

**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DE CHARALÁ**

**LEYDI PAOLA ARENAS ARENAS  
YESID EDUARDO DIAZ ALDANA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA  
2020**

**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DE CHARALÁ**

**LEYDI PAOLA ARENAS ARENAS**

**YESID EDUARDO DIAZ ALDANA**

**Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Electricista**

Director:

**MANUEL JOSÉ ORTÍZ RANGEL**

**Ingeniero Electricista**

**Esp. ST&D, MIE**

Codirector:

**OSCAR ARNULFO QUIROGA QUIROGA**

**Ingeniero Electricista, PhD**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA**

**2020**

## **AGRADECIMIENTOS:**

*A mi familia en primera instancia por ser el apoyo incondicional e inculcarme siempre los valores que me caracterizan.*

*A mis hermanos por acompañarme siempre en los mejores y más difíciles momentos.*

*Al profesor Manuel José por su dirección, acompañamiento incondicional, por compartirnos sus conocimientos y apoyarnos a lo largo del desarrollo del presente trabajo de grado.*

*A la administración municipal de Charalá “el momento es ahora” por permitir el desarrollo en todos sus componentes de este proyecto.*

*Finalmente, agradezco a la Universidad Industrial de Santander “alma mater” por permitirme ser parte de su comunidad estudiantil.*

Leydi Paola Arenas Arenas.

*A Dios por permitirme llegar a este momento de la vida.*

*A mis padres y hermanos que me guiaron y orientaron en este proceso de formación por haber sido el motivo para seguir adelante.*

*Finalmente, agradezco a todas las personas a que me apoyaron durante el transcurso de la carrera y en el desarrollo de este proyecto.*

Yesid Eduardo Diaz Aldana

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	14
1. OBJETIVOS.....	16
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
2. CONSIDERACIONES GENERALES DEL SISTEMA .....	17
3. INFORMACIÓN DEL SISTEMA TÉCNICO FINANCIERO.....	23
3.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA TÉCNICO DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO .....	25
3.2 SITUACIÓN ACTUAL SISTEMA FINANCIERO DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO: .....	37
4. ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO .....	43
4.1 ALTERNATIVA 1:.....	43
4.2 ALTERNATIVA 2: .....	46
4.3 ALTERNATIVA 3: .....	49
4.4 ALTERNATIVA 4: .....	51
4.5 ALTERNATIVA 5: .....	53
5. CONCLUSIONES .....	55
BIBLIOGRAFÍA.....	57

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Estratificación y cantidad de usuarios urbanos.....	25
Tabla 2. Resumen de información casco urbano .....	34
Tabla 3. Resumen de información casco rural. ....	34
Tabla 4. Inventario.....	35
Tabla 5. Capacidad instalada en [kW].....	36
Tabla 6. Inventario total de capacidad instalada por parte del operador de red. .	36
Tabla 7. Impuesto de alumbrado público Charalá (estatuto de renta vigente). ...	37
Tabla 8. Contratos de mantenimiento por años.....	39
Tabla 9. Unitarios dispuestos en el contrato de mantenimiento del año 2019.....	40
Tabla 10. Unitarios dispuestos en contrato de mantenimiento del año 2017. ....	41
Tabla 11. Capacidad proyectada con luminarias LED sin expansión.....	49

## LISTA DE GRÁFICAS

	<b>Pag.</b>
Grafica 1. Levantamiento de información .....	26
Grafica 2. Porcentaje de cada tipo de daños con respecto al total de daños. ....	29
Grafica 3. Cantidad por tipo de referencia de luminarias en porcentaje. ....	30
Grafica 4. Estado técnico de las luminarias. ....	31

## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Puntos georreferenciados zona Charalá.....	28
Imagen 2. Puntos georreferenciados zona Riachuelo. ....	28
Imagen 3. Puntos georreferenciados zona caserío Virolín.....	29
Imagen 4. Luminaria alumbrando el techo de una residencia.....	31
Imagen 5. Brazo con longitud inadecuada.....	32
Imagen 6. Luminaria de ornamentación en muy mal estado en el parque de Riachelo.....	32
Imagen 7. Luminaria encendida en el día.....	32
Imagen 8. Luminaria sin difusor o vidrio reflector. ....	33
Imagen 9. Luminaria sin reflector exponiendo los componentes eléctricos. ....	33
Imagen 10. El soporte de la luminaria es inadecuado además está adherido a una vivienda.....	33
Imagen 11. El difusor de la luminaria está sucio .....	34
Imagen 12. Urbanizaciones Alejandría I y II, Brisas del Pienta.....	46
Imagen 13. Urbanización El Tejar.....	46
Imagen 14. Urbanización la quinta .....	47
Imagen 15. Urbanizaciones Santa María I y II. ....	47

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pag</b>
Figura 1. Características del sistema actual de alumbrado.....	20
Figura 2. Gestión actual del servicio de alumbrado público .....	21
Figura 3. Línea de tiempo. Políticas colombianas.....	22
Figura 4. Disposición unilateral de luminarias.....	35
Figura 5. Aspectos financieros del sistema de alumbrado público.....	37
Figura 6. Diagrama de porcentajes de costos fijos del modelo.....	38
Figura 7. Sistema actualizado con la información del levantamiento técnico....	44
Figura 8. Sistema actualizado con la información de la expansión.....	48
Figura 9. Sistema de gestión del servicio con modernización a LED.....	50
Figura 10. Sistema de Alumbrado Público teniendo en cuenta la expansión y modernización.....	52

## RESUMEN

**Título:** Análisis del sistema de alumbrado de público de Charalá\*.

**Autores:** Leydi Paola Arenas Arenas y Yesid Eduardo Diaz Aldana\*\*

**Palabras Claves:** Alumbrado público, gestión, operación, mantenimiento, eficiencia, expansión.

**Descripción:**

Este documento presenta el análisis<sup>1</sup> del sistema de alumbrado público del municipio de Charalá del departamento de Santander, presentado como primera parte la historia del alumbrado público en Colombia, todas las leyes y normativas que lo precedieron y están actualmente vigentes, mostrando la situación actual en la que se encuentra el sistema de alumbrado público de Charalá, presentando un enfoque en el análisis corresponde al mecanismo con el cual, el alumbrado público del municipio está realizando las transacciones económicas con la empresa recaudadora del impuesto de alumbrado público, además presenta la remuneración de los activos mediante el contrato de condiciones uniformes, el aforo y la tarifa vigente de la energía eléctrica, realizando la clasificación respectiva de los componentes financieros presentes en el modelo.

Finalmente se exponen alternativas de mejoramiento del sistema, las cuales son: la actualización de datos y la implementación de un sistema de información de alumbrado público, expansión del sistema con luminarias de la misma tecnología instalada actualmente, modernización de todas las luminarias del municipio con tecnología LED, modernización y expansión con tecnología LED.

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Mecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director: MIE Manuel José Ortiz Rangel y Codirector: PhD Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga.

---

<sup>1</sup> Se refiere como análisis del sistema técnico financiero a las condiciones que este momento se encuentran vigentes en la gestión del servicio; en cuanto al aforo de carga con el operador de red, al costo que se genera por mantenimiento y recaudo por impuesto de alumbrado público.

## ABSTRACT

**Title:** Analysis of the Charalá street lighting system\*.

**Authors:** Leydi Paola Arenas Arenas y Yesid Eduardo Diaz Aldana\*\*

**Keywords:** Street lighting, management, operation, maintenance, efficiency, expansion.

**Description:**

This document presents the analysis<sup>2</sup> of the public lighting system of the municipality of Charalá of the department of Santander, presented as the first part the history of public lighting in Colombia, all the laws and regulations that preceded it and are currently in force, showing the current situation in which the public lighting system of Charalá is located presenting an approach in the analysis corresponding to the mechanism by which, the public lighting of the municipality is carrying out economic transactions with the company in charge of collecting the public lighting tax. In addition, it also presents the remuneration of the assets through the contract of uniform conditions, the capacity and the current rate of electricity, making the respective classification of the financial components present in the model.

Finally, alternatives of improvement of the system are exposed, which are: the updating of data and the implementation of a public lighting information system, the expansion of the system with luminaires of the same technology currently installed, the modernization of all the luminaires of the municipality with LED technology, the modernization and the expansion with LED technology.

\* Degree work

\*\* Faculty of mechanical-physical engineering / School of electrical, electronic and telecommunications engineering. Director: MIE Manuel José Ortiz Rangel and Co-director: PhD Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga.

---

<sup>2</sup> It refers as an analysis of the technical financial system to the conditions that are currently in force in the management of the service; in terms of the load capacity with the network operator, to the cost that is generated by maintenance and collection by public lighting tax.

## INTRODUCCIÓN

El alumbrado público, es un servicio público no domiciliario<sup>3</sup> cuyo propósito principal es garantizar los niveles apropiados de iluminación, para brindar seguridad y bienestar a los usuarios como peatones y conductores, en los espacios públicos de las áreas urbanas y rurales.

Este servicio puede ser gestionado directamente por los entes municipales o por una empresa mediante la modalidad de concesión, acorde con lo que establece la ley 2424 de 2006, los cuales son responsables de la gestión administrativa, la operación y el mantenimiento; de cualquier manera, dichas actividades que deben tener consistencia dentro del marco legal, normativo y reglamentario colombiano.

Para garantizar la gestión del sistema técnico financiero de alumbrado en cuanto a las actividades de administración, operación y mantenimiento; se requiere mantener actualizada la información técnica del parque lumínico y la relacionada al estado de operación de los componentes del sistema, además de mantener actualizada la georreferenciación de las luminarias, los reportes de daños y la identificación de las zonas con ausencia o escasa iluminación. En cuanto al componente financiero, se contempla el análisis de los componentes como recaudo por concepto del impuesto de alumbrado público, la evolución de las tarifas, las inversiones, los costos de operación y mantenimiento, así como los estados financieros. Asimismo, se debe verificar y ajustar la forma del modelo de gestión técnica financiera que involucra el análisis de los mecanismos legales de interacción actores privados y públicos, como el operador de red y los entes municipales involucrados como la secretaria de educación y la oficina de alumbrado público.

---

<sup>3</sup> Decreto 2424 de 2006. Por el cual se regula la prestación del servicio público, [<http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1449077>]

Este documento expone las actividades realizadas correspondientes a la actualización del inventario base para la verificación de las variables del sistema de gestión, así como el análisis de la situación contractual entre el operador de red y el municipio, en función del análisis de las condiciones actuales del sistema de gestión técnica y financiera, se realiza la identificación de las oportunidades de mejoramiento derivadas de la actualización de las condiciones y la proyección financiera que se puede lograr mediante la actualización del parque lumínico con tecnología LED y la identificación de otras oportunidades de mejoramiento en cuanto a la cobertura del servicio, la gestión administrativa del contrato y la gestión operativa y de mantenimiento del sistema de alumbrado público.

Este documento se encuentra estructurado en seis (6) capítulos, el primero expone los objetivos del proyecto estructurados para el desarrollado del respectivo análisis. El segundo comprende las consideraciones generales de la gestión actual del sistema de alumbrado público. El tercer capítulo la comparación de las condiciones contractuales y reales del sistema de gestión técnico y financiera de alumbrado público. Se incluyen dentro del análisis comparativo. Se incluyen dentro del análisis comparativo la actualización del inventario de luminarias, de la carga instalada y el estado de funcionamiento del parque lumínico. El capítulo cuarto presenta las alternativas de mejoramiento con respecto a los datos y el levantamiento de información recopilada y analizada. El quinto capítulo presenta las conclusiones y sugerencias y el sexto capítulo involucra las referencias utilizadas para la elaboración del documento.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar el sistema técnico financiero de alumbrado público de un municipio en Santander no concesionado para la determinación de alternativas de gestión administrativa, de operación, mantenimiento y repotenciación.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

El cumplimiento del objetivo general del trabajo de grado comprende:

- Conocer en detalle el sistema de gestión administrativa, operación y mantenimiento de alumbrado público de un municipio no concesionado, teniendo en cuenta la información legal, reglamentaria, técnica y normativa.
- Actualizar el inventario del parque lumínico del casco urbano y veredas teniendo en cuenta las características del sistema de alumbrado público además de las zonas que carecen de iluminación.
- Proponer oportunidades de mejoramiento administrativo, operativo y de mantenimiento (AOM) del sistema de alumbrado público en pro de la expansión, modernización e inclusión de nuevas tecnologías.
- Socializar las alternativas de mejoramiento de la operación, mejoramiento y/o expansión con la administración local.

## 2. CONSIDERACIONES GENERALES DEL SISTEMA

El invento de la bombilla por Thomas Alva Edison en 1882, fue el suceso que cambió significativamente la prestación del servicio de alumbrado, permitiendo de la migración de los sistemas basados en isopos combustibles o gas a sistemas de iluminación con alimentación basados en energía eléctrica, más eficientes y seguros<sup>4</sup>. En Colombia, dos años después del descubrimiento de la bombilla eléctrica, por primera vez focos con bujías<sup>5</sup>.

La energía eléctrica se ha constituido en un servicio público esencial para la sociedad y en la medida que se logra ampliar su cobertura, se fortalecen aspectos como la seguridad de las vías y las actividades nocturnas en las áreas pobladas, en este sentido la iluminación de vías y senderos justifican en gran medida la logística y las inversiones de las administraciones locales en los sistemas de alumbrado público.

En Colombia, fue establecido el impuesto de alumbrado público a principios del siglo XX, con la ley 97 de 1913 <sup>6</sup>, la cual autorizó a ciertos Concejos municipales establecer un impuesto para recaudar y asumir los gastos provenientes del sistema de alumbrado público y para lograr sistemas financieramente sostenibles.

Aunque es bastante incierta la fecha exacta en que llegó la energía al Municipio, se estima que fue años posteriores a la construcción de la planta hidroeléctrica en “Chitota” en 1891, con la que se energizó a la ciudad de Bucaramanga<sup>7</sup>. El servicio de alumbrado público a lo largo de los años ha procurado su actualización hacia

---

<sup>4</sup> Unidad Administrativa de Servicios Públicos UAESP. Available <http://www.uaesp.gov.co/content/historia-del-alumbrado-publico-bogota>.

<sup>5</sup> La patria.com: <https://www.lapatria.com/ciencias/un-poco-de-historia-sobre-el-alumbrado-publico-en-colombia-278124>

<sup>6</sup> Decreto 1073 de 2015. Sector de minas y energía. Última modificación 13 de marzo de 2020. [<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77887>]

<sup>7</sup> La patria.com: <https://www.lapatria.com/ciencias/un-poco-de-historia-sobre-el-alumbrado-publico-en-colombia-278124>

nuevas tecnologías, iniciando con lámparas de bujías, pasando por bombillas de mercurio y actualmente en su mayoría, lámparas de sodio, con la expectativa de lograr en el corto plazo la implementación de un sistema moderno y eficiente, como la tecnología LED y solar fotovoltaica.

Charalá, es uno de los 87 municipios que conforman el Departamento de Santander, cuenta con gran historia colonial, y se precia de ser cuna de héroes de la independencia de Colombia. La ley 1644 de 2013<sup>8</sup> declaró al municipio de Charalá, como patrimonio histórico y cultural de la nación. Como resultado de este reconocimiento la gobernación de Santander ha decidido financiar la construcción de un parque temático cultural en este municipio, lo cual supone una proyección del crecimiento económico, cultural y turístico de la región. Teniendo en cuenta esta expectativa, la administración local ha considerado de gran importancia adelantar acciones que garanticen la seguridad de los residentes y visitantes del municipio. Uno de los bastiones importantes de la propuesta de gobierno de la administración actual comprende "trabajar por el fortalecimiento del ornato y patrimonio arquitectónico e histórico del municipio" para "convertir a Charalá en destino para el turismo histórico y cultural", adicionalmente el plan de gobierno incluye "desarrollar programas de mejoramiento y construcción de viviendas en el área urbana y rural", y finalmente este plan hace especial énfasis en "garantizar el servicio de electrificación rural aumentando la cobertura, la calidad y la prestación de los servicios públicos". por lo anterior, la administración municipal liderada por el alcalde Edilson Arenas solicitó la participación de la UIS en un proyecto de investigación que permitiera un diagnóstico y la identificación de las oportunidades de mejoramiento del sistema de gestión técnica y financiera según las condiciones contractuales vigentes con la electrificadora de Santander y según la información del inventario de luminarias, el recaudo del impuesto de alumbrado y el cobro ocasionado por el consumo energético del sistema.

---

<sup>8</sup> Ley 1644 de 2013, por la cual la Nación declara Patrimonio Histórico y Cultural de la Nación al municipio de Charalá del departamento de Santander

El Municipio de Charalá, adjudicó por un término de 20 años un contrato de concesión del sistema de alumbrado público a partir del 01 de agosto de 2007<sup>9</sup>, el servicio de alumbrado público, con la empresa “Unión Temporal de Alumbrado Público Charalá”. Este asunto mediante contrato identificado con número SPP 001, sin embargo, debido a los incumplimientos del concesionario, 6 meses después de la fecha formalización, se decidió de manera bilateral dar por terminado dicho contrato. En la actualidad el mantenimiento del sistema de alumbrado público se ha prestado mediante la suscripción de contratos<sup>10</sup> de obra y de contratos de prestación de servicios, de suministro de materiales y repuestos necesarios para el mantenimiento del servicio de alumbrado público.

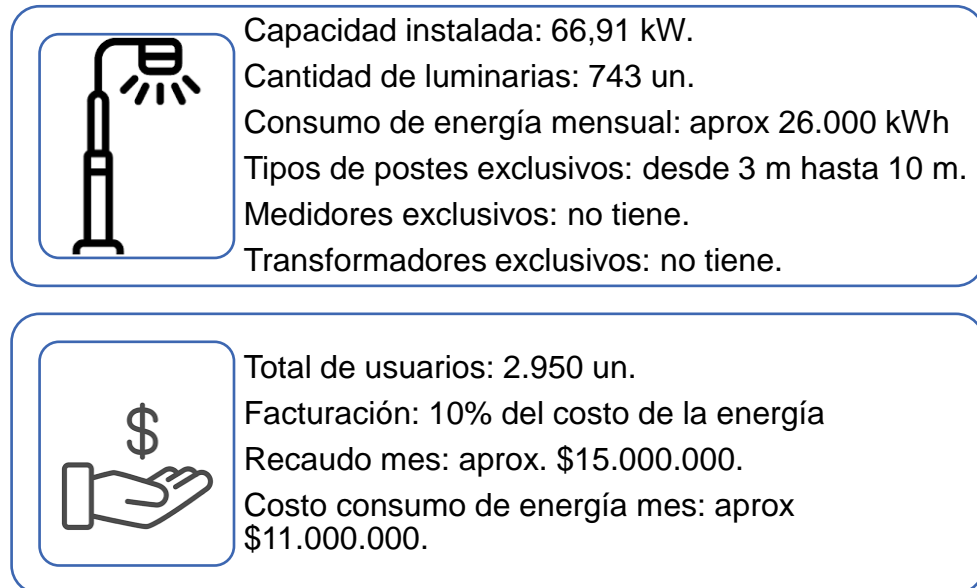
El sistema de alumbrado público cuenta con un inventario predominante de luminarias con tecnología de sodio. Sin embargo, se debe tener en consideración que la principal fuente de financiamiento para el respectivo mantenimiento es el impuesto de alumbrado público el cual se sustenta en los artículos 349, 350 y 353 de la Ley 1819 de 2016, el cual para el municipio de Charalá corresponde a un 10% del consumo correspondiente de energía eléctrica residencial y comercial de los usuarios aclarando que el sector rural está excepto de dicho pago lo cual trae como efecto al campo de inversión del sistema de alumbrado público que el recaudo en promedio no supere los 40 millones de pesos anuales, significando todo lo anterior que la administración municipal deba recurrir al fondo del sistema general de participaciones en sus siglas identificado como SGP – otros sectores para garantizar la prestación del servicio del cual se destina en promedio un valor entre 80 a 100 millones de pesos concluyéndose que el servicio de alumbrado público no es autosostenible, teniendo en cuenta todo lo anterior el modelo funciona con las siguientes características:

---

<sup>9</sup> Contrato de concesión: ANEXO\_4\_Contratación\_Mantenimiento

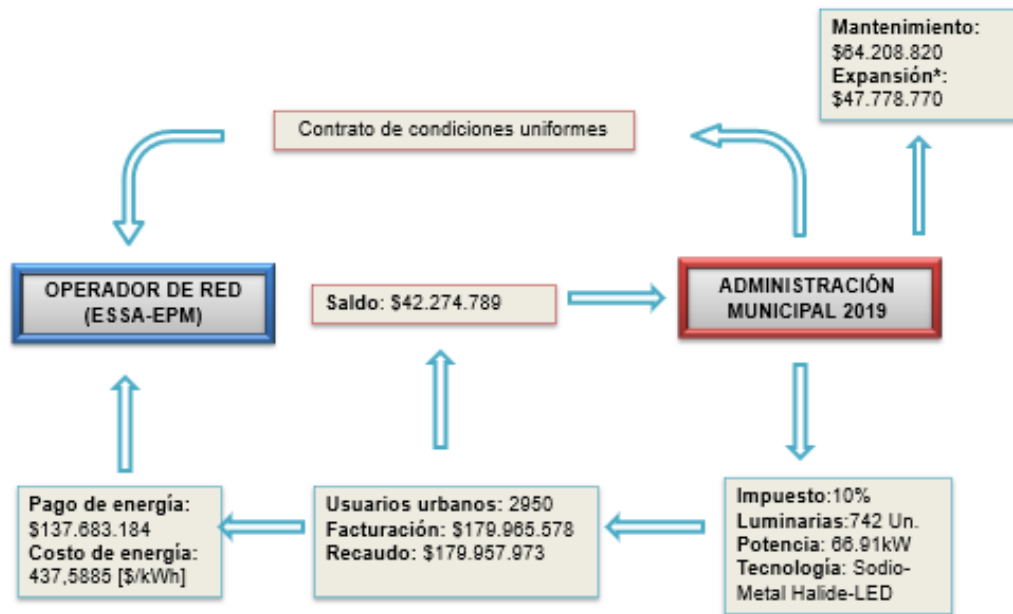
<sup>10</sup> anexo\_4\_Contratación\_Mantenimiento

Figura 1. Características del sistema actual de alumbrado.



En base a toda información, identificando como actores principales al operador de red y la administración municipal, se realizó sistema de referencia de gestión actual del municipio de Charalá.

Figura 2. Gestión actual del servicio de alumbrado público



A continuación, se presenta una infografía de la línea de tiempo reglamentaria, normativa y legal vigentes e Colombia en el servicio de alumbrado público, consignando las leyes que lo definen, además de los decretos y regulaciones que los reglamentan, en manera de resumen se presenta el documento tomado como base. [anexo\_1\_políticas colombianas]

Figura 3. Línea de tiempo. Políticas colombianas



### 3. INFORMACIÓN DEL SISTEMA TÉCNICO FINANCIERO

En este capítulo se exponen los aspectos técnicos financieros del sistema de alumbrado público del municipio. El municipio que cuenta con 12.270 habitantes, divididos entre la zona urbana y zona rural. Charalá es cabecera municipal responsable de un corregimiento y un caserío; Riachuelo y Virolín respectivamente, en los cuales hay cobertura del sistema de alumbrado público.

Para conocer el estado actual del sistema técnico financiero, se realizó una solicitud a la información técnica financiera del servicio de alumbrado público del municipio de Charalá, y documentar las condiciones bajo las cuales se desarrolla la dinámica contractual y operativa del servicio, e identificar los actores principales de esta gestión.

Por tratarse de un sistema no concesionado, el municipio es el responsable de la operación, la administración y el mantenimiento del sistema según el decreto 2424 de 2006<sup>11</sup>. A continuación, se relaciona la información solicitada:

- a) Plano urbanístico del municipio.
- b) Plano de ubicación de luminarias instaladas en el municipio.
- c) Base de datos técnica con el inventario de las luminarias.
- d) Contrato de condiciones uniformes del municipio con el operador de red.
- e) Fichas técnicas de los diversos tipos de luminarias.
- f) Estado de facturación del comercializador de energía eléctrica.
- g) Estatuto tributario del municipio, en el cual se establece el porcentaje de tributo para el sistema de alumbrado público.

---

<sup>11</sup> Decreto 2424 de 18 de junio de 2006, Mediante esta ley se establecen las definiciones y responsabilidades correspondientes al servicio de alumbrado público.

- h) Censo actualizado de habitantes del municipio con el servicio de energía urbano y rural.

En respuesta de solicitud de acceso la se suministró la siguiente información:

- ✓ Planos urbanísticos.
- ✓ Contrato de condiciones uniformes con el operador de red.
- ✓ Estado de facturación mes a mes del año 2019.
- ✓ Acuerdo municipal y estatuto de renta vigente para el sistema de alumbrado público.
- ✓ Censo actualizado de habitantes, generado de la página oficial del DANE.
- ✓ Decreto presupuestal número 200-008-112 de 2019, para el año 2020.

Como resultado de la información disponible, se evidenció que el municipio no cuenta con el inventario detallado del componente técnico, el cual es necesario para evaluar el sistema, es decir que el municipio no tiene certeza de la cantidad y tipo de luminarias instaladas.

Adicionalmente, por medio del municipio se solicitó a la Electrificadora de Santander S.A. El comportamiento histórico de facturación y recaudo del impuesto de alumbrado público además fue solicitado, la siguiente información:

- a) Cantidad de usuarios de energía eléctrica, discriminando aquellos a los que se les aplica impuesto de alumbrado público y aquellos que no se les aplica.
- b) Tipos de apoyo usados para la instalación exclusiva de luminarias de alumbrado público.
- c) Inventario de las luminarias del sistema de alumbrado público para el cálculo del aforo de carga.
- d) Capacidad instalada en kilovatio (kW) del sistema de alumbrado público.

- e) Propiedades de los transformadores destinados sólo para alumbrado público (si los hay).
- f) Medidores destinados para el sistema de alumbrado público (si los hay).

Esta información se requiere para identificar el estado actual del sistema técnico financiero, en cuanto a las condiciones del contrato por aforo presente entre el municipio y la empresa Electrificadora de Santander S.A., asimismo, permite identificar la capacidad instalada, para efectos del costo del consumo de energía del sistema y el número de usuarios que se constituyen el hecho generador del impuesto de alumbrado público. (ver tabla 1).

Tabla 1. Estratificación y cantidad de usuarios urbanos.

USUARIO	ESTRATO	CANTIDAD
<b>RESIDENCIALES</b>	Bajo-bajo	62
	Bajo	1120
	Medio-bajo	1392
	Medio	1
<b>COMERCIAL</b>	--	312
<b>INDUSTRIAL</b>	--	37
<b>OFICIAL</b>	--	26

Fuente: [ANEXO\_/ CHARALA ALU\_FACREC16032020193012LDIAZ16032020193021]

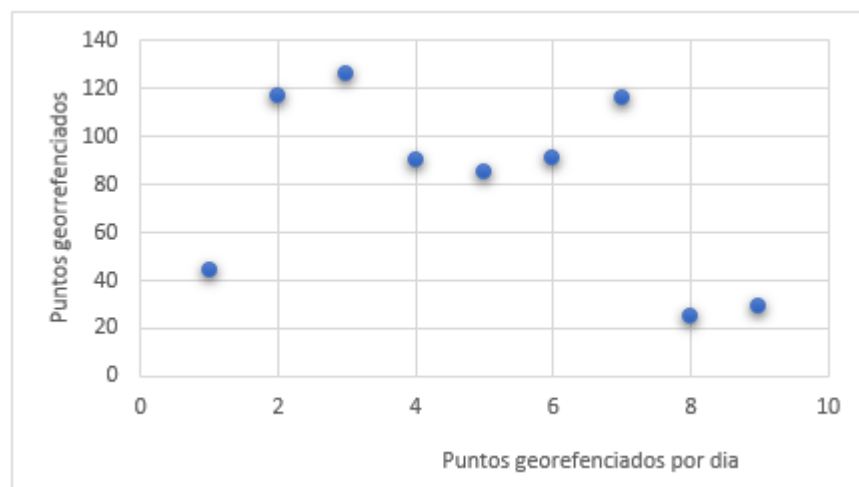
### 3.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA TÉCNICO DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO

Con el fin de comprobar las variables del componente técnico del sistema del en cuanto a la capacidad instalada, se realizó el levantamiento de la información correspondiente al estado actual del inventario del sistema de alumbrado público, actualizando y verificando la información de los activos eléctricos y no eléctricos. De acuerdo a la solicitud otorgada, el municipio concedió el respectivo de manera personal un permiso registrado en el acta N°3 [ANEXO\_8\_Actas\_de\_Reuniones].

Se implementó un registro en una hoja de cálculo presente en el anexo\_6<sup>12</sup>, para recopilar la información de la infraestructura y las características como: tipo de bombilla, potencia, accesorios y el estado de la luminaria y realizar la respectiva georreferenciación de manera organizada de todo el parque lumínico del municipio.

La gráfica 1 muestra los puntos georreferenciados por día, desde el 17 al 27 de febrero del 2020. Esta gráfica no muestra un comportamiento constante, por causa de condiciones climáticas que impedían la realización de la labor de campo, principalmente fuertes lluvias después del mediodía.

Grafica 1. Levantamiento de información



El levantamiento de información y georreferenciación de los puntos de ubicación de las luminarias, se desarrolló clasificando la información por barrios según la distribución suministrada por la oficina de planeación del municipio<sup>13</sup>. Durante los últimos dos días presentan la menor cantidad de puntos georreferenciados ya que corresponden a los puntos de las luminarias ubicadas en los corregimientos mencionados anteriormente y que forman parte de la zona rural del municipio.

<sup>12</sup> Anexo\_6\_Información\_de\_levantamiento/04\_Formato\_inventario

<sup>13</sup> ANEXO\_2\_Información\_Municipio\_N1/01\_Planos\_urbanisticos/04BARRIOS.

Como actividad previa al levantamiento se realizó un documento con las diferentes referencias de luminarias existentes, y presentó incertidumbre de dos tipos de referencias de luminarias.

El desarrollo de la actividad en campo fue registrado de manera escrita<sup>14</sup> y con evidencia fotografica<sup>15</sup>, luego se digitalizó en una hoja de cálculo<sup>16</sup> con el fin de permitir la validación de datos con respecto a actividades de mantenimiento, expansión y repotenciación del modelo del sistema.

Teniendo en cuenta que las coordenadas registradas por el GPS están representadas en grados, además de la necesidad de reflejar en un plano todos los puntos para su fácil visualización, se empleó la aplicación de “Google Earth”, que hizo necesario transformar las coordenadas a representación en UTM (“Universal Transverse Mercator”), de esta manera se obtuvo información de 732 luminarias con los datos registrados en el “ANEXO\_8\_Inventario” junto con el archivo de los puntos georreferenciados tomados con el GPS marca garmin<sup>17</sup>.

---

<sup>14</sup> ANEXO\_6\_Información\_de\_Levantamiento/ 01\_Plantillas\_diligenciadas\_en\_campo

<sup>15</sup> ANEXO\_6\_Información\_de\_Levantamiento/ 03\_Evidencia\_fotográfica

<sup>16</sup> ANEXO\_6\_Información\_de\_Levantamiento/ 05\_Inventario

<sup>17</sup>GPS Garmín/ ANEXOS\_02/ ANEXO\_10\_GarminMontana680 <https://www.garmin.com.co/Montana-680>

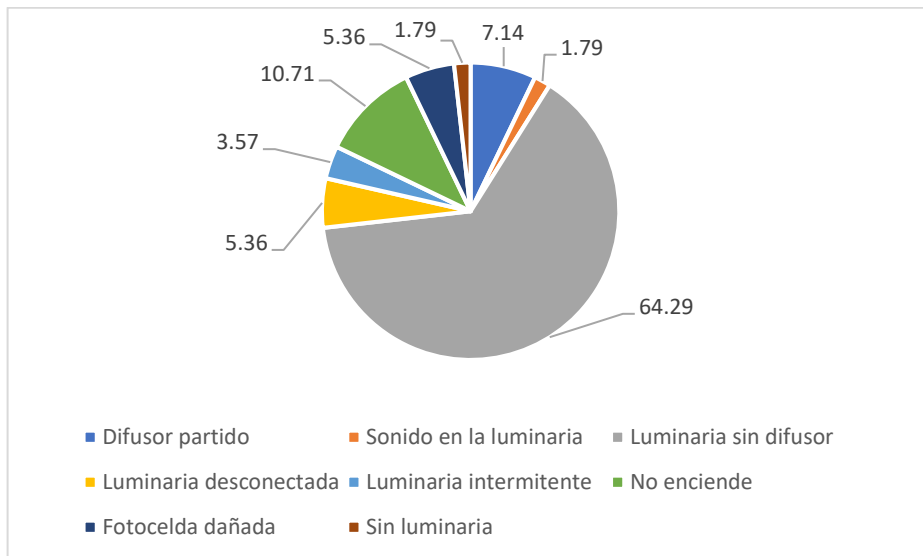


Imagen 3. Puntos georreferenciados zona caserio Virolín.



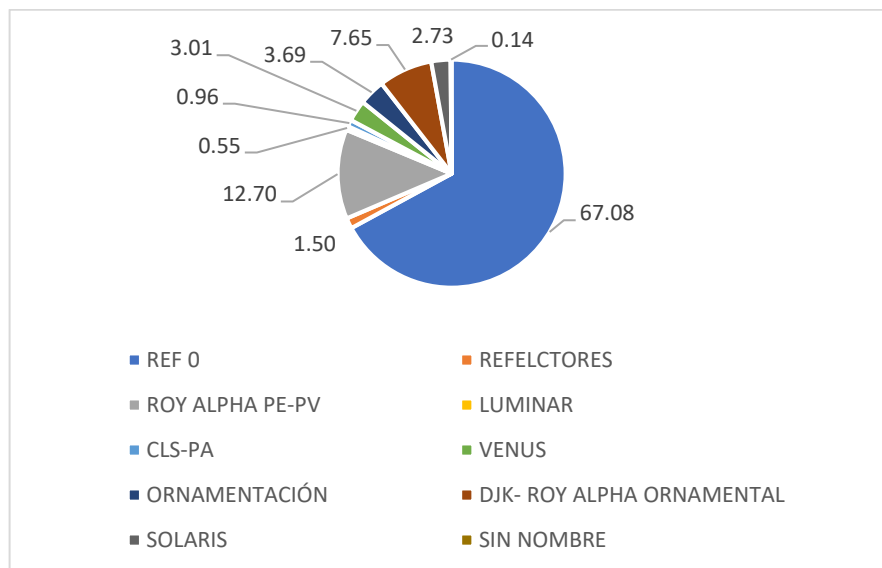
Para revisar el estado de funcionamiento de las luminarias se realizó un recorrido nocturno durante el periodo comprendido entre el 17 al 27 de febrero de 2020, inspeccionando las luminarias georreferenciadas en el transcurso de la jornada, así se logró identificar las luminarias que presentaban aspectos como ruido por mal funcionamiento del balasto y estado apagado o de operación intermitente como se presenta en la gráfica 2.

Grafica 2. Porcentaje de cada tipo de daños con respecto al total de daños.



La información indicada en la gráfica 3, permite evaluar la variable de cantidad, tipo y potencia de luminarias necesarias para evaluar el componente técnico del sistema, por tanto, no se hace necesario y no es parte del alcance de este proyecto verificar aspectos como la regulación de tensión, pérdidas de energía, dimensionamiento de los conductores y sistema de protecciones, ya que no aportan información para la verificación del flujo financiero del sistema de alumbrado público.

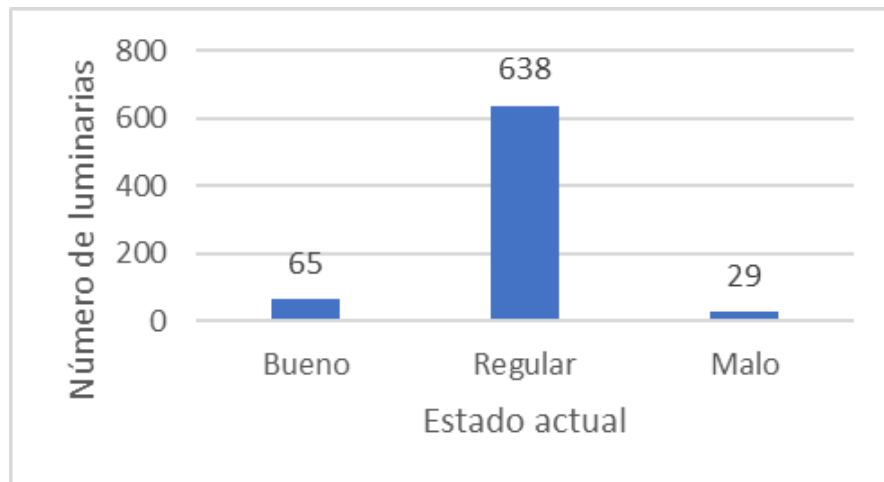
Grafica 3. Cantidad por tipo de referencia de luminarias en porcentaje.



El estado de las luminarias se clasificó de manera visual como bueno (B), regular (R) y malo (M) como se muestra en la gráfica 4 , dependiendo de los siguientes criterios:

- ✓ Bueno: la luminaria en su totalidad de partes como difusor, carcasa, fotocelda y bombilla, funcionan correctamente y no presentan ningún tipo de deterioro ni carece de alguno de sus componentes.
- ✓ Regular: la luminaria aunque su parte eléctrica funciona correctamente, presenta deterioros en alguna de sus partes o carece de alguno de sus componentes.
- ✓ Malo: la luminaria eléctricamente no funciona.

Grafica 4. Estado técnico de las luminarias.



La cantidad de luminarias que presenta algún tipo de irregularidad es 638; en su mayoría el estado del difusor presenta deterioro por la exposición constante al medio ambiente, lo que disminuye la eficiencia de vida útil de la luminaria. Se identificaron adicionalmente, luminarias encendidas durante el día, carcacas en mal estado, brazos inadecuados para la instalación de luminarias, luminarias en mal estado y otras instaladas en zonas de vegetación que obstruyen la iluminación.

Imagen 4. Luminaria alumbrando el techo de una residencia.



Imagen 5. Brazo con longitud inadecuada.



Imagen 6. Luminaria de ornamentación en muy mal estado en el parque de Riachelo.



Imagen 7. Luminaria encendida en el día.

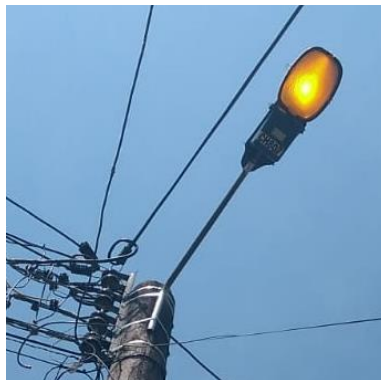


Imagen 8. Luminaria sin difusor o vidrio reflector.



Imagen 9. Luminaria sin reflector exponiendo los componentes eléctricos.



Imagen 10. El soporte de la luminaria es inadecuado además está adherido a una vivienda.



Imagen 11. El difusor de la luminaria está sucio



Tabla 2. Resumen de información casco urbano

URBANO								
	Luminarias Georreferenciadas	Luminarias para Mantenimiento	Luminarias para Repotenciar	TOTAL	Potencia [W]	Potencia de Pérdidas [W]	TOTAL [W]	TOTAL [kW]
Sodio	671	42	21	671	70	11,45	81,45	54,49005
Metal Halide	4	0	0	4	400	40	440	1,76
	4	0	0	4	1000	100	1100	4,4
1. Total de luminarias					679			62,10685
2. Luminarias con fotocontrol exclusivo					601			
2.1. Pérdidas por fotocontrol [W]					2,4			
3. Luminarias con fotocontrol compartido					78			

Tabla 3. Resumen de información casco rural.

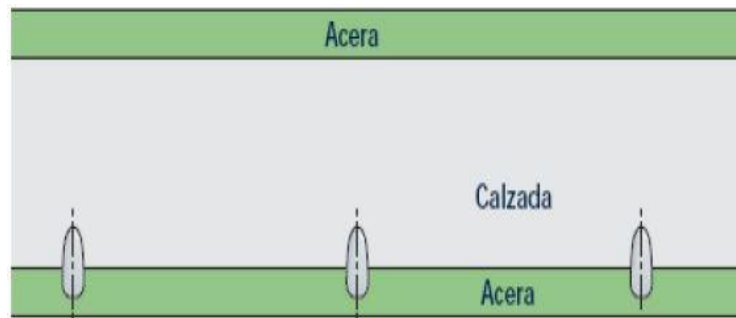
RURAL								
	Luminarias Georreferenciadas	Luminarias para Mantenimiento	Luminarias para Repotenciar	TOTAL	Potencia [W]	Potencia de Pérdidas [W]	TOTAL [W]	TOTAL [kW]
Sodio	53	9	4	53	70	11,45	81,45	4,31685
1. Total de luminarias					53			4,41285
2. Luminarias con fotocontrol exclusivo					38			
2.1. Pérdidas por fotocontrol [W]					2,4			
3. Luminarias con fotocontrol compartido					15			

Se encontró como aspecto común que de la infraestructura de postes de la red de distribución de energía pertenecientes al operador ESSA<sup>18</sup>, se utiliza como soporte de la instalación de las luminarias, ya que facilita la conexión a la red eléctrica y

<sup>18</sup> Electrificadora de Santander S.A, empresa filial del EPM en Colombia.

armoniza su implementación con el entorno, por tanto, el sistema de iluminación presenta una disposición unilateral en la distribución de luminarias como se muestra en la figura 4, con una separación aproximada de 25 metros. Incluso se evidenció postes exclusivos que hacen parte del sistema, que en su mayoría soportaban las luminarias de ornamentación dispuestas en los siguientes sitios: parque principal, la plazuela, entrada del municipio e iluminación de espacios recreativos como polideportivos. La tabla 5, muestra la totalidad del inventario del sistema de alumbrado público del municipio de Charalá.

Figura 4. Disposición unilateral de luminarias.



Fuente. [RETILAP]

Tabla 4. Inventario.

INVENTARIO TOTAL	
Cantidad	Descripción
722	Luminaria de sodio de 70[W]
2	Reflector grande 250[W]
1	Reflector pequeño 150[W]
4	Luminaria de metal halide de 400[W]
4	Luminaria de metal halide de 1000[W]
60	Poste metálico de 3 metros
2	Poste de concreto de 8 metros
21	Poste metálico de 4 metros
9	Poste metálico de 8 metros
4	Poste concreto de 12 metros
2	Apoyo en piedra Barichara
918	Collarines
173	Tramos de cinta
647	Fotocontroles

Teniendo en cuenta el consumo de todos los barrios registrados en la labor de campo, se georreferenciaron 732 luminarias de alumbrado público, de las cuales 730 están conectadas a la red de energía eléctrica, presentando un total de carga instalada de 64,832 [kW].

Tabla 5. Capacidad instalada en [kW].

TOTAL								
	Luminarias Georreferenciadas	Luminarias para Mantenimiento	Luminarias para Repotenciar	TOTAL	Potencia [W]	Potencia de Pérdidas [W]	TOTAL [W]	TOTAL [kW]
Sodio	722	51	25	722	70	11,45	81,45	58,8069
Metal Halide	4	0	0	4	400	28	428	1,712
	4	0	0	4	1000	121	1121	4,484
1. Total de luminarias					730			66,5557
2. Luminarias con fotocontrol exclusivo					639			
2.1. Pérdidas por fotocontrol [W]					2,4			
3. Luminarias con fotocontrol compartido					83			

Asimismo, se rectificó la carga instalada según el inventario actual tomado para el cálculo de energía por parte de la ESSA; suministrado en manera de resumen en la tabla 6. Evidentemente se aprecia una diferencia de 13 luminarias con respecto al inventario levantado, aunque con respecto a la potencia, aunque con respecto a la potencia se encuentra una diferencia aproximadamente de 0,354 kW.

Tabla 6. Inventario total de capacidad instalada por parte del operador de red.

DESCRIPCIÓN	Luminarias Georreferenciadas	Luminarias sin georreferenciar	Luminarias repot.exp.mant	Total	Potencia [w]	Pérdidas Balasto [w]	Pérdidas Arrancador [w]	Pérdidas Condens [w]	Potencia con Pérdidas [w]	Potencia Instalada [Kw]
	LED	1			1	9 100 291				9,00 100,00 291,00
METAL HALIDE	1			1	70 150 250	11,00 19,00 19,00		1,00 1,00 1,00	82,00 170,00 270,00	0,17
	6			6	400	27,00		1,00	428,00	2,57
	1			1	1000	120,00		1,00	1121,00	1,12
					1500	120,00		1,00	1621,00	
MERCURIO					125 250 400 1000	12,00 19,00 27,00 120,00		1,00 1,00 1,00 1,00	138,00 270,00 428,00 1121,00	
	729			729	70 150	11,00 19,00	0,05 0,12	0,40 0,40	81,45 169,52	59,38
	2			2	250	29,00	0,12	1,00	280,12	0,56
	3			3	400	40,00	0,12	1,00	441,12	1,32
					1000	120,00	0,12	1,00	1121,12	
Total Luminarias				743	SubTotal Carga Instalada Luminarias (Kw)					65,22
Cantidad de Luminarias con Fotocontrol Exclusivo				689	SubTotal Carga Instalada Fotocontroles Exclusivos (Kw)					1,65
Cantidad de Luminarias con Fotocontrol General				54	SubTotal Carga Instalada Fotocontroles Generales(Kw)					0,03
					<b>TOTAL CARGA INSTALADA (Kw)</b>					<b>66,91</b>

Fuente: [ANEXO\_3\_Información\_ESSA Resumen aforo de carga Charalá Febrero 2019].

### 3.2 SITUACIÓN ACTUAL SISTEMA FINANCIERO DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO:

La gestión del sistema del servicio de alumbrado público garantiza la prestación del servicio en cuanto a los activos financieros, que comprenden tres aspectos importantes: la tarifa y recaudo del servicio, las inversiones y los costos, y finalmente estados financieros.

Figura 5. Aspectos financieros del sistema de alumbrado público.



El Concejo municipal de Charalá, mediante el acuerdo municipal No. 100-0202-03 de 2019<sup>19</sup>, estableció el impuesto de alumbrado público para los usuarios del servicio de energía eléctrica del municipio clasificando el servicio estratificado como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Impuesto de alumbrado público Charalá (estatuto de renta vigente).

CLASE DE SERVICIO	ESTRATO	URBANO	%
Residencial	0	todos	10
Residencial	1	todos	10
Residencial	2	todos	10
Residencial	3	todos	10
Residencial	4	todos	10
Residencial	5	todos	10
Residencial	6	todos	10

<sup>19</sup> ANEXO\_2\_Información\_Municipio\_N1/07\_Estatuto\_tributario. Acuerdo municipal N° 100-0202.030 Charalá Santander.

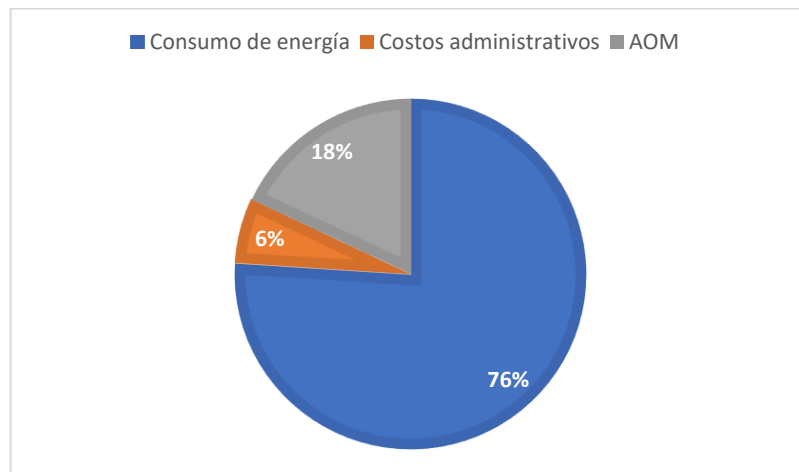
CLASE DE SERVICIO	ESTRATO	URBANO	%
Industrial	---	todos	10
Oficial	---	todos	10
Provisional	---	todos	10
Bombeo de agua	---	todos	10
Áreas comunes	---	todos	10

Fuente. [acuerdo municipal No. 100-0202-03]

El municipio de acuerdo con la información de facturación del año 2019, ver anexo (anexo\_2/06\_Estado\_de\_facturación), anualmente recauda por cobro del impuesto de alumbrado público anualmente una cifra aproxima \$180.000.000 de pesos, con destino exclusivo sistema de alumbrado público.

Los gastos de operación del sistema comprenden el consumo de energía que corresponde aproximadamente 76,5% del valor recaudado del impuesto anual, ahora bien, los gastos administrativos se difieren entre las actividades de tesorería y contaduría equivalente a un 6%.

Figura 6. Diagrama de porcentajes de costos fijos del modelo



Clasificando como costo la realización del mantenimiento preventivo y correctivo que garantiza el nivel de satisfacción del usuario y la cobertura del servicio, siempre y cuando se realicen las actividades de manera oportuna para dar solución en el

menor tiempo posible. El municipio gasto aproximadamente \$45.000.000 de pesos anuales, costos que se relacionan directamente con la celebración de contratos de mantenimiento por año, de acuerdo con la información establecida en la tabla 8, realizada con la información de los contratos liquidados por el municipio [anexo\_4\_Contratación\_Mantenimiento].

Tabla 8. Contratos de mantenimiento por años.

AÑO	VALOR DEL MANTENIMIENTO
2009	\$ 23' 859.000
2010	\$ 28' 572.000
2011	\$ 46' 561.000
2012	\$ 28' 996.800
2013	\$ 28' 933.600
2014	\$ 39' 887.000
2015	\$ 39'980.600
2016	\$ 53'963.000
2017	\$ 83' 923.000
2018	\$ 59' 206.600
2019	\$ 102' 698.000

En el año 2019, en el mes de febrero el sistema de alumbrado público, aumentó su carga por aforo un 9.8%, con respecto al mes de enero de este mismo año según información de facturación del año 2019, lo que indica que el operador de red, en medio de sus actividades observó el crecimiento de aproximadamente 30 luminarias de sodio 70 vatios disposición horizontal y 20 del mismo consumo con disposición ornamental, que concuerda con el cubrimiento de iluminación pública en las urbanizaciones nuevas y la iluminación decorativa en la entrada del pueblo. actividades realizadas y presentadas como unitarios de los contratos de manteniendo preventivo y correctivo entre el año 2017 y 2019, aunque es preciso mencionar que estas actividades se deben clasificar según el objetivo del contrato.

Tabla 9. Unitarios dispuestos en el contrato de mantenimiento del año 2019.

DESCRIPCION	UND	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Suministro y Reposición Bombillos de sodio de 70w	und	373	\$ 35.000	\$ 13.055.000
Suministro y Reposición Balastas de sodio de 70w	und	240	\$ 39.000	\$ 9.360.000
Suministro y Reposición Arrancadores de sodio de 70 w	und	240	\$ 16.000	\$ 3.840.000
Suministro y Reposición Condensadores de 10 microfaradios	Und	240	\$ 15.500	\$ 3.720.000
Suministro y Reposición foto celdas magnéticas	Und	240	\$ 28.000	\$ 6.720.000
Suministro y Reposición Balastas metal Halide de 400W	Und	6	\$ 90.000	\$ 540.000
Suministro y Reposición Bombillos metal Halide de 400W	Und	6	\$ 65.000	\$ 390.000
Suministro y Reposición Bombillos metal Halide de 1000W	Und	4	\$ 140.000	\$ 560.000
Suministro y Reposición Balastas metal Halide de 1000W	Und	4	\$ 295.000	\$ 1.180.000
Suministro y Reposición Conectores dentados	Und	158	\$ 12.000	\$ 1.896.000
Suministro y Reposición de red de aluminio trenzado 1x4+4	MI	900	\$ 8.000	\$ 7.200.000
Suministro e instalación de lámparas nuevas de sodio de 70w tipo horizontal	und	8	\$ 310.000	\$ 2.480.000
Suministro e instalación de lámpara de sodio de 70W tipo ornamental (estilo colonial)	Und	20	\$ 620.000	\$ 12.400.000
Suministro e instalación de poste metálico de 8 mts en tubo de perforación de 3,5"	Und	3	\$ 720.000	\$ 2.160.000
Suministro e instalación de Tubos EMT - de ¾	Und	15	\$ 8.800	\$ 132.000
Excavación y relleno compactado para tubería subterránea	Und	500	\$ 10.000	\$ 5.000.000
Suministro e instalación de Tubos PVC - TP de 3/4 x 3 metros	Und	168	\$ 6.800	\$ 1.142.400
Suministro e instalación de cable de cobre 7 hilos calibre 10	Mts	1.000	\$ 2.800	\$ 2.800.000
Suministro e instalación de cajas de inspección en concreto de 30x30ctms	Und	20	\$ 40.000	\$ 800.000
Suministro e instalación de poste metálico de 3 mts x 1 1/2" (estilo colonial)	Und	20	\$ 480.000	\$ 9.600.000
Suministro e instalación de percha tipo pesado de 1 puesto	Und	5	\$ 15.000	\$ 75.000
Concreto 3000 psi para cimentar postes,	M³	2	\$ 542.000	\$ 1.002.700
Suministro e instalación de cinta Bandy de 5/8	MI	19	\$ 4.800	\$ 91.200

Fuente: contrato\_092 de 2019

Tabla 10. Unitarios dispuestos en contrato de mantenimiento del año 2017.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>1</b>	<b>SUMINISTROS E INSTALACIONES</b>				
1.1.	Suministro e instalación de lámparas de sodio de 70w tipo horizontal	UNIDAD	22,00	\$ 287.060,00	\$ 6.335.120,00
1.2	Suministro y Reposición Bombillos de sodio de 70w	UNIDAD	300,00	\$ 30.000,00	\$ 9.000.000,00
1.3.	Suministro y Reposición Balastas de sodio de 70w	UNIDAD	340,00	\$ 34.000,00	\$ 11.560.000,00
1.4.	Suministro y Reposición Arrancadores de sodio de 70w	UNIDAD	295,00	\$ 16.357,00	\$ 4.825.315,00
1.5.	Suministro y Reposición Condensadores de 10 microfaradios	UNIDAD	295,00	\$ 15.000,00	\$ 4.425.000,00
1.6.	Suministro y Reposición foto celdas magnéticas	UNIDAD	295,00	\$ 23.500,00	\$ 6.932.500,00
1.7.	Suministro y Reposición Balastas metal Halide de 400W	UNIDAD	4,00	\$ 150.000,00	\$ 600.000,00
1.8.	Suministro y Reposición Bombillos metal Halide de 400W	UNIDAD	4,00	\$ 65.000,00	\$ 260.000,00
1.9.	Suministro y Reposición Bombillos metal Halide de 1000W	UNIDAD	4,00	\$ 140.000,00	\$ 560.001,12
1.10.	Suministro y Reposición Balastas metal Halide de 1000W	UNIDAD	4,00	\$ 290.000,00	\$ 1.160.000,00
1.11.	Suministro y Reposición Conectores bimetálicos	UNIDAD	300,00	\$ 9.000,00	\$ 2.700.000,00
1.12.	Suministro y Reposición Sokets de porcelana	UNIDAD	290,00	\$ 3.500,00	\$ 1.015.000,00
1.13	Suministro y Reposición de red de aluminio trenzado 1x4+4	UNIDAD	1800,00	\$ 5.000,00	\$ 9.000.000,00
1.14	Suministro e instalación de poste en tubo metálico de perforación 4" x 8 mts con Brazo	UNIDAD	7,00	\$ 690.000,00	\$ 4.830.000,00
1.15	Suministro e instalación Percha tipo pesado x 1 pts	UNIDAD	15,00	\$ 15.055,00	\$ 225.825,00
1.16	Suministro e instalación Cinta bandit 5/8	ML	12,00	\$ 5.000,00	\$ 60.000,00
1.17	Concreto simple f'c = 210 KJ/cm2 para cimentación de poste	M3	2,00	\$ 534.000,00	\$ 1.068.000,00

Fuente: contrato\_110 de 2017

Respecto al estado financiero del sistema de alumbrado, dentro de sus actividades presupuestales el municipio dispone de un fondo denominado SGP (Sistema General de Participaciones) que está constituido por los recursos que la nación transfiere a los entes territoriales, cumpliendo con los artículos 356 y 357 de la constitución política<sup>20</sup>. Este fondo tiene como propósito favorecer los servicios presupuestales para sectores como cultura, deporte, educación, salud, entre otros, incluyéndose el sector con libre destinación, del cual cierto porcentaje que discrimina la administración para el cubrimiento de los gastos generados por los contratos de mantenimiento del sistema de alumbrado público ya que la gestión propia del recaudo no es suficiente para cumplir con estos gastos. Según decreto

<sup>20</sup> Constitución política de la República de Colombia: [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion\\_politica\\_1991.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html)

200-008-112 del 16 de diciembre de 2019 del municipio de Charalá, para el año 2020, se destina una cifra de \$80.000.000.

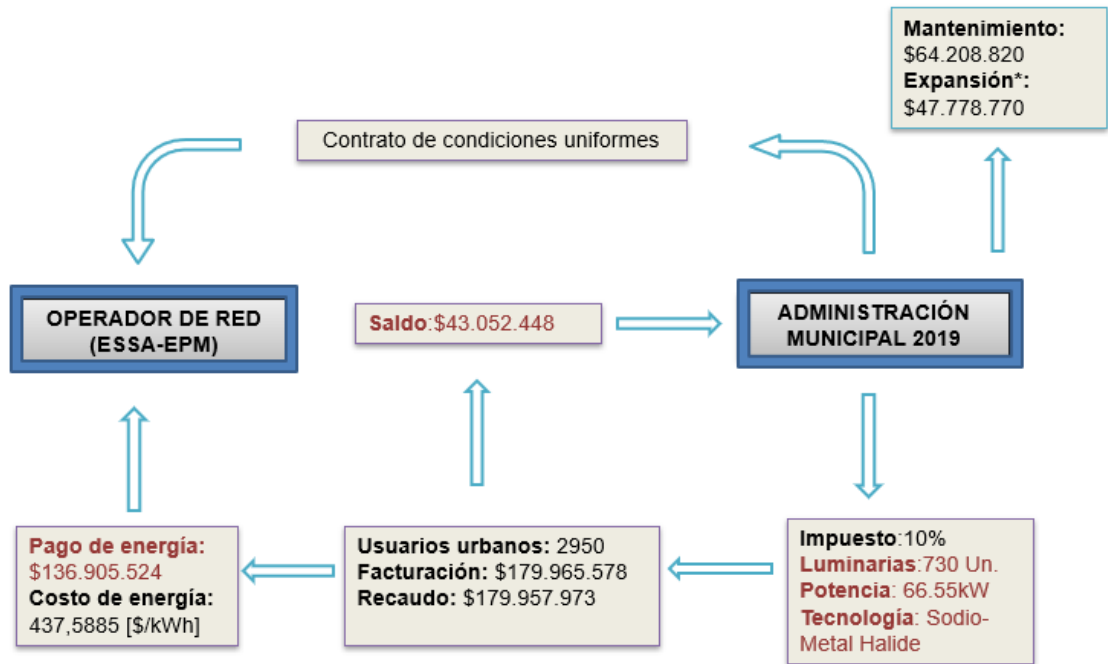
## **4. ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO**

Teniendo en cuenta la información recolectada y analizada, se requiere la implementación de alternativas de mejoramiento que tengan como propósito beneficiar significativamente la gestión sistema de alumbrado, enfocadas a la óptima utilidad de los recursos económicos y el uso eficiente y racional de la energía.

### **4.1 ALTERNATIVA 1:**

Esta alternativa propone la actualización de datos y la implementación de un sistema de información de alumbrado público, acorde con los parámetros expuestos en el marco constitucional que regula el servicio, teniendo en cuenta la información sistema actualizado, presente en la figura 7 en el cual se resaltan la diferencias el texto con color vino tinto con respecto al modelo actual.

Figura 7. Sistema actualizado con la información del levantamiento técnico



Resaltando el aumento de 1,8% en el saldo correspondiente al municipio para realizar las actividades de mantenimiento, la expansión y la repotenciación. Teniendo en cuenta que actualmente esta información presenta un 99% de veracidad en cuanto al consumo de energía del modelo actual, lo que implica que los gastos efectuados del pago de energía presenten un error aproximado del 0.5%.

El Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP) debe contener la siguiente información:

- ✓ Registro de atención de quejas, reclamos y solicitudes de alumbrado público, que contenga el seguimiento y solución del daño o problema con datos de tiempo.
- ✓ El estado actualizado del inventario de equipos de la infraestructura del servicio de alumbrado público, afianzando con la información registrada en la actividad de levantamiento del presente documento estructurada como

base de datos georreferenciada, donde el municipio debe complementar con las características de la red de alimentación y transformadores.

- ✓ Los costos de las actividades que garantizan la operación del servicio, la facturación discriminando el número de usuarios y los pagos de energía generados.
- ✓ Una base de datos con el recaudo del impuesto de alumbrado público.
- ✓ Recursos recibidos para el financiamiento de expansión o modernización de la infraestructura.
- ✓ Un plan anual del servicio de alumbrado público que contemple la expansión del éste, a nivel de factibilidad de ingeniería en detalle, que armonice con el plan de ordenamiento territorial.
- ✓ La clasificación de los contratos según el objeto, que permita la cuantificación de los costos por actividades de mantenimiento, operación, expansión, y repotenciación.
- ✓ La información de la infraestructura que garantiza el cálculo de la potencia con el operador de red, incluyendo las características técnicas que permitan verificar la vida útil de cada una de las luminarias y sus componentes.

Adoptar esta alternativa toma importancia en las actividades que se contemplen en mediano y largo plazo, relacionadas con la expansión del sistema y modernización a LED o solar fotovoltaica, pues disminuye el índice de error presente entre la información que contempla el operador de red y el municipio. Además de facilitar la supervisión de la actualización del inventario en contraste con el seguimiento de atención de quejas y reclamos, que ayudan a evaluar los índices de calidad y servicio en cuanto de la administración, la operación y el mantenimiento.

## 4.2 ALTERNATIVA 2:

La expansión prevista para el municipio de Charalá dentro de los próximos 4 años, supone la construcción de aproximadamente 300 nuevas unidades residenciales, lo cual indica un aumento del mismo número de usuarios que se incorporan a la base de datos técnica de la electrificadora de Santander (ESSA). Las imágenes 12, 13, 14 y 15 muestran la ubicación y zona por cubrir de iluminación de las urbanizaciones con licencia de construcción.

Imagen 12. Urbanizaciones Alejandría I y II, Brisas del Pienta.

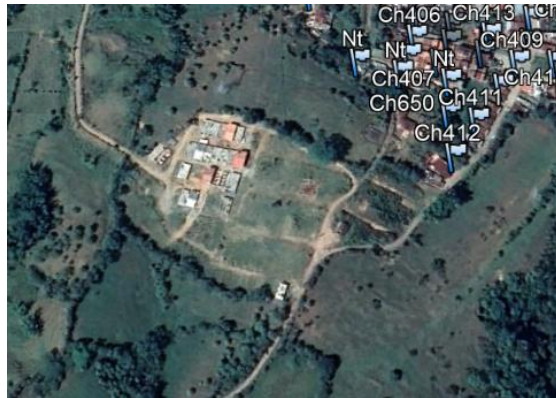


Imagen 13. Urbanización El Tejar.



Imagen 14. Urbanización la quinta

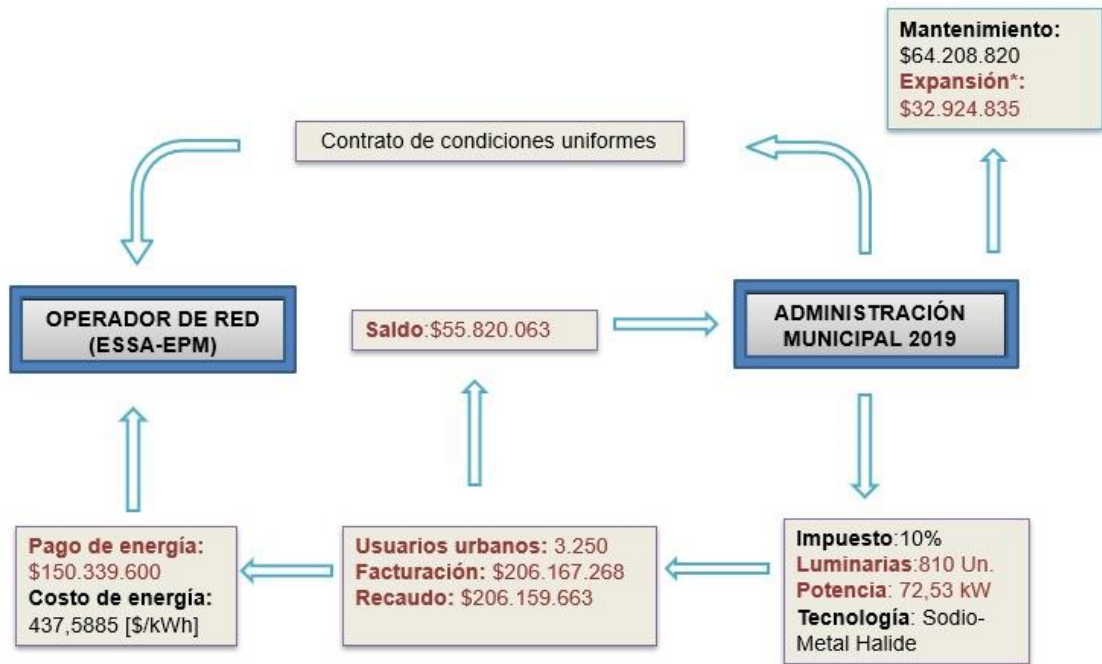


Imagen 15. Urbanizaciones Santa María I y II.



Para las urbanizaciones Alejandría I y II con aproximadamente 900 metros de vía, la urbanización El tejar con 80 metros de vía, urbanización La Quinta con 80 metros de vía y las urbanizaciones Santa María I y II con aproximadamente 500 metros de vía. Se tiene una expansión total de 1.560 metros en la parte urbana y 100 metros en la parte rural, con una disposición aproximada de 25 metros entre luminaria (disposición de postes de energía) se tendrán 63 luminarias para la parte urbana y 4 para la parte rural para un total de 67 ahora bien, utilizando la tecnología actual instalada con luminarias tipo venus de sodio de 70[W] con consumo total de 83,85[W] el incremento en el consumo de energía eléctrica será aproximadamente 5,427 [kW], para un consumo total de 72,53 [kW] cuyo costo de expansión aproximado es de \$32.924.835.

Figura 8. Sistema actualizado con la información de la expansión



Con la expansión se tienen las siguientes ventajas:

- 1- Aumento de la carga instalada pasando de 66,91[kW] a 72,53[kW] suponiendo un aumento de aproximadamente 8% de la carga actual debido a la instalación de las nuevas luminarias.
- 2- Aumento del recaudo anual por concepto de impuesto de alumbrado público cuya nueva recaudación pasa de ser \$179.965.973 ser de aproximadamente \$206.167.268,5 esto sugiere un aumento de casi un 13% en la recaudación teniendo en cuenta que se estimó un consumo aproximado de 150 [kWh] por cada uno de los nuevos usuarios.
- 3- Aumento de 2950 a 3250 usuarios dicho aumento equivale aproximadamente 11% de los usuarios beneficiados actualmente
- 4- Aumento en la cobertura de zonas iluminadas en el municipio brindándole a la población una mejor calidad de vida

Aunque se tener en cuenta que existen desventajas en la opción de expansión debido al uso racional de energía, ya esta expansión se realiza con luminarias de sodio cuya tecnología ya se encuentra obsoleta el consumo adicional es aproximadamente un 50% más si se realizara con tecnología LED. Además de que se está utilizando tecnología que por si historia anual revisada conlleva costos de mantenimiento bastante alto.

### 4.3 ALTERNATIVA 3:

Esta alternativa contempla la modernización a tecnología LED, reemplazando la infraestructura del modelo de gestión actual, contemplando las características de consumo de las siguientes luminarias<sup>21</sup>:

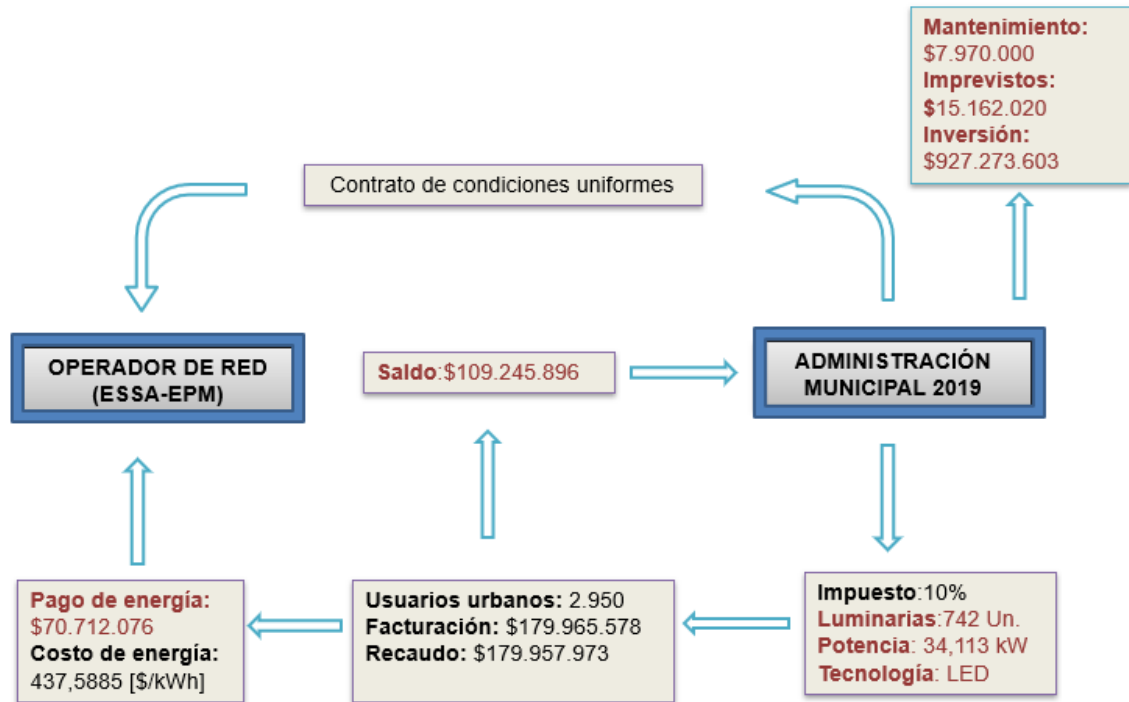
- ✓ SYLVANIA LED STREET 30-60W NW URBAN.
- ✓ SYLVANIA LED REFL SYLVEO 200W.
- ✓ SYLVANIA LED SYLVEO PRO 400[W].
- ✓ LED SPRING 45[W] NW

Tabla 11. Capacidad proyectada con luminarias LED sin expansión.

Tipo	Cantidad	Potencia	Consumo total[W]
ORNAMENTAL 45[W]	54	45	2.430
LED SYLVANIA 43[W]	681	43	29.283
REFLECTOR LED 200[W]	4	200	800
REFLECTOR LED 400[W]	4	400	1.600
		Consumo total	34.113

<sup>21</sup> 03\_Información\_Financiera/ Costos exp\_moder

Figura 9. Sistema de gestión del servicio con modernización a LED



La capacidad instalada según el modelo de referencia es de 66,91 [kW], con la modernización del sistema se disminuye un 49%, que incide en la misma proporción en el costo de consumo de energía, además, Los costos de mantenimiento y repotenciación representarían sólo representarían alrededor del 12% del recaudo.

NOTA<sup>22</sup>: La alternativa 3 tiene un costo de inversión aproximadamente de \$927.273.603, por tanto, debe pasar por un proceso de financiamiento. Findeter es la Financiera de Desarrollo Territorial S.A, como sociedad mixta de orden nacional presta servicio de financiamiento de inversión pública. La tasa de interés presente está dada por la suma del IBR (Índice bancario de Referencia) y porcentaje no mayor al 3% aplicado por el bando de primera mano. Aplicando la situación más desfavorable se tomó una tasa de interés del 7%, a partir de esto se calculó el valor Presente Neto (VPR) por el tiempo de la inversión y el VPN por la vida útil del

<sup>22</sup> Los cálculos están registrados ANEXO\_11\_Alternativa de modernización

proyecto, aplicando los valores porcentuales de crecimiento de los últimos 5 años del IPC y el precio de la energía de la ESSA, 4,21% y 6,59% respectivamente.

VAN por el periodo de financiación: Tasa de rendimiento de 13,59%

FNE	INVERSIÓN	TOTAL
1.042.546.908	927.273.603,00	148.766.319,33

VAN por el tiempo y vida útil del proyecto: Tasa de rendimiento de 13,59% los primeros 10 y 6,59% por los siguientes 10 años.

FNE	INVERSIÓN	TOTAL
1.352.724.578	927.273.603,00	453.983.115

Presentado una tasa interna de retorno del 4%.

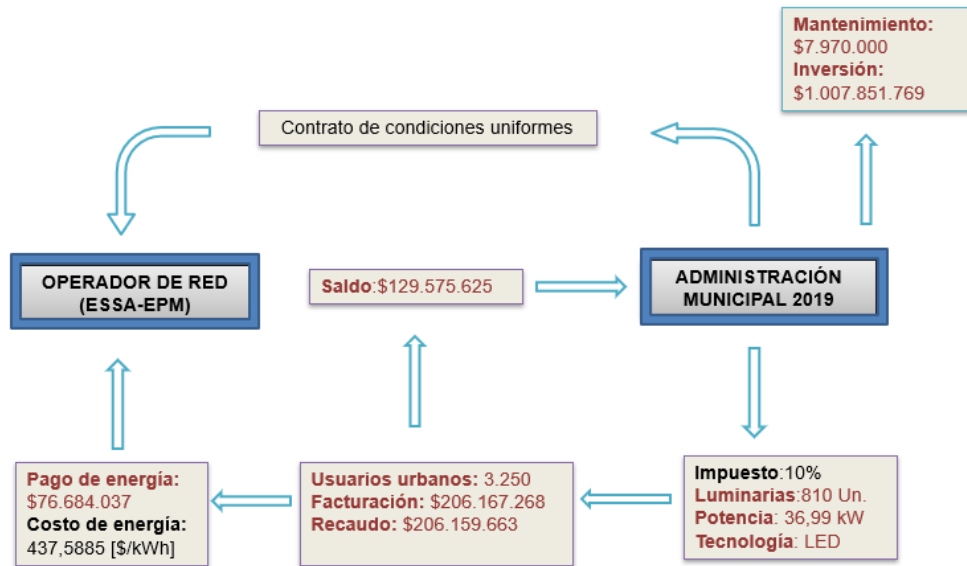
#### 4.4 ALTERNATIVA 4:

Teniendo en cuenta la necesidad de expansión del servicio presentada en la alternativa 2, complementando el sistema de gestión propuesto en la alternativa 3, contemplando la modernización con las mismas características técnicas de las luminarias, se estima una cantidad aproximada de 748 luminarias disposición horizontal con consumo de 43 W, 54 luminarias ornamentales de 45 W, 4 reflectores de 200 W y 4 proyectores de 400 W.

Tabla 12. Capacidad proyectada de luminarias LED con expansión.

Tipo	Cantidad	Potencia	Consumo total[W]
ORNAMENTAL 45[W]	54	45	2.430
LED SYLVANIA 43[W]	748	43	32.164
REFLECTOR LED 200[W]	4	200	800
REFLECTOR LED 400[W]	4	400	1.600
		Consumo total	36.990

Figura 10. Sistema de Alumbrado Público teniendo en cuenta la expansión y modernización.



La aplicación de esta alternativa mejora de manera integral la gestión del sistema presentando un aumento del 14% en el recaudo de la energía por causa de la inclusión de los usuarios residenciales, representando el cubriendo total del área de alumbrado público con tecnología LED. Aunque presenta un aumento de 67 luminarias el consumo de energía está 45% por debajo del consumo actual.

NOTA<sup>23</sup>: La alternativa 4 tiene un costo de inversión aproximadamente de \$1.107.851.768, realizando el mismo procedimiento de la alternativa 3.

VAN por el periodo de financiación: Tasa de rendimiento de 13,59%

FNE	INVERSIÓN	TOTAL
1.172.548.590	1.007.851.768,56	164.696.821,66

VAN por el tiempo y vida útil del proyecto: Tasa de rendimiento de 13,59% los primeros 10 y 6,59% por los siguientes 10 años.

<sup>23</sup> Los cálculos están registrados ANEXO\_11\_Alternativa de modernización

FNE	INVERSIÓN	TOTAL
1.463.583.730	1.007.851.768,56	455.731.962

Presentado una tasa interna de retorno del 5%.

#### 4.5 ALTERNATIVA 5:

Se contempla la idea de implementar luminarias con sistema de panel fotovoltaico, ya que esto anula casi en un 100% el pago por consumo de energía eléctrica, debido a que su alimentación depende solo de la energía producida por el panel fotovoltaico. El sistema está constituido por el panel solar, un controlador, una batería, y la luminaria con tecnologías de bajo consumo y alta eficiencia, su funcionamiento se basa en almacenar energía durante el día para usarlo en la luminaria por las noches.

Charalá es un municipio colonial con vías estrechas y casas con alturas mayores a los 10 metros que proyectan sombra la mayor parte del día sobre la altura común de una luminaria. Las zonas rurales presentan condiciones de alta vegetación y son zonas montañosas donde la incidencia del sol no es predominante.

El costo de implementación y mantenimiento del sistema debido a las condiciones que presenta, puede ser considerablemente alto, y de inmediata solución ya que si algunos de sus componentes de alimentación dejan funcionar ocasiona zonas con visibilidad. Esto conllevaría costos adicionales debido a la necesidad de tener personal monitoreando las zonas, removiendo la vegetación y limpiado los paneles de residuos que se encuentre en los alrededores de las luminarias, además, se debe tener en cuenta que la mayoría de las vías rurales son carreteras destapadas y en épocas de verano los paneles fotovoltaicos recibirían polución en su superficie afectando su correcto funcionamiento la eficiencia.



## 5. CONCLUSIONES

El análisis de la gestión del sistema técnico financiero del servicio de alumbrado público del municipio de Charalá, se permitió evaluar cinco oportunidades de mejoramiento, de las cuales se pueden resultar estrategias que contemplen la modernización del sistema a tecnología LED, ya que se consideran como prioritarias para garantizar el funcionamiento y operación del sistema de alumbrado público.

El marco legal que permite la operación de los sistemas de alumbrado público no concesionado es un referente adecuado, siempre y cuando se mantenga la consistencia entre el recaudo, el cobro de suministro por consumo de energía y la inversión de realizada por el municipio en el sistema, tratando de mantener el equilibrio entre estos tres aspectos. En el caso de Charalá no se detectó un desequilibrio importante entre el aforo y el recaudo, pero si se encontraron cosas por mejorar en lo que corresponde a la administración, la operación y el mantenimiento. Por tanto, se recomienda hacer modificaciones pertinentes de dichos aspectos tomando como referencia los casos de éxito de otros municipios.

Con la implementación de luminarias con tecnologías LED se puede reducir el consumo en casi un 50%, presentando un equilibrio favorable en el consumo de energía, además, reduce las tasas de mantenimiento y promueven el uso racional de la energía, aunque es pertinente recalcar que el costo de la modernización conlleva una inversión, por tanto, el municipio debe adquirir la financiación por medio de préstamos de fondos nacionales, pero teniendo en cuenta el estudio financiero, la viabilidad del proyecto muestra un factor positivo en el valor presente neto, aunque se hace pertinente el uso obligatorio del fondo SGP en flujo en el flujo neto anual. Presentando un TIR positivo teniendo en cuenta la proyección en la vida útil del proyecto. Este tipo de proyectos representa no solo una inversión financiera, también justifica su impacto social y el desarrollo del municipio.

Se requiere que la alcaldía del municipio de Charalá, adelante un esfuerzo importante para apoyar la dinámica de mantenimiento y expansión del sistema, ya que las principales falencias se encontraron en las gestiones de estas actividades, recalando que esta dinámica produce un beneficio de seguridad social ante los usuarios de la comunidad que goza del servicio y de visitantes.

## BIBLIOGRAFÍA

ANEXO\_2\_Información\_Municipio\_N1/01\_Planos\_urbanisticos/04BARRIOS.

ANEXO\_2\_Información\_Municipio\_N1/07\_Estatuto\_tributario. Acuerdo municipal N° 100-0202.030 Charalá Santander.

Constitución política de la República de Colombia:  
[http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion\\_politica\\_1991.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html)

CREG. Resolución 123 de 8 de septiembre de 2011: Por la cual se aprueba la metodología para la determinación de los costos máximos que deberán aplicar los municipios o distritos, para remunerar a los prestadores del servicio, así como el uso de los activos vinculados al sistema de alumbrado público.  
<http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/c2081b22df5fd51e0525791e007d7ba9?OpenDocument>

Decreto 1073 de 2015. Sector de minas y energía. Última modificación 13 de marzo de 2020.  
[<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77887>]

Decreto 2424 de 2006. Por el cual se regula la prestación del servicio público,  
[<http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1449077>]

Decreto 943 de 30 de mayo de 2018. Ministerio de minas y energía- Por el cual se modifica y se adiciona la Sección 1, Capítulo 6 del Título /11 del Libro 2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, relacionado con la prestación del servicio de alumbrado público".

GPS          Garmín/          ANEXOS\_02/          ANEXO\_10\_GarminMontana680  
<https://www.garmin.com.co/Montana-680>

Ley 1819 de diciembre de 2016: Por medio de la cual se adopta una reforma tributaria estructural, se fortalecen los mecanismos para la lucha contra la evasión y la elusión fiscal, / Available  
[http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1819\\_2016.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1819_2016.html)

Oscar Fernando Moscoso Bravo. Secretario Privado Despacho de Alcalde. Unidos por Charalá alcaldía municipal “el momento es ahora”

Resolución 180540 de marzo 30 de 2010 del Ministerio de Minas y Energía “Ministerio de Minas y Energía, 2010. Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP,