23 |
| 27               | Q 135,070.86  | Q 19,984.11 | Q 2,502.12 | Q 22,486.23 |
| 28               | Q 114,764.27  | Q 20,306.59 | Q 2,179.64 | Q 22,486.23 |
| 29               | Q 94,129.99   | Q 20,634.28 | Q 1,851.95 | Q 22,486.23 |
| 30               | Q 73,162.73   | Q 20,967.26 | Q 1,518.97 | Q 22,486.23 |
| 31               | Q 51,857.13   | Q 21,305.60 | Q 1,180.63 | Q 22,486.23 |
| 32               | Q 30,207.72   | Q 21,649.41 | Q 836.82   | Q 22,486.23 |
| 33               | Q 8,208.95    | Q 21,998.77 | Q 487.46   | Q 22,486.23 |
| 34               | Q (14,144.82) | Q 22,353.76 | Q 132.47   | Q 22,486.23 |
| 35               | Q (36,859.30) | Q 22,714.48 | Q (228.25) | Q 22,486.23 |
| 36               | Q (59,940.33) | Q 23,081.03 | Q (594.80) | Q 22,486.23 |

**Fuente:** Elaboración propia, se cuenta con un flujo de efectivo de Q22,486.23 y los intereses son calculados sobre saldo, por consiguiente se tiene la capacidad de amortizar más de lo que puede ser la cuota de capital.

**Cuadro No. 44.** Línea de tiempo Proyecto B.

(+)

**PROYECTO B. CAMBIO DE 377 LUMINARIAS TIPO COBRA CON LAMPARA DE SODIO 100 W de 240 V**

|   |                     |             |             |             |             |             |             |             |             |                    |                   |                   |            |            |
|---|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| Ingreso Mensual en ahorro adicional por las nuevas lámparas     |                     | Q 22,486.23 | Q 22,486.23 | Q 22,486.23 | Q 22,486.23 | Q22,486.23  | Q 22,486.23 | Q 22,486.23 | Q 22,486.23 | Q 22,486.23        | Q22,486.23        | Q22,486.23        | Q22,486.23 | Q22,486.23 |
| Semestres   | 0                   | 1           | 2           | 3           | 4           | 30          | 31          | 32          | 33          | 34                 | 35                | 36                | 37         |            |
| Inversión Inicial y su recuperación mensual                     | <b>Q 576,681.82</b> | Q563,501.50 | Q550,108.49 | Q536,499.35 | Q522,670.60 | Q 73,162.73 | Q 51,857.13 | Q 30,207.72 | Q 8,208.95  | <b>(14,144.81)</b> | -                 | -                 | -          |            |
| Egresos   |                     | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -                  | -                 | -                 | -          |            |
| Abono capital considerando 12 meses. (deuda de Q182,147.55 mil) |                     | Q 13,180.32 | Q 13,393.01 | Q 13,609.14 | Q 13,828.75 | Q20,967.26  | Q 21,305.60 | Q 21,649.41 | Q 21,998.77 | <b>Q 22,353.76</b> | Q -               | Q -               | Q -        |            |
| Interes s/saldos 19% anual (1.58% mensual)                      |                     | Q 9,305.91  | Q 9,093.22  | Q 8,877.09  | Q 8,657.48  | Q 1,518.97  | Q 1,180.63  | Q 836.82    | Q 487.46    | <b>Q 132.47</b>    | Q -               | Q -               | Q -        |            |
|   |                     |             |             |             |             |             |             |             |             |                    |                   |                   | Q -        |            |
| Efectivo final o neto Acumulado                                 |                     | Q -         | Q -         | Q -         | Q -         |             | Q -         | Q -         | Q -         | <b>Q 14,144.81</b> | Q22,486.23        | Q22,486.23        |            |            |
|   |                     | Q -         | Q -         | Q -         | Q -         |             | Q -         | Q -         | Q (0.00)    | <b>Q 0.00</b>      | Q14,144.81        | Q28,289.62        |            |            |
| Total del acumulado   |                     | Q -         | Q -         | Q -         | Q -         |             | Q -         | Q -         | Q (0.00)    | <b>Q 14,144.81</b> | <b>Q28,289.62</b> | <b>Q56,579.24</b> |            |            |

(-)

Fuente: Elaboración propia

**Para el proyecto B**, se necesita una inversión inicial de Q576,681.82, 290.50% más en relación al **proyecto A**. se necesitan 34 mes para poder recuperar la inversión debido que los flujos de ingresos mensual no cambian y la inversión es mayor, al final de 3 años se estaría teniendo un saldo positivo de Q56,579.24 sin haber utilizado fondos propios. **Es importante resaltar que mientras sea mayor el tiempo de recuperación, el riesgo aumenta, el presente proyecto se considera aceptable.**

### 8.5.7.3. Proyecto C. Luminarias tipo Cobra con lámparas LED 120 W

Financiamiento considerando la opción de Banco de Desarrollo Rural, S.A. (Banrural) con la tasa del 19%

**Cuadro No. 45.** Tabla de amortizaciones proyecto C.

Capital de Q1,082,169.08, tasa de Interés del 19% anual para 96 meses con una cuota mensual de Q22,894.87

| Tiempo/<br>Meses | Saldo          | Capital    | Intereses    | Cuota      |
|------------------|----------------|------------|--------------|------------|
|                  | Q1,082,169.08  |            |              |            |
| 1                | Q1,076,737.16  | Q 5,431.92 | Q 17,462.95  | Q22,894.87 |
| 2                | Q1,071,217.58  | Q 5,519.58 | Q 17,375.29  | Q22,894.87 |
| 3                | Q1,065,608.93  | Q 5,608.65 | Q 17,286.22  | Q22,894.87 |
| 4                | Q1,059,909.78  | Q 5,699.15 | Q 17,195.72  | Q22,894.87 |
| 5                | Q1,054,118.66  | Q 5,791.12 | Q 17,103.75  | Q22,894.87 |
| 6                | Q1,048,234.09  | Q 5,884.57 | Q 17,010.30  | Q22,894.87 |
| 7                | Q1,042,254.56  | Q 5,979.53 | Q 16,915.34  | Q22,894.87 |
| 8                | Q1,036,178.54  | Q 6,076.02 | Q 16,818.85  | Q22,894.87 |
| 9                | Q1,030,004.46  | Q 6,174.07 | Q 16,720.80  | Q22,894.87 |
| 10               | Q1,023,730.76  | Q 6,273.70 | Q 16,621.17  | Q22,894.87 |
| 11               | Q1,017,355.82  | Q 6,374.94 | Q 16,519.93  | Q22,894.87 |
| 12               | Q1,010,878.01  | Q 6,477.81 | Q 16,417.06  | Q22,894.87 |
| 13               | Q1,004,295.66  | Q 6,582.35 | Q 16,312.52  | Q22,894.87 |
| 14               | Q 997,607.10   | Q 6,688.56 | Q 16,206.31  | Q22,894.87 |
| 15               | Q 990,810.60   | Q 6,796.50 | Q 16,098.37  | Q22,894.87 |
| 16               | Q 983,904.43   | Q 6,906.17 | Q 15,988.70  | Q22,894.87 |
| 17               | Q 976,886.81   | Q 7,017.62 | Q 15,877.25  | Q22,894.87 |
| 18               | Q 969,755.95   | Q 7,130.86 | Q 15,764.01  | Q22,894.87 |
| 19               | Q 962,510.02   | Q 7,245.93 | Q 15,648.94  | Q22,894.87 |
| 20               | Q 955,147.16   | Q 7,362.86 | Q 15,532.01  | Q22,894.87 |
| 21               | Q 947,665.48   | Q 7,481.67 | Q 15,413.20  | Q22,894.87 |
| 22               | Q 940,063.08   | Q 7,602.41 | Q 15,292.46  | Q22,894.87 |
| 23               | Q 932,337.99   | Q 7,725.08 | Q 15,169.79  | Q22,894.87 |
| 24               | Q 924,488.25   | Q 7,849.74 | Q 15,045.13  | Q22,894.87 |
| 25               | Q 916,511.83   | Q 7,976.42 | Q 14,918.45  | Q22,894.87 |
| 26               | Q 908,406.70   | Q 8,105.13 | Q 14,789.74  | Q22,894.87 |
| 27               | Q 900,170.78   | Q 8,235.92 | Q 14,658.95  | Q22,894.87 |
| 28               | Q 891,801.95   | Q 8,368.83 | Q 14,526.04  | Q22,894.87 |
| 29               | Q 883,298.08   | Q 8,503.87 | Q 14,391.00  | Q22,894.87 |
| 30               | Q 874,656.98   | Q 8,641.10 | Q 14,253.77  | Q22,894.87 |
| 31               | Q 865,876.44   | Q 8,780.54 | Q 14,114.33  | Q22,894.87 |
| 32               | Q 856,954.20   | Q 8,922.23 | Q 13,972.64  | Q22,894.87 |
| 33               | Q 847,887.99   | Q 9,066.21 | Q 13,828.66  | Q22,894.87 |
| 34               | Q 838,675.48   | Q 9,212.51 | Q 13,682.36  | Q22,894.87 |
| 35               | Q 829,314.30   | Q 9,361.18 | Q 13,533.69  | Q22,894.87 |
| 36               | Q 819,802.07   | Q 9,512.24 | Q 13,382.63  | Q22,894.87 |
| 37               | Q 810,136.33   | Q 9,665.74 | Q 13,229.13  | Q22,894.87 |
| 38               | Q 800,314.62   | Q 9,821.71 | Q 13,073.16  | Q22,894.87 |
| 39               | Q 790,334.41   | Q 9,980.20 | Q 12,914.67  | Q22,894.87 |
| 40               | Q 780,193.16   | Q10,141.25 | Q 12,753.62  | Q22,894.87 |
| 41               | Q 769,888.26   | Q10,304.90 | Q 12,589.97  | Q22,894.87 |
| 42               | Q 759,417.06   | Q10,471.19 | Q 12,423.68  | Q22,894.87 |
| 43               | Q 748,776.90   | Q10,640.17 | Q 12,254.70  | Q22,894.87 |
| 44               | Q 737,965.03   | Q10,811.87 | Q 12,083.00  | Q22,894.87 |
| 45               | Q 726,978.69   | Q10,986.34 | Q 11,908.53  | Q22,894.87 |
| 46               | Q 715,815.07   | Q11,163.62 | Q 11,731.25  | Q22,894.87 |
| 47               | Q 704,471.29   | Q11,343.77 | Q 11,551.10  | Q22,894.87 |
| 48               | Q 692,944.47   | Q11,526.83 | Q 11,368.04  | Q22,894.87 |
| 49               | Q 681,231.63   | Q11,712.83 | Q 11,182.04  | Q22,894.87 |
| 50               | Q 669,329.79   | Q11,901.84 | Q 10,993.03  | Q22,894.87 |
| 51               | Q 657,235.88   | Q12,093.90 | Q 10,800.97  | Q22,894.87 |
| 52               | Q 644,946.82   | Q12,289.06 | Q 10,605.81  | Q22,894.87 |
| 53               | Q 632,459.45   | Q12,487.37 | Q 10,407.50  | Q22,894.87 |
| 54               | Q 619,770.57   | Q12,688.88 | Q 10,205.99  | Q22,894.87 |
| 55               | Q 606,876.93   | Q12,893.64 | Q 10,001.23  | Q22,894.87 |
| 56               | Q 593,775.22   | Q13,101.71 | Q 9,793.16   | Q22,894.87 |
| 57               | Q 580,462.09   | Q13,313.13 | Q 9,581.74   | Q22,894.87 |
| 58               | Q 566,934.13   | Q13,527.96 | Q 9,366.91   | Q22,894.87 |
| 59               | Q 553,187.87   | Q13,746.26 | Q 9,148.61   | Q22,894.87 |
| 60               | Q 539,219.79   | Q13,968.08 | Q 8,926.79   | Q22,894.87 |
| 61               | Q 525,026.30   | Q14,193.49 | Q 8,701.38   | Q22,894.87 |
| 62               | Q 510,603.77   | Q14,422.53 | Q 8,472.34   | Q22,894.87 |
| 63               | Q 495,948.51   | Q14,655.26 | Q 8,239.61   | Q22,894.87 |
| 64               | Q 481,056.75   | Q14,891.76 | Q 8,003.11   | Q22,894.87 |
| 65               | Q 465,924.69   | Q15,132.06 | Q 7,762.81   | Q22,894.87 |
| 66               | Q 450,548.44   | Q15,376.25 | Q 7,518.62   | Q22,894.87 |
| 67               | Q 434,924.06   | Q15,624.38 | Q 7,270.49   | Q22,894.87 |
| 68               | Q 419,047.55   | Q15,876.51 | Q 7,018.36   | Q22,894.87 |
| 69               | Q 402,914.85   | Q16,132.71 | Q 6,762.16   | Q22,894.87 |
| 70               | Q 386,521.81   | Q16,393.04 | Q 6,501.83   | Q22,894.87 |
| 71               | Q 369,864.24   | Q16,657.57 | Q 6,237.30   | Q22,894.87 |
| 72               | Q 352,937.86   | Q16,926.38 | Q 5,968.49   | Q22,894.87 |
| 73               | Q 335,738.35   | Q17,199.52 | Q 5,695.35   | Q22,894.87 |
| 74               | Q 318,261.28   | Q17,477.06 | Q 5,417.81   | Q22,894.87 |
| 75               | Q 300,502.19   | Q17,759.09 | Q 5,135.78   | Q22,894.87 |
| 76               | Q 282,456.52   | Q18,045.67 | Q 4,849.20   | Q22,894.87 |
| 77               | Q 264,119.64   | Q18,336.87 | Q 4,558.00   | Q22,894.87 |
| 78               | Q 245,486.87   | Q18,632.77 | Q 4,262.10   | Q22,894.87 |
| 79               | Q 226,553.42   | Q18,933.45 | Q 3,961.42   | Q22,894.87 |
| 80               | Q 207,314.44   | Q19,238.98 | Q 3,655.89   | Q22,894.87 |
| 81               | Q 187,765.00   | Q19,549.44 | Q 3,345.43   | Q22,894.87 |
| 82               | Q 167,900.09   | Q19,864.91 | Q 3,029.96   | Q22,894.87 |
| 83               | Q 147,714.62   | Q20,185.47 | Q 2,709.40   | Q22,894.87 |
| 84               | Q 127,203.42   | Q20,511.20 | Q 2,383.67   | Q22,894.87 |
| 85               | Q 106,361.23   | Q20,842.19 | Q 2,052.68   | Q22,894.87 |
| 86               | Q 85,182.71    | Q21,178.52 | Q 1,716.35   | Q22,894.87 |
| 87               | Q 63,662.43    | Q21,520.28 | Q 1,374.59   | Q22,894.87 |
| 88               | Q 41,794.88    | Q21,867.55 | Q 1,027.32   | Q22,894.87 |
| 89               | Q 19,574.45    | Q22,220.43 | Q 674.44     | Q22,894.87 |
| 90               | Q (3,004.54)   | Q22,579.00 | Q 315.87     | Q22,894.87 |
| 91               | Q (25,947.90)  | Q22,943.35 | Q (48.48)    | Q22,894.87 |
| 92               | Q (49,261.49)  | Q23,313.59 | Q (418.72)   | Q22,894.87 |
| 93               | Q (72,951.29)  | Q23,689.80 | Q (794.93)   | Q22,894.87 |
| 94               | Q (97,023.37)  | Q24,072.08 | Q (1,177.21) | Q22,894.87 |
| 95               | Q (121,483.91) | Q24,460.53 | Q (1,565.66) | Q22,894.87 |
| 96               | Q (146,339.16) | Q24,855.25 | Q (1,960.38) | Q22,894.87 |

**Fuente:** Elaboración propia, se cuenta con un flujo de efectivo de Q22,486.23 y los intereses son calculados sobre saldo, por consiguiente se tiene la capacidad de amortizar más de lo que puede ser la cuota de capital.



**Cuadro No. 46.** Línea de tiempo proyecto C.

(+)



**PROYECTO C. CAMBIO DE 377 LUMINARIAS TIPO COBRA CON LAMPARA LED 120 W de 240 V**

| Ingreso Mensual en ahorro adicional por las nuevas lámparas     |                       | Q 22,894.87 | Q 22,894.87 | Q 22,894.87 | Q 22,894.87 | Q22,894.87  | Q 22,894.87         | Q 22,894.87   | Q 22,894.87 | Q22,894.87 | Q22,894.87 | Q 22,894.87 | Q 22,894.87 |
|---|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|---------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|
| <b>Meses</b>  | <b>0</b>              | <b>1</b>    | <b>2</b>    | <b>3</b>    | <b>4</b>    | <b>89</b>   | <b>90</b>           | <b>91</b>     | <b>92</b>   | <b>93</b>  | <b>94</b>  | <b>95</b>   | <b>96</b>   |
| Inversión Inicial y su recuperación mensual                     | <b>Q 1,082,169.08</b> | Q986,492.22 | Q979,516.36 | Q972,427.94 | Q965,225.12 | Q 19,574.45 | <b>Q (3,004.55)</b> | Q (17,350.85) | Q -         | -          | -          | -           | -           |
| Egresos   |                       | -           | -           | -           | -           | -           | -                   | -             | -           | -          | -          | -           | -           |
| Abono capital considerando 36 meses. (deuda de Q531,905.53 mil) |                       | Q 5,431.92  | Q 5,519.58  | Q 5,608.65  | Q 5,699.15  | Q22,220.43  | <b>Q 22,579.00</b>  | Q 22,894.87   | Q 22,894.87 | Q22,894.87 | Q22,894.87 | Q 22,894.87 | Q 22,894.87 |
| Interes s/saldos 19% anual (1.58% mensual)                      |                       | Q 17,462.95 | Q 17,375.29 | Q 17,286.22 | Q 17,195.72 | Q 674.44    | <b>Q 315.87</b>     | Q -           | Q -         | Q -        | Q -        | Q -         | Q -         |
| Efectivo final o neto Acumulado                                 |                       | Q (0.00)    | Q (0.00)    | Q (0.00)    | Q (0.00)    |             | <b>Q 3,004.55</b>   | Q 22,894.87   | Q 22,894.87 | Q22,894.87 | Q22,894.87 | Q 22,894.87 | Q 22,894.87 |
| Total del acumulado   |                       | Q (0.00)    | Q (0.00)    | Q (0.00)    | Q (0.00)    |             | <b>Q 3,004.55</b>   | Q 25,899.42   | Q 48,794.29 | Q71,689.16 | Q94,584.03 | Q117,478.90 | Q140,373.77 |

(-)



**Fuente:** Elaboración propia

**El proyecto C**, presenta un tiempo mayor para recuperar la inversión de lo que anteriormente se estableció que debía ser de 4 años por aspectos técnicos, entre ellos la vida útil de la lámpara; en este caso se necesitan 90 meses (más de 7 años) para recuperar lo invertido lo que limitará una expansión a corto y mediano plazo. Los flujos de ingresos no cambian sustancialmente referente a los proyectos A y B, su diferencia es superada únicamente por Q408.64, el saldo positivo que se podría obtener a los 8 años es Q140,373.77. **Es importante resaltar que mientras sea mayor el tiempo de recuperación, el riesgo aumentará por lo que éste proyecto financieramente no es recomendable.**

### 8.5.8. Valor Presente Neto (VPN o VAN)

Técnica compleja del presupuesto de capital; se calcula restando la inversión inicial de un proyecto del valor presente de sus entradas de efectivo descontadas a una tasa equivalente al costo de capital de la empresa.

Criterios de decisión

Cuando el VPN se usa para tomar decisiones de aceptar o rechazar, los criterios de decisión son los siguientes:

- Si el VPN es *mayor que 0* quetzales, *aceptar* el proyecto.
- Si el VPN es *menor que 0* quetzales, *rechazar* el proyecto.<sup>35</sup>

**Cuadro No. 47.** Fórmula Valor Presente Neto.

|            |   |                                 |   |
|------------|---|---------------------------------|---|
| <b>P</b>   | = | <b>Inversión inicial</b>        |   |
| <b>FNE</b> | = | <b>Flujos de efectivo anual</b> | <b>VALOR PRESENTE NETO</b>                          |
| <b>i</b>   | = | <b>Tasa de interés</b>          | <b>VPN = - P + <math>\frac{FNE}{(1+i)^n}</math></b> |
| <b>n</b>   | = | <b>Tiempo en años</b>           |   |

**Fuente:** Formulación de Proyectos, Quinta Edición, Gabriel Baca Urbina (2006).

---

<sup>35</sup> Principios de Administración Financiera, Decimoprimer edición, Lawrence J. Gitman (2007)

**Cuadro No. 48.** Aplicación fórmula Valor Presente Neto.

$$\text{VALOR ACTUAL NETO (VPN)}$$

$$\text{VPN} = -P + \frac{\text{FNE}}{(1+i)} + \frac{\text{FNE}}{(1+i)^2} + \frac{\text{FNE}}{(1+i)^3} + \frac{\text{FNE}}{(1+i)^4}$$

**Fuente:** Formulación de Proyectos, Quinta Edición, Gabriel Baca Urbina (2006).

**Cuadro No. 49.** Resultado VAN, proyecto A.

**PROYECTO A**

|                           |            |            |       |       |       |
|---------------------------|------------|------------|-------|-------|-------|
| (P) = INVERSION           | Q          | 198,510.86 |       |       |       |
| TASA                      |            | 0.3019     |       |       |       |
| <b>FLUJOS DE EFECTIVO</b> |            |            |       |       |       |
|                           | FNE 1      | FNE 2      | FNE 3 | FNE 4 | FNE 5 |
| Q                         | 269,834.76 | Q -        | Q -   | Q -   | Q -   |

Q (198,510.86) Q 207,262.28 Q - Q - Q - Q - Q **8,751.42**

**VAN = Q 8,751.42**

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro No. 50.** Resultado VAN, proyecto B.

**PROYECTO B**

| (P) = INVERSION    | Q            | 576,681.82   |              |       |   |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|-------|---|
| TASA               |              | 0.3019       |              |       |   |
| FLUJOS DE EFECTIVO |              |              |              |       |   |
| FNE 1              | FNE 2        | FNE 3        | FNE 4        | FNE 5 |   |
| Q 269,834.76       | Q 269,834.76 | Q 269,834.76 | Q 269,834.76 | Q     | - |

Q (576,681.82) Q 207,262.28 Q 159,199.85 Q 122,282.70 Q 93,926.34 Q - Q **5,989.34**

VAN = Q **5,989.34**

---

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro No. 51.** Resultado VAN, proyecto C.

**PROYECTO C**

| (P) = INVERSION    | Q            | 1,082,169.08 |              |       |   |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|-------|---|
| TASA               |              | 0.3019       |              |       |   |
| FLUJOS DE EFECTIVO |              |              |              |       |   |
| FNE 1              | FNE 2        | FNE 3        | FNE 4        | FNE 5 |   |
| Q 274,738.44       | Q 274,738.44 | Q 274,738.44 | Q 274,738.44 | Q     | - |

Q (1,082,169.08) Q 211,028.83 Q 162,092.97 Q 124,504.93 Q 95,633.25 Q - Q **(488,909.10)**

VAN = Q **(488,909.10)**

---

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro No. 52.** Determinación del VAN, en los proyectos A,B y C.

| VALOR PRESENTE NETO (VPN) |        |                   |                   |                       |
|---------------------------|--------|-------------------|-------------------|-----------------------|
|                           |        | Proyecto A        | Proyecto B        | Proyecto C            |
| Costo del capital         | 30.19% |                   |                   |                       |
| Inversión inicial (FNE)   |        | Q (198,510.86)    | Q (576,681.82)    | Q (1,082,169.08)      |
| Años (n)                  |        |                   |                   |                       |
| 1                         |        | Q 207,262.28      | Q 207,262.28      | Q 211,028.83          |
| 2                         |        |                   | Q 159,199.85      | Q 162,092.97          |
| 3                         |        |                   | Q 122,282.70      | Q 124,504.93          |
| 4                         |        |                   | Q 93,926.34       | Q 95,633.25           |
| <b>VNP</b>                |        | <b>Q 8,751.42</b> | <b>Q 5,989.35</b> | <b>Q (488,909.10)</b> |

**Fuente:** Elaboración propia

En el condensado del cuadro No. 52 se puede observar que el Proyecto A es el más aceptable por tener una recuperación menor de 1 año y al final del mismo se tiene un saldo positivo de Q8,751.42 en contraste con el proyecto B, que su recuperación supera los tres años y al final del cuarto año su saldo es positivo de Q5,989.35; en el caso del proyecto C, su saldo al final de los 4 años es negativo en Q488,909.10, por lo que no es financieramente viable.

#### 8.5.9. Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

La tasa interna de rendimiento (TIR) es tal vez la técnica compleja del presupuesto de capital usada con mayor frecuencia. Sin embargo, es mucho más difícil calcularla manualmente que el VPN. La **tasa interna de rendimiento (TIR)** es la tasa de descuento que iguala el VPN de una oportunidad de inversión a “0” (debido a que el valor presente de las entradas de efectivo es igual a la inversión

inicial). Es la tasa de rendimiento anual compuesta que la empresa ganará si invierte en el proyecto y recibe las entradas de efectivo esperadas.<sup>36</sup>

Para encontrar la TIR, se trabaja a partir de prueba y error.

En términos generales

- Las inversiones más interesantes son aquellas que proporcionan mayor TIR.
- Si la TIR es inferior a la tasa de descuento de la empresa (o tasa de corte definida), la inversión debería ser desestimada.
- Si la TIR es superior a la tasa de descuento de la empresa (o tasa de corte definida), la inversión es factible.

Este método presenta más dificultades y es menos fiable por eso suele usarse como complementario al VAN.<sup>37</sup>

Su fórmula es similar a la del VAN, con la diferencia que debemos buscar la tasa de rendimiento de la inversión que coincida con el VAN.

**Cuadro No. 53.** Tasa Interna de Rendimiento.

|            |   |                                    |                                  |
|------------|---|------------------------------------|----------------------------------|
| <b>P</b>   | = | <b>Inversión inicial</b>           |                                  |
| <b>FNE</b> | = | <b>Flujos de efectivo anual</b>    |                                  |
| <b>i</b>   | = | <b>? Se busca a prueba y error</b> | <b>TIR</b>                       |
| <b>n</b>   | = | <b>Tiempo en años</b>              |                                  |
|            |   |                                    | $VPN = -P + \frac{FNE}{(1+i)^n}$ |

**Fuente:** Formulación de Proyectos, Quinta Edición, Gabriel Baca Urbina (2006).

<sup>36</sup> Principios de Administración Financiera, Decimoprimer edición, Lawrence J. Gitman (2007)

<sup>37</sup> Plannegocios.com

**Cuadro No. 54.** Resultado de TIR, proyecto A.

**PROYECTO A**

| (P) INVERSION      | Q 198,510.86 |       |       |       |
|--------------------|--------------|-------|-------|-------|
| TASA               | 0.359295     |       |       |       |
| FLUJOS DE EFECTIVO |              |       |       |       |
| FNE 1              | FNE 2        | FNE 3 | FNE 4 | FNE 5 |
| Q 269,834.76       | Q -          | Q -   | Q -   | Q -   |

$$P = Q 198,510.82 \quad Q \quad - \quad Q \quad - \quad Q \quad - \quad Q \quad - \quad Q 198,510.82$$

$$Q 198,510.86 \quad \text{IGUAL} \quad Q 198,510.82$$

|       |               |
|-------|---------------|
| TIR = | <b>35.93%</b> |
|-------|---------------|

---

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro No. 55.** Resultado de TIR, proyecto B.

**PROYECTO B**

| (P) INVERSION      | Q 576,681.82 |              |              |       |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|-------|
| TASA               | 0.308100     |              |              |       |
| FLUJOS DE EFECTIVO |              |              |              |       |
| FNE 1              | FNE 2        | FNE 3        | FNE 4        | FNE 5 |
| Q 269,834.76       | Q 269,834.76 | Q 269,834.76 | Q 269,834.76 | Q -   |

$$P = Q 206,279.92 \quad Q 157,694.30 \quad Q 120,552.18 \quad Q 92,158.23 \quad Q \quad - \quad Q 576,684.62$$

$$Q 576,681.82 \quad \text{IGUAL} \quad Q 576,684.62$$

|       |               |
|-------|---------------|
| TIR = | <b>30.81%</b> |
|-------|---------------|

---

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro No. 56.** Resultado de TIR, proyecto C.

**PROYECTO C**

|                    |               |              |              |       |
|--------------------|---------------|--------------|--------------|-------|
| (P) INVERSION      | Q1,082,169.08 |              |              |       |
| TASA               | 0.006200      |              |              |       |
| FLUJOS DE EFECTIVO |               |              |              |       |
| FNE 1              | FNE 2         | FNE 3        | FNE 4        | FNE 5 |
| Q 274,738.44       | Q 274,738.44  | Q 274,738.44 | Q 274,738.44 | Q -   |

$$P = Q 273,045.56 \quad Q 271,363.11 \quad Q 269,691.02 \quad Q 268,029.24 \quad Q - \quad Q 1,082,128.93$$

$$Q 1,082,169.08 \quad \text{IGUAL} \quad Q 1,082,128.93$$

|              |              |
|--------------|--------------|
| <b>TIR =</b> | <b>0.62%</b> |
|--------------|--------------|

---

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro No. 57.** Determinación de TIR, en los proyectos A, B y C.

| VALOR PRESENTE NETO (VPN) |        |                   |                   |                       |
|---------------------------|--------|-------------------|-------------------|-----------------------|
|                           |        | Proyecto A        | Proyecto B        | Proyecto C            |
| Costo del capital         | 30.19% |                   |                   |                       |
| Inversión inicial (FNE)   |        | Q (198,510.86)    | Q (576,681.82)    | Q (1,082,169.08)      |
| Años (n)                  |        |                   |                   |                       |
| 1                         |        | Q 207,262.28      | Q 207,262.28      | Q 211,028.83          |
| 2                         |        |                   | Q 159,199.85      | Q 162,092.97          |
| 3                         |        |                   | Q 122,282.70      | Q 124,504.93          |
| 4                         |        |                   | Q 93,926.34       | Q 95,633.25           |
| <b>VNP</b>                |        | <b>Q 8,751.42</b> | <b>Q 5,989.35</b> | <b>Q (488,909.10)</b> |
| <b>TIR</b>                |        | <b>35.93%</b>     | <b>30.81%</b>     | <b>0.62%</b>          |

---

**Fuente:** Elaboración propia

En el cuadro No. 57, consolidados los tres proyectos se puede observar que los proyectos A y B sobrepasan el porcentaje de inversión inicial que debía ser del 30.19% y de los dos **el mejor de los proyectos es el A, por ser el mayor**. En el caso del proyecto C, no alcanzó un porcentaje aceptable, por lo que debe ser desechado.



## 9. CONCLUSIONES

A continuación se presentan las conclusiones:

- Las lámparas de vapor de mercurio; es una tecnología obsoleta, ineficiente y de alto costo.
- Entre varias opciones, se encuentra disponible en el mercado lámparas de Sodio y Led, tecnologías de alta eficiencia y menor costo como alternativa de cambio al uso de lámpara de vapor de mercurio en el alumbrado público.
- Las lámparas Led de 120 W de 240 V (Proyecto C) es un tecnología más eficiente que las lámparas de sodio y mercurio, es de menor costo de funcionamiento que las lámparas de mercurio; sin embargo, la recuperación de la inversión supera los 7 años si se opta por financiamiento externo como podría ser un banco.
- Las lámparas de sodio de 100 W de 240 V, (Proyecto A ó B) es una tecnología más eficiente y menor costo de funcionamiento en relación a las lámparas de vapor de mercurio y la recuperación de la inversión es de 10 meses si la luminaria es tipo canasta (Proyecto A) o bien de 34 meses si la luminaria es tipo cobra (Proyecto B).

## 10. RECOMENDACIONES

A continuación se hacen las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda iniciar el cambio de lámparas de vapor de mercurio en el alumbrado público, por una tecnología que sea más eficiente en el flujo luminoso y que su funcionamiento sea económico.
- Para una mayor eficiencia y menor costo en el alumbrado público debido al uso de lámparas de vapor de mercurio, se sugiere hacer el cambio a nuevas tecnologías disponibles en el mercado.
- Si se opta por utilizar tecnología led, (Proyecto C) se recomienda utilizar el 100% del rubro de expansión y mantenimiento establecido por la municipalidad, de esta manera la recuperación de la inversión se reducirá a un menor tiempo.
- Las lámparas Led tipo cobra (Proyecto C) por su mayor eficiencia se recomienda utilizarlas en calzadas principales, de esa manera el número requerido será menor y su impacto financiero mínimo.
- Como primera opción se recomienda el Proyecto A, lámparas de sodio de 100W de 240V tipo canasta, por su eficiencia y corto tiempo para recuperar la inversión inicial.
- Como segunda opción se recomienda el Proyecto B, lámparas de sodio de 100W de 240V tipo cobra, por su eficiencia y expansión del flujo luminoso y su tiempo de recuperación de la inversión inicial.
- Como tercera opción, se recomienda los Proyectos A y B; es decir, lámparas de sodio de 100 W de 240 V, utilizando las lámparas tipo canasta

para los Barrios y tipo cobra para las calzadas principales de acceso al municipio. Su efecto económico será mínimo.

## 11. HALLAZGOS

Dentro de los hallazgos encontrados en la presente investigación se mencionan:

- De la cantidad de lámparas existentes en el área de estudio se contabilizaron 377 lámparas (100%) de las cuales el 14% corresponden a 52 luminarias con lámparas apagadas y el 11% corresponden a 41 luminarias y lámparas dañadas, quedando un 75% de lámparas útiles lo que hace que el servicio de iluminación del alumbrado público sea ineficiente indistintamente del uso de lámparas de vapor de mercurio.
- Del 14% que corresponde a 52 luminarias con lámparas apagadas contabilizadas en el área de estudio, la municipalidad tiene que desembolsar en pago a la empresa Energuate Q7,233.72 quetzales, indistintamente si éstas encienden o no.<sup>38</sup>
- De acuerdo a la existencia de 6,620 lámparas en el municipio de Coatepeque, la municipalidad mensualmente pierde Q61,667.95 quetzales por 3,417 usuarios que no hacen el pago del alumbrado público, éstos se encuentran ubicados en zonas conflictivas del área rural.<sup>39</sup>

---

<sup>38</sup> El valor es especulativo de acuerdo a datos obtenidos en Energuate, recibo de luz y forma de calcular el costo del alumbrado público.

<sup>39</sup> El valor es especulativo de acuerdo a datos obtenidos en Energuate, recibo de luz y forma de calcular el costo del alumbrado público.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

### 12.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baca Urbina, G. (2006). *Formulación de Proyectos*. (5ª ed.). México, D.F.: McGraw-Hill.

Kotler, P. y Armstrong, G. (1991). *Fundamentos de Mercadotecnia*. (2a ed.). México: Offset Libra.

Lawrence, J. G. (2007). *Principios de Administración Financiera*. (11ª ed.). México: Pearson Educación.

Levin, L. I. y Rubin, D. S. (2004). *Estadística para Administración y Economía*. (7ª ed.). México: Pearson Educación.

Lovelock, C., Reynoso, J., D'Andrea, G. y Huete, L. (2004). *Administración de Servicios, Estrategias de Marketing, Operaciones y Recursos Humanos*. México: Pearson Educación.

Spencer, M. H. (1993) *Economía Contemporánea*. (3ª ed.). Barcelona: Reverté.

Villatoro Hernández, D. A. (2012). *Estudio de eficiencia energética en el sistema de alumbrado público del poblado de Playa grande Ixcán, Quiché implementando tecnologías de ahorro y calidad de iluminación*. (Tesis de Ingeniería). Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Weiers, R. M. (1986). *Investigación de Mercados*. México: Centeno.

## 12.2. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA DE INSTITUCIONES

División de Malaria Región VI de Quetzaltenango. (2007). *Servicios Integrados de Salud*. (s.l.): (s.n.).

Instituto Nacional de Estadística. (2002). *Censo Nacional XI de Población y VI de Habitación*. [Guatemala]: Imprenta Oficial.

## 12.3. BIBLIOGRAFÍA DIGITAL

Atehortúa Hurtado, F. E., Bustamante Vélez, R. E. y Valencia de los Ríos, J. A., (2008). *Sistema de Gestión Integral: Una sola gestión, un solo equipo*. Recuperado de <https://books.google.com.gt/books?id=15nVyh1Fn6MC&pg=PA121&dq=definicion+de+alumbrado+p%C3%BAblico&hl=es-419&sa=X&ved=0CBgQ6AEwAWoVChMliY6T2suTxwIViTweCh0X3QbA#v=onepage&q&f=false>

Comisión Nacional de Energía Eléctrica, Departamento de Eficiencia Energética, División de Proyectos Estratégicos. (2013). *Alumbrado Público de Guatemala: Alternativas para el ahorro y la eficiencia*. Recuperado de <http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/Docs/Informe%20Tecnico%20Alternativas%20Alumbrado%20Publico%20Ene%202013.pdf>

Comisión Nacional de Energía Eléctrica. (s.f.). *Eventos 2015*. Recuperado de [http://www.cnee.gob.gt/wp?page\\_id=1768](http://www.cnee.gob.gt/wp?page_id=1768)

Comisión Nacional de Energía Eléctrica. (s.f.). *Ajuste tarifario para trimestre Noviembre 2015 a Enero 2016*. Recuperado de <http://www.cnee.gob.gt/wp/?p=2107>

Energuate. (2015). *Ineficiencia en alumbrado público incrementa costos*. Recuperado de [http://energuate.com/sites/default/files/cp1118032015\\_alumbrado\\_publico\\_perdidas.pdf](http://energuate.com/sites/default/files/cp1118032015_alumbrado_publico_perdidas.pdf)

- De la Paz Gómez, F., Sanhueza, P. y Díaz Castro, J. (2010). *Guía práctica para iluminación de exteriores: Alumbrado eficiente y control de la contaminación lumínica*. Tenerife-Antofagasta. Recuperado de [http://www.iac.es/adjuntos/otpc/opcc-otpc\\_guia.pdf](http://www.iac.es/adjuntos/otpc/opcc-otpc_guia.pdf)
- García T., C.E. (2011). *Manual de procedimientos correctivos y preventivos de Luminarias tipo exterior para bombillas hid de sodio y halogenuros Metálicos utilizadas en alumbrado público*. (Tesis en Tecnólogo en Electricidad). Universidad tecnológica de Pereira. Colombia. Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2571/1/62132G216.pdf>
- Luxlite. (s.f.). *Disminuya sus costos fijos de energía eléctrica con tecnología led*. Recuperado de [http://www.ecoluxlite.com/home/docs/img\\_pdf\\_web/brochure.php?producto=LED0316](http://www.ecoluxlite.com/home/docs/img_pdf_web/brochure.php?producto=LED0316)
- Martínez Domínguez, R. (2003). *Instalaciones Eléctricas de Alumbrado e Industriales*. (4ª ed.). España: Paraninfo. Recuperado de [https://books.google.com.gt/books?id=ZMcP1aKq5ksC&pg=PA48&dq=definicion+de+lampara&hl=es&sa=X&ved=0CBMQ6AEwAGoVChMlIdKB\\_tfOxwIVQpkeCh2kRwA7#v=onepage&q=definicion%20de%20lampara&f=false](https://books.google.com.gt/books?id=ZMcP1aKq5ksC&pg=PA48&dq=definicion+de+lampara&hl=es&sa=X&ved=0CBMQ6AEwAGoVChMlIdKB_tfOxwIVQpkeCh2kRwA7#v=onepage&q=definicion%20de%20lampara&f=false)
- Pantalla Led Internacional, (s.f.). *Watts vs lúmenes de Alumbrado Público e Iluminación Exterior e Interiores*. México. Recuperado de [http://www.pantallasled.com.mx/articulos/080220-lumenes-vs-watts-en-alumbrado-publico-y-interiores.html#lamparas\\_alumbrado\\_publico](http://www.pantallasled.com.mx/articulos/080220-lumenes-vs-watts-en-alumbrado-publico-y-interiores.html#lamparas_alumbrado_publico)
- Russel Bedford (2009) *Contador*. Recuperado de <http://es.thefreedictionary.com/contador>
- Unidad de Planeación Minero Energético, Ministerio de Minas y Energético. (2007). *Alumbrado Público Exterior: Guía didáctica para el buen uso de la energía*. Colombia. Recuperado de [http://www.upme.gov.co/Docs/Alumbrado\\_Publico.pdf](http://www.upme.gov.co/Docs/Alumbrado_Publico.pdf)

UPC. (s.f.). *Curso on-line de iluminación*. Recuperado de <http://grlum.dpe.upc.edu/manual/index2.php>

Wikipedia. (2015). *Lumen*. Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Lumen>

Wikipedia. (2016a). *Flujo luminoso*. Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Flujo\\_luminoso](https://es.wikipedia.org/wiki/Flujo_luminoso)

Wikipedia. (2016b). *Lámpara*. Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1mpara>

## 13. ANEXOS GRAFICAS Y FOTOGRAFIAS

### 13.1. Censo de Luminarias

El censo de luminarias y soportes fue levantado del 5 al 11 de octubre del 2,015, los resultados obtenidos del conteo de lámparas y el estado de las luminarias se presentan a continuación:

**Cuadro No. 58.** Conteo de lámparas de vapor de mercurio.

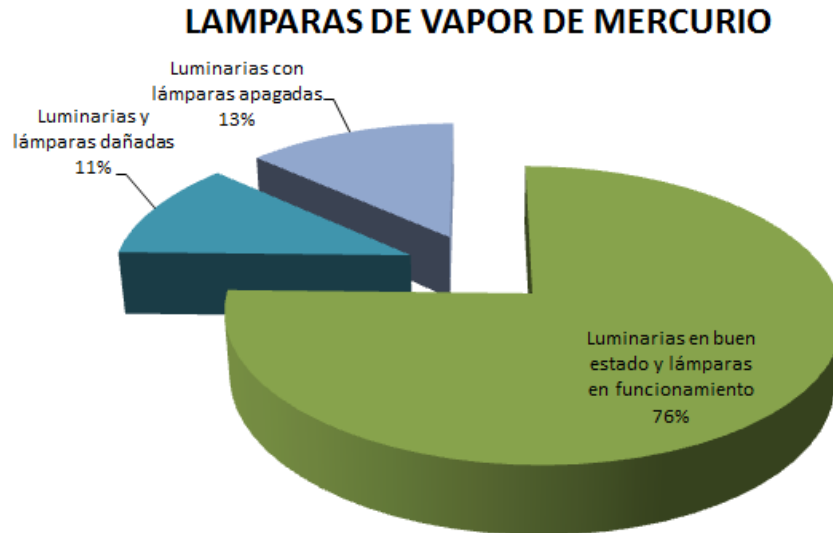
| <b>LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO</b>                   |            |
|--|------------|
| Luminarias en buen estado y lámparas en funcionamiento | 260        |
| Luminarias y lámparas dañadas                          | 39         |
| Luminarias con lámparas apagadas                       | 46         |
| <b>Total</b>   | <b>345</b> |

---

**Fuente:** Elaboración propia.



**Gráfica No. 1.** Cuento de lámparas de vapor de mercurio.



---

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro No. 59.** Interpretación de gráfica No. 1.

Existen en los Barrios Independencia, Batalla y Rosario 345 lámpara de vapor de mercurio, de las cuales el 76% están funcionando y el 24% se encuentran dañadas o apagadas. Esto provoca que el servicio del alumbrado público sea deficiente.

---

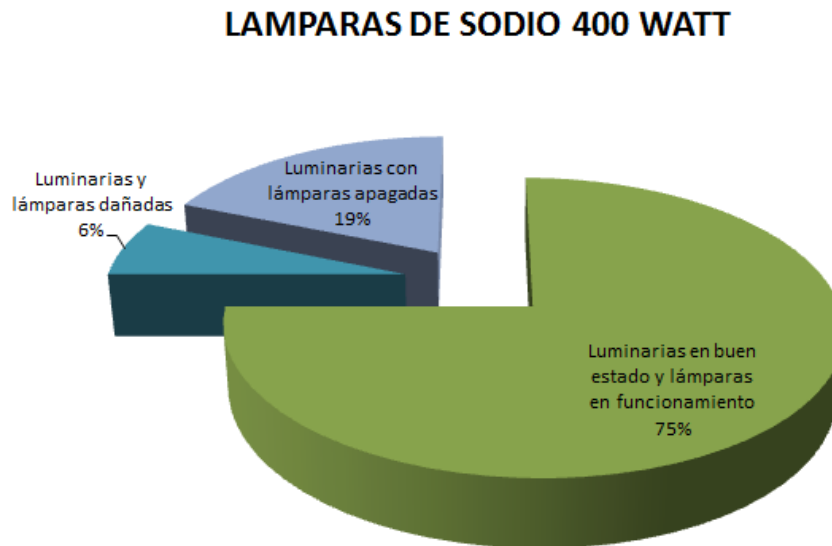
**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro No. 60.** Cuento de lámparas de sodio.

| <b>LAMPARAS DE SODIO 400 WATT</b>                      |           |
|--|-----------|
| Luminarias en buen estado y lámparas en funcionamiento | 24        |
| Luminarias y lámparas dañadas                          | 2         |
| Luminarias con lámparas apagadas                       | 6         |
| <b>Total</b>   | <b>32</b> |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfica No. 2.** Lámparas de sodio.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro No. 61.** Interpretación de gráfica No. 2

En el caso de las lámparas de sodio, presentan el mismo problema de mantenimiento, es decir que de 32 lámparas instaladas principalmente a lo largo de la sexta avenida, las que fueron sujetas de estudio fueron 32, de las cuales el 75% funcionan bien, pero el 25% se encuentra con el mismo problema que las lámparas de sodio con un 19% apagadas y 6% dañadas.

---

**Fuente:** Elaboración propia.

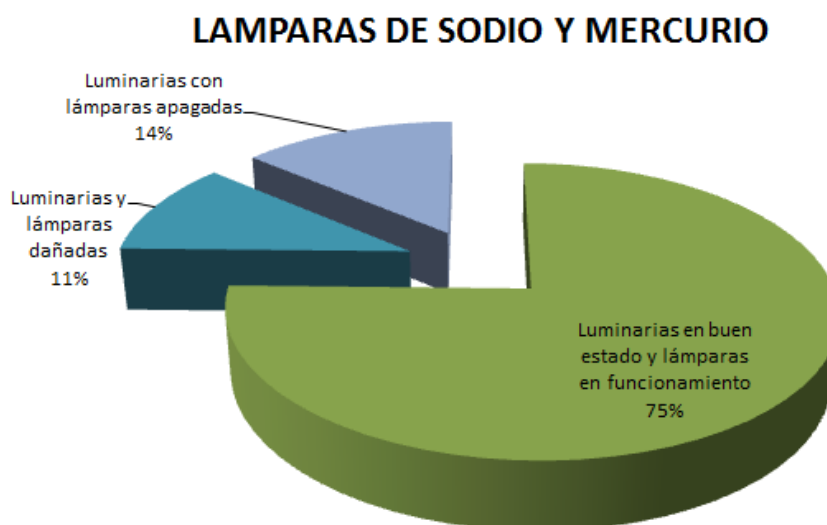
**Cuadro No. 62.** Unificación del conteo de las lámparas de mercurio y sodio.

| <b>UNIFICADAS</b>                                      |            |
|--|------------|
| Luminarias en buen estado y lámparas en funcionamiento | 284        |
| Luminarias y lámparas dañadas                          | 41         |
| Luminarias con lámparas apagadas                       | 52         |
| <b>Total</b>   | <b>377</b> |

---

**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfica No. 3.** Unificación del conteo de las lámparas de mercurio y sodio.



---

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro No. 63.** Interpretación de gráfica No. 3

El total de lámparas instaladas en los Barrios Independencia, Batalla y Jardín fue de 377 lámparas, de las cuales el 75% funcionan bien y se encuentran en buen estado; sin embargo, el 14% se encuentran apagadas y el 11% aunque funcionan sufren de algún daño que solamente es cuestión de tiempo para que también se apague, sumando de esa manera el 25% las lámparas que no están en buen estado.

---

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura No. 40** Luminarias en buen estado y lámparas en funcionamiento.



---

**Fuente:** 13 calle y 0 Av. Zona 1, Barrio Independencia.

**Figura No. 41** Luminarias y lámparas dañadas.



---

**Fuente:** 0 Av. Y 14 calle zona 1, Barrio Independencia.

**Figura No. 42** Luminarias con lámparas apagadas.



**Fuente:** 4ta Av y 1ra calle y 3ra calle del Barrio La Batalla.

### 13.2. Censo de Soportes

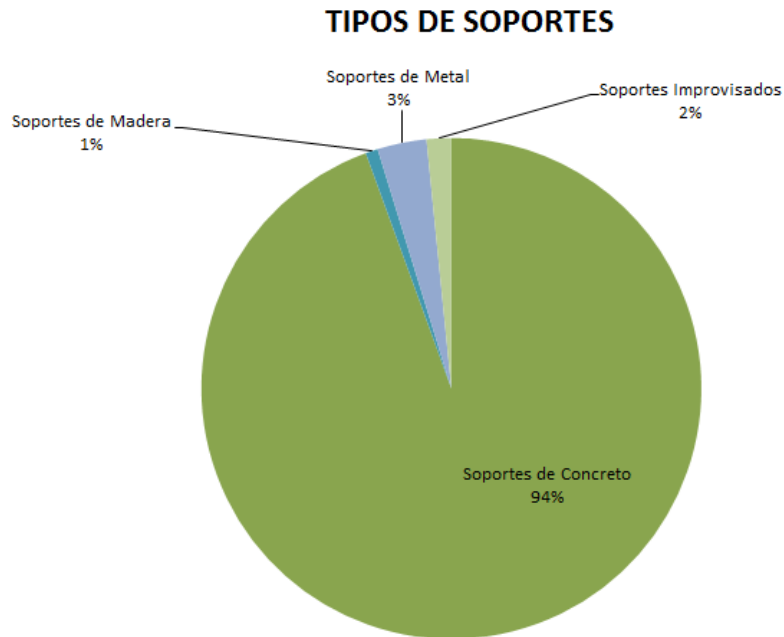
En la Ciudad de Coatepeque; se levantó un censo de soportes (postes) del 5 al 11 de octubre del 2015 y se consideraron aquellos que tenían una lámpara instalada, los resultados se presentan a continuación:

**Cuadro No. 64.** Tipo de soportes existentes en el municipio de Coatepeque.

| TIPOS DE SOPORTES     |            |
|-----------------------|------------|
| Soportes de Concreto  | 356        |
| Soportes de Madera    | 3          |
| Soportes de Metal     | 12         |
| Soportes Improvisados | 6          |
| <b>Total</b>          | <b>377</b> |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfica No. 4.** Tipos de soportes existentes en el municipio de Coatepeque.



---

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro No. 65.** Interpretación de gráfica No. 4.

Los soportes que están colocados en los Barrios Independencia, Rosario y Batalla, del 100% el 94% son de concreto equivalentes a 356 unidades esto ha permitido una duración importante; así mismo, escasamente existen de madera ya que solo el 1% que representan 3 unidades fueron vistos, en comparación con el 3% de soportes de metal correspondiendo a la cantidad de 12 unidades y 2% son soportes improvisados como tubos fundidos en concreto que corresponden a 6 unidades.

---

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura No. 43** Soportes de concreto y soportes de madera.



---

**Fuente:** "0" calle y 11 Av. zona 2 y 2 Av. 11 y 12 Calle zona 1.

**Figura No. 44** Soportes de metal y soportes improvisados.



---

**Fuente:** 3era Av y 12 Calle zona1; "0" calle final zona 2, 14 Calle entre "0" Av. y 1era Av. zona 1.



**Figura No. 45** Lugares donde no existen soportes ni lámpara.



---

**Fuente:** "0" Calle entre 1era y 2da Av. zona 2 y 3era Av. entre 11 y 12 Calle zona 1.